



*Revista Digital de Educación Física*

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

## **IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS CINÉTICO EN EL FÚTBOL. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO**

**Yeray Rodriguez-Redondo**

Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, Cáceres, España  
Email: yerayrguez@unex.es

**Miguel Rodal**

BioErgon Research Group, Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura,  
Caceres, España  
Email: mrodal@unex.es

### **RESUMEN**

El análisis cinético en el fútbol constituye una herramienta fundamental para entender las complejidades del rendimiento deportivo, examinando las fuerzas y movimientos involucrados en cada acción. El objetivo de esta revisión bibliométrica es analizar el conjunto de publicaciones relacionadas con el uso de la cinética en el fútbol, así como conocer su crecimiento y distribución. También, destacar los autores prolíficos y prominentes, las revistas y países prolíficos, las palabras clave más relevantes, así como su distribución, y los documentos más citados. Los documentos fueron extraídos de la base de datos WoS, y el análisis fue llevado a cabo siguiendo las leyes tradicionales de la bibliometría. El número de publicaciones muestra un índice de crecimiento exponencial del 81.4%. El primer documento localizado relacionado con la temática se publicó en 1996 por Tsaousidis & Zatsiorsky; y el más citado en 2005 por Hewett et al.. Como autores prominentes destacan Gregory Dupont y Nelson Cortes. El núcleo de revistas prolíficas está compuesto por 8 revistas, de las cuales destaca "Journal Of Strength And Conditioning Research. Se identifican tres agrupaciones temáticas en el análisis de palabras clave: (1) biomecánica y prevención de lesiones de rodilla; (2) biomecánica y Prevención de lesiones; y (3) mejora del rendimiento en deportes de equipo.

### **PALABRAS CLAVE:**

Biomecánica; deporte; deporte colectivo; movimiento

## **IMPORTANCE OF KINETIC ANALYSIS IN SOCCER. BIBLIOMETRICS**

### **ABSTRACT**

Kinetic analysis in soccer constitutes a fundamental tool to unravel the complexities of sports performance, examining the forces and movements involved in each action. The aim of this bibliometric review is to analyze the body of publications related to the use of kinetics in soccer, as well as to know its growth and distribution. Also, to highlight the prolific and prominent authors, the prolific journals and countries, the most relevant keywords, as well as their distribution, and the most cited papers. The documents were extracted from the WoS database, and the analysis was carried out following the traditional laws of bibliometrics. The number of publications shows an exponential growth rate of 81.4%. The first localized paper related to the subject was published in 1996 by Tsaousidis & Zatsiorsky; and the most cited in 2005 by Hewett et al. Prominent authors include Gregory Dupont and Nelson Cortes. The core of prolific journals is composed of 8 journals, of which "Journal Of Strength And Conditioning Research" stands out. Three thematic groupings are identified in the keyword analysis: (1) biomechanics and knee injury prevention; (2) biomechanics and injury prevention; and (3) performance enhancement in team sports.

### **KEYWORD**

Biomechanics; movement; sport; team sports

## INTRODUCCIÓN.

El fútbol es un deporte global que involucra a más de 270 millones de personas activamente, ya sea como jugadores, entrenadores o fanáticos. Con más de 1.1 mil millones de seguidores y alrededor de 300,000 clubes en todo el mundo, su impacto cultural y social es innegable, reflejando su posición como uno de los deportes más apasionantes y arraigados en la sociedad contemporánea (Kartakoullis, 2009). En este contexto, el análisis cinético juega un papel crucial al permitir comprender y mejorar aspectos como la técnica de los jugadores, la estrategia del juego y la optimización de movimientos, contribuyendo así al desarrollo y la excelencia en este deporte tan seguido y querido a nivel global (Alguacil & José, 2019; Mark, 2020; Zi & Gao, 2023).

La cinética es una rama fundamental de la física que se centra en el estudio del movimiento y sus causas, analizando cómo los diferentes factores afectan la manera en que los objetos se mueven a lo largo del tiempo. Este campo de estudio abarca una amplia gama de fenómenos, desde el movimiento de partículas subatómicas hasta el desplazamiento de cuerpos celestes en el espacio (Mark, 2020). En el contexto del fútbol, el análisis cinético se enfoca en el estudio del movimiento de los jugadores y la pelota, permitiendo comprender y mejorar aspectos como la técnica de los jugadores, la estrategia del juego y la optimización de movimientos. El análisis cinético es una herramienta valiosa para los entrenadores y jugadores, ya que les permite identificar áreas de mejora y desarrollar estrategias para mejorar el rendimiento en el campo. Además, el análisis cinético también puede ser utilizado para mejorar la seguridad de los jugadores, identificando movimientos que puedan aumentar el riesgo de lesiones y desarrollando estrategias para minimizar ese riesgo (Sakamoto et al., 2016).

Numerosos estudios previos han abordado la aplicación de la cinética en el fútbol, destacando tanto sus logros como sus desafíos pendientes. Si bien estos análisis han revelado la importancia de comprender las fuerzas implicadas en el movimiento del balón y los jugadores, algunos puntos débiles persisten, como la necesidad de mayor precisión en la medición de datos cinéticos durante el juego en tiempo real. Los avances tecnológicos han permitido la recopilación de datos valiosos, pero aún se requiere una mayor integración de sistemas de seguimiento y análisis para capturar de manera exhaustiva y precisa todas las variables cinéticas relevantes en un entorno de juego dinámico (Nunome et al., 2002; Zi & Gao, 2023).

Una de las características de interés en estos trabajos previos se centra en el análisis de la biomecánica de los movimientos de los jugadores, especialmente en lo concerniente a la eficiencia y la prevención de lesiones. Se han identificado patrones de movimiento que pueden estar relacionados con un mayor rendimiento atlético y se han realizado esfuerzos para comprender cómo la cinética puede influir en la técnica individual de los jugadores. No obstante, sigue siendo un área de estudio en evolución, donde la conexión entre la cinética aplicada y la mejora del desempeño deportivo requiere una mayor investigación y aplicación práctica para su plena comprensión y utilidad en el ámbito del fútbol de alto nivel (Dörge et al., 2002; Sigward & Powers, 2006).

El análisis bibliométrico es una herramienta que nos permite conocer cómo se distribuyen las publicaciones relacionadas un tema concreto, así como diferentes aspectos que podrían resultar relevantes para la comunidad científica (Bonilla-

Chaves & Palos-Sanchez, 2023; Javier Garcia-Corral et al., 2022; Teresa Manjarres et al., 2023). En este caso, un análisis bibliométrico podría permitirnos conocer qué enfoques biomecánicos relacionados con la cinética son los más frecuentes dentro de las investigaciones relacionadas con el fútbol, y quiénes han sido las revistas más interesadas o los autores que más han indagado en este campo (Bonilla-Chaves & Palos-Sanchez, 2023; Javier Garcia-Corral et al., 2022; Teresa Manjarres et al., 2023). Por lo que, los objetivos de la presente investigación son, por medio de un análisis bibliométrico, analizar el interés de la comunidad científica por el análisis cinético dentro relacionados con el fútbol, así como conocer su crecimiento y distribución. También, destacar los autores prolíficos y prominentes, las revistas y países prolíficos, las palabras clave más relevantes, así como su distribución, y los documentos más citados.

## 1. MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente análisis bibliométrico, se siguieron los procedimientos previamente establecidos por revisiones bibliométricas similares (Rodríguez-Redondo & Leon, 2024). La búsqueda se realizó en la base de datos Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics. Esta plataforma se utiliza habitualmente para este tipo de análisis debido a la abundante información que ofrece y su capacidad para proporcionar datos exportables sobre los documentos y revistas que indexan.

El vector de búsqueda que se utilice para la revisión fue:  $(TI=(soccer) OR AB=(soccer) OR AK=(soccer)) AND (TI=(kinetic or kinetics) OR AB=(kinetic or kinetics) OR AK=(kinetic or kinetics))$ . Las etiquetas que se utilizaron permitieron la búsqueda en el título, el abstract y en las palabras clave de autor. La búsqueda fue limitada a las ediciones Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded), Social Sciences Citation Index (SSCI) y Emerging Sources Citation Index (ESCI) de la WoS Core Collection. Únicamente incluyendo artículos y revisiones se obtuvieron 272 documentos.

Las búsquedas fueron realizadas el día 27 de noviembre de 2023, exportándose los resultados en “.xlsx”. Los programas utilizados para el tratamiento de los datos fueron Microsoft® Excel® for Microsoft Office Profesional Plus 2019, RStudio 2022.7.2.576 (RStudio Team, 2020) y el paquete de datos Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017).

### 1.1. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis bibliométrico realizado en este estudio se adhirió a los principios tradicionales de la bibliometría. Se emplearon la ley de crecimiento exponencial de la ciencia propuesta por DeSolla Price (Dobrov et al., 1979; Price, 1976) y el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$ ) en relación con la tasa de crecimiento exponencial para verificar el aumento en las publicaciones anuales y para interpretar la tendencia observada. La ley de concentración de la ciencia de Bradford (DeShazo et al., 2009; Goffman & Warren, 1969; Nash-Stewart et al., 2012) se utilizó para examinar la distribución de las revistas identificar el grupo de revistas prolíficas. La ley de Lotka (Kushairi & Ahmi, 2021) se aplicó para resaltar los autores prolíficos en nuestro conjunto (Yie et al., 2021). Además, se evaluó el índice de Hirsch (índice h) en los documentos para identificar el conjunto de documentos más

citados (Hirsch, 2005; Rodrigues-Santana et al., 2022). El grupo de autores destacados consistió en aquellos que formaban parte del conjunto de documentos más citados y, al mismo tiempo, eran prolíficos. La determinación de las palabras clave relevantes se llevó a cabo mediante la aplicación de la ley de Zipf (Zipf, 2013). Los gráficos de red neuronal presentados a lo largo del documento fueron generados mediante la herramienta Biblioshiny del paquete de datos Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017).

## 2. RESULTADOS

### 2.1. TENDENCIA DE PUBLICACIÓN ANUAL

Se localizaron 272 documentos totales entre los que se encontraban 256 artículos y 6 revisiones, además de 6 artículos de acceso anticipado y 2 actas. Las características del conjunto de documentos están recogidas en la tabla 1. Los documentos fueron publicados entre 1996 y 2023, encontrando continuidad anual en las publicaciones entre 1999 y 2022. La tendencia que siguen las publicaciones anuales se ajusta a una curva de crecimiento exponencial con un índice de bondad de ajuste del 81.4% (Figura 1). Los documentos publicados en 2023 no son incluidos en el análisis de tendencia debido a que este año no está concluido en el momento del análisis.

Figura 1.

*Tendencia de las publicaciones anuales sobre análisis cinético en el fútbol.*

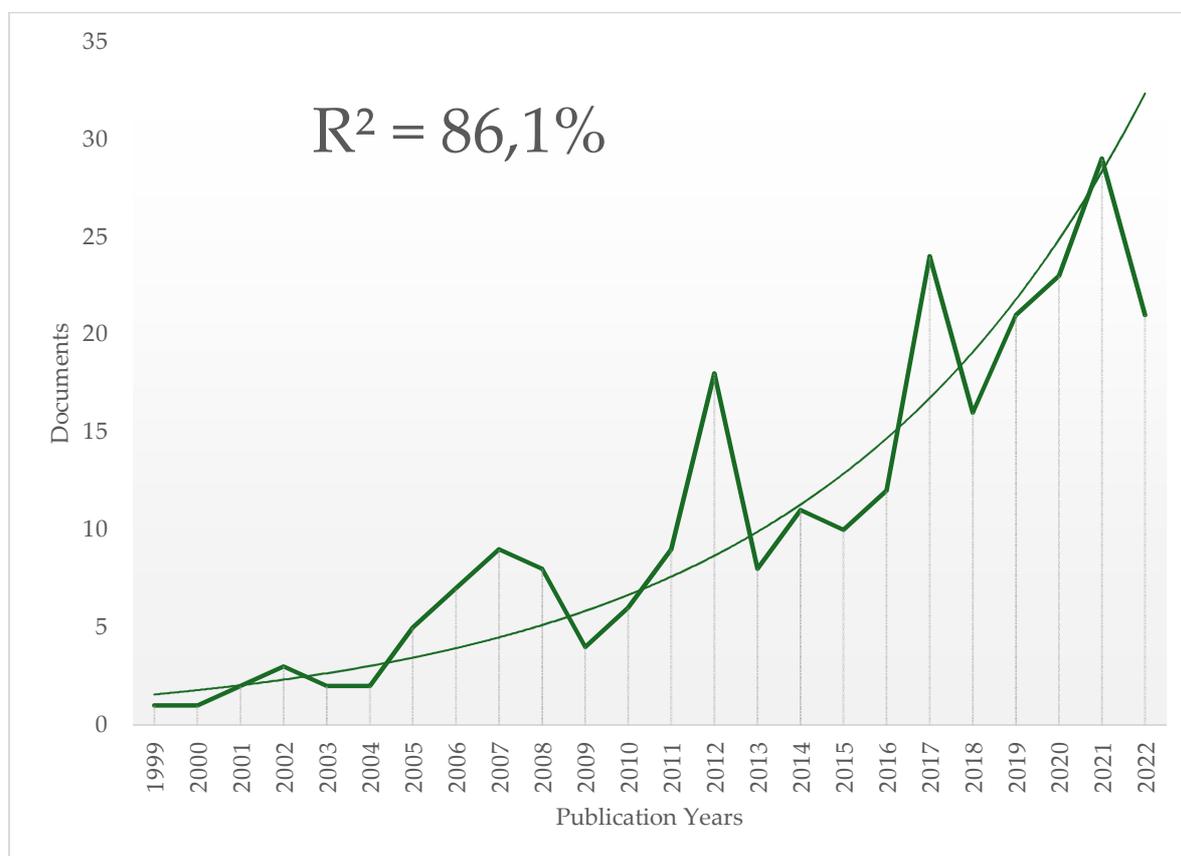


Tabla 1.

*Información principal del conjunto de datos.*

<b>INFORMACIÓN PRINCIPAL SOBRE LOS DATOS</b>	
Intervalo de tiempo	1996:2023
Fuentes (revistas, libros, etc.)	106
Documentos	272
Edad media del documento	8.17
Media de citas por documento	32.15
Referencias	6854
<b>DEL DOCUMENTO</b>	
Palabras clave de autor)	624
<b>AUTORES</b>	
Autores	1020
Autores de documentos de un solo autor	8
<b>COLABORACIÓN DE LOS AUTORES</b>	
Documentos de un solo autor	8
Co-autores por documento	4.87
Co-autoría internacional %	31.62
<b>TIPOS DE DOCUMENTOS</b>	
Artículos	256
Artículos; acceso temprano	8
Artículo; documento de actas	2
Revisión	6

## 2.2. REVISTAS

Se comprobó que las 106 revistas que recogen el conjunto de documentos de nuestro análisis se ajustan a la distribución propuesta según el modelo teórico de Bradford. El rango de publicaciones va desde 25 publicaciones la revista más prolífica hasta 1 publicación. Las revistas se distribuyen en tres zonas en función del número de publicaciones: Núcleo (8 revistas con un número de publicaciones de entre 25 y 7), zona I (21 revistas con 6 a 3 publicaciones) y zona II (77 revistas con entre 2 y 1 publicación). El núcleo acumula el 34.19% de los documentos, la zona I el 31.99% y la zona II el 33.82%. La ratio de error que presenta esta distribución es del -6% (tabla 1S).

El núcleo está compuesto por 8 revistas, estas son mostradas en la tabla 2, junto a su editorial, el número de publicaciones y el número de citas totales que presenta e información sobre su impacto académico. La revista más prolífica es "Journal Of Strength And Conditioning Research" de la editorial "Lippincott Williams & Wilkins", esta presenta 25 documentos y 664 citas. Es seguida por "Journal Of Sports Sciences", con 14 documentos; por "Sports Biomechanics", con 12 documentos; y por "American Journal Of Sports Medicine", con 11 documentos. El resto de revistas presentan un número de documentos inferior a 10. La revista que mayor número de citas acumula es "American Journal Of Sports Medicine", con 2871 citas y 11 documentos.

Tabla 2.

Revistas más prolíficas

Bradford's zone	Journals (Publishers)	Doc.	% Doc.	Cit.	JIF	Q.	% O.A.
Core	Journal Of Strength And Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins)	25	9.19%	664	3.2	Q2	1.19%
	Journal Of Sports Sciences (Taylor & Francis Ltd)	14	5.15%	538	3.4	Q1	14.91%
	Sports Biomechanics (Routledge Journals, Taylor & Francis Ltd)	12	4.41%	120	2.2	Q3	10.52%
	American Journal Of Sports Medicine (Sage Publications Inc)	11	4.04%	2871	4.8	Q1	4.93%
	Journal Of Human Kinetics (Sciendo)	9	3.31%	74	2.3	Q3	92.71%
	International Journal Of Sports Physiology And Performance (Human Kinetics Publ Inc)	8	2.94%	62	3.3	Q2	0.60%
	European Journal Of Applied Physiology (Springer)	7	2.57%	301	3.0	Q2	32.99%
	International Journal Of Sports Medicine (Georg Thieme Verlag Kg)	7	2.57%	139	2.5	Q2	7.59%

Doc. (Number of documents); Cit. (Number of citations); % Doc. (Percentage of documents); JIF (Journal impact factor); % O.A. (Percentage of open access); Q. (JIF Quartile); n.a. (not application). JIF or Q. with "\*" are JCI (Journal citation indicator) and JCI Quartile. JIF with "\*\*\*" are CiteScore2021 by Scopus.

### 2.3. COAUIROS PROLÍFICOS E INFLUYENTES

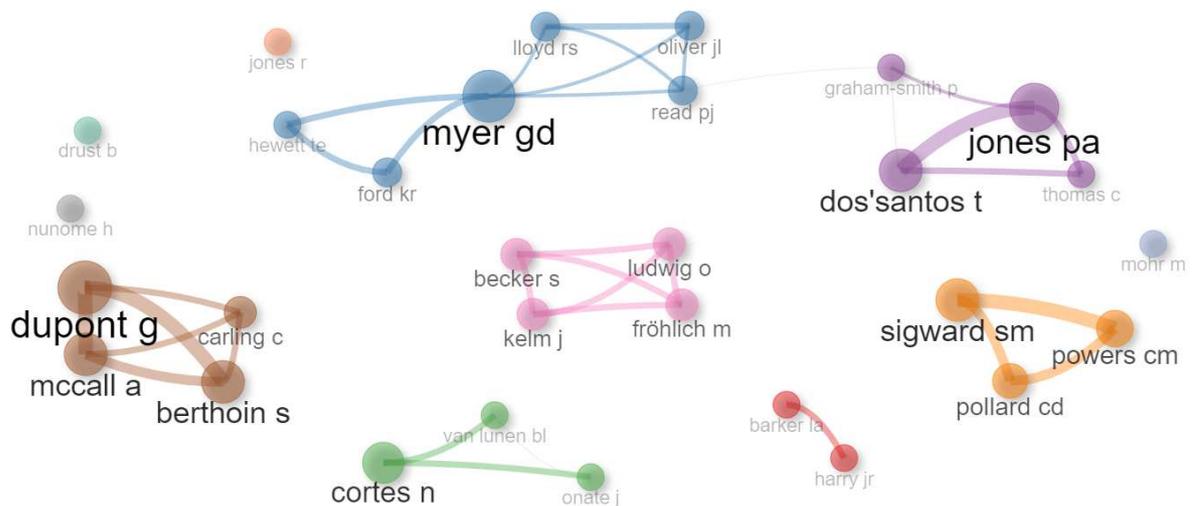
De los 1020 investigadores que presentan co-autoría de los documentos de nuestra base de datos el 82.84% presenta una única publicación (845 co-autores), el 11.08% dos publicaciones (113 co-autores), el 3.14% tres publicaciones (32 co-autores), y el 2.94% cuatro publicaciones o más (30 co-autores). Se calculó el conjunto de autores prolíficos aplicando la ley de Lotka, a partir de la cual se seleccionaron los 30 primeros autores que presentaban 4 documentos o más ( $\sqrt{1020} \approx 32$ ). Encontramos tres autores con 9 publicaciones cada uno, siendo este el número de publicaciones más alto por autor dentro de nuestro conjunto de datos, estos son Gregory Dupont (811 citas acumuladas) de la University of Lille Nord de France (France), Nelson Cortes (298 citas acumuladas) de la George Mason University (USA) y Paul A. Jones (181 citas acumuladas) de la University of Salford (England). A estos les siguen otro trío de autores que presenta 8 publicaciones cada uno; Gregory D. Myer (2335 citas acumuladas) de la University of Cincinnati (USA), Susan M. Sigward (478 citas acumuladas) de la University of Southern California (USA) y Thomas Dos'Santos (108 citas acumuladas) de la University of Salford (England). Estos son seguidos por cinco autores que presentan 6 documentos, un autor que presenta 5 documentos y dieciocho autores que presentan 4 documentos.

La figura 2 muestra los autores prolíficos (nodos, su tamaño representa su relevancia o influencia dentro del conjunto de documentos) y las relaciones entre ellos (líneas, su grosor representa la cantidad de colaboraciones). Podemos observar siete grupos de trabajo diferentes, representados por diferentes colores. El grupo más numeroso (destacado en azul) es el encabezado por G. D. Myer de la University of Cincinnati (USA), este aparece junto a T. E. Hewett y K. R. Ford, de la misma universidad, y junto a R. S. Lloyd (Auckland University of Technology / New Zeland), P. J. Read y J. L. Oliver (ambos de la Cardiff University / England). Los siguientes grupos compuestos por un mayor número de investigadores son tres, cada uno formado por cuatro integrantes. En primer lugar, hablamos del encabezado por G. Dupont (destacado en marrón), junto a C. Carling, A. McCall y S. Berthoin, todos de la Univ Lille Nord France (France). Le sigue el grupo

encabezado por P. A. Jones (destacado en morado), junto a T. Dos'Santos y C. Thomas, los tres de la University of Salford (England), y junto a P. Graham-Smith, de la Aspire Academy (Qatar), el cual presenta una conexión débil también con P. J. Read. Y por último el compuesto por S. Becker, M. Frölich y O. Ludwig, de la Tech Univ Kaiserslautern (Germany), y por J. Kelm, de la Chirurg Orthopad Zentrum (Germany). Después encontraríamos dos grupos de tres componentes, el destacado en naranja compuesto por investigadores de la Univ So Calif (USA), y el destacado en verde, compuesto por investigadores de universidades diferentes. También encontraríamos una pareja, y cuatro autores sin relaciones. Esta gráfica únicamente muestra las relaciones entre los autores prolíficos, por lo que los grupos que existan compuestos por autores con menos de cuatro publicaciones no son representados.

Figura 2.

Gráfico con los co-autores prolíficos y sus relaciones



Bibliometrix: Analysis: Collaboration Network. Field: Authors. Network Layout: Automatic layout. Clustering Algorithm: Walktrap. Normalization: Association. Number of nodes: 30. Repulsion force: 0.1. Remove isolated nodes: No. Min. number of edges: 1.

Para calcular el conjunto de autores prominentes se comprobó qué autores prolíficos se encontraban como co-autores en el conjunto de documentos más citados. 15 fueron los autores seleccionados como prominentes, destacando de nuevo Gregory Dupont y Nelson Cortes como primeros del grupo. El resto de autores que componen este conjunto se encuentran recogidos en la tabla 3, junto a su afiliación, número de documentos y número de citas.

Tabla 3.

**Co-autores prominentes**

Co-authors	Affiliation / Countries-Regions	Documents	Citations
Dupont, Gregory	University of Lille Nord de France / France	9	811
Cortes, Nelson	George Mason University / USA	9	298
Myer, Gregory D.	University of Cincinnati / USA	8	2335
Sigward, Susan M.	University of Southern California / USA	8	478
Berthoin, Serge	University of Lille Nord de France / France	6	804
McCall, Alan	University of Lille Nord de France / France	6	716
Powers, Christopher M.	University of Southern California / USA	6	361
Pollard, Christine D.	University of Southern California / USA	6	293

Nunome, Hiroyuki	Nagoya University / Japan	6	285
Ford, Kevin R.	University of Cincinnati / USA	5	2273
Hewett, Timothy E.	University of Cincinnati / USA	4	2270
Carling, Chris	University of Lille Nord de France / France	4	653
Onate, James	Ohio State University / USA	4	164
Barker, Leland A.	University of Nevada Las Vegas / USA	4	112
Harry, John R.	Texas Tech University / USA	4	112

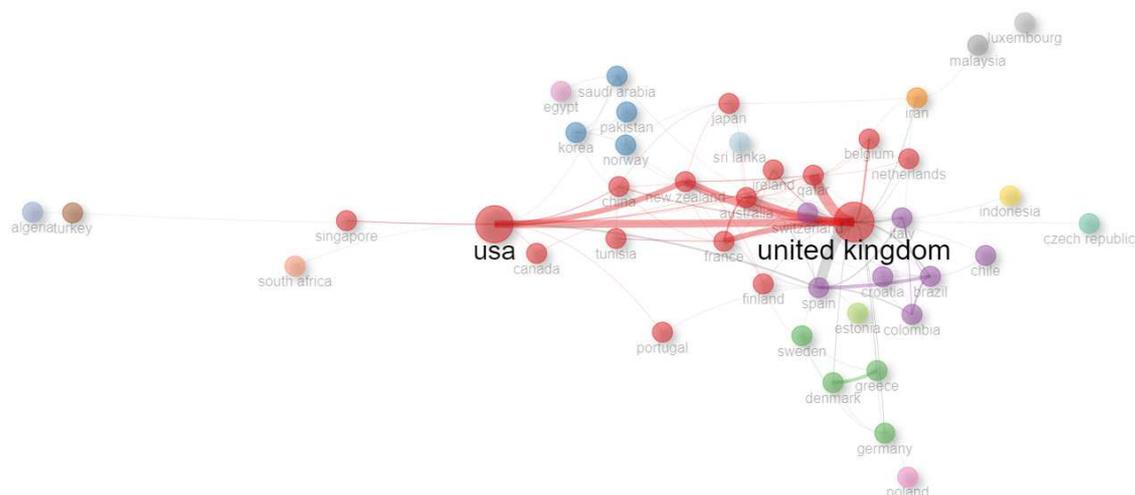
## 2.4. PAÍSES / REGIONES

Los autores de los documentos de nuestra base de datos pertenecen a un total de 48 países diferentes. Dos de estos países acumula un número de publicaciones superior a 100, USA con 182 documentos y United Kingdom con 123 documentos, a estos le siguen Japan (54 documentos), Australia (46 documentos), España (42 documentos) y Alemania (40 documentos). Respecto al número de citas de nuevo destaca USA, con 4368 citas acumuladas, seguido por Francia (36 publicaciones y 855 citas), United Kingdom (661 citas) e Italia (506 citas).

La figura 3 exhibe las naciones y sus conexiones, reflejando la importancia de cada país en el ámbito de investigación mediante el tamaño de sus nodos. Las líneas que los conectan representan sus relaciones, y el grosor de estas indica la frecuencia de dichas conexiones. Podemos apreciar cuatro agrupaciones de cuatro o más componentes, la más numerosa es la destacada en rojo, siendo la más influyente al estar compuesta por United Kingdom y Usa entre otros, presentan una fuerte relación entre ellos, además USA presenta una fuerte relación con New Zeland, al igual que United Kingdom, que además presenta relaciones fuertes con Qatar, Francia, Australia y España. Las otras agrupaciones son las destacadas en morado (Switzerland, Italy, Spain, Croatia, Brazil, Chile y Colombia), en azul (Korea, Arabia Saudi, Pakistan y Norway) y en verde (Sweden, Denmark, Greece y Germany).

Figura 3.

*Red de colaboración entre países/regiones*



Bibliometrix: Analysis: Collaboration Network. Field: Countries. Network Layout: Automatic layout. Clustering Algorithm: Walktrap. Normalization: Association. Number of nodes: 48. Repulsion force: -0.1. Remove isolated nodes: Yes. Min. number of edges: 1.

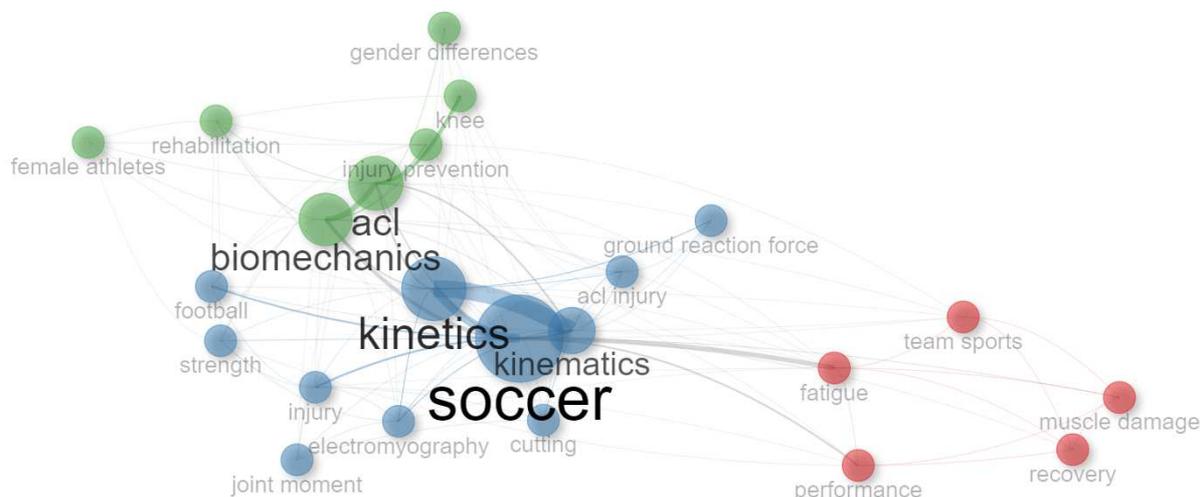
## 2.5. PALABRAS CLAVE DE AUTOR

Se han encontrado 624 palabras clave de autor, a estas se les ha aplicado la ley de Zipf con el fin de localizar el conjunto de palabras clave más relevantes. Al aplicar la ley obtenemos que las palabras clave más relevantes deben ser las 25 primeras, seleccionándose finalmente las 24 primeras con 6 o más apariciones. Algunas palabras clave fueron agrupadas en el caso de que fueran sinónimas. Las palabras clave de autor que mayor número de apariciones acumula son “soccer” (78 apariciones) y “kinetics” (49 apariciones), siendo estas las palabras clave que formaban el vector de búsqueda. Tras estas encontramos los términos “biomechanics” (40 apariciones), “anterior cruciate ligament” (39 apariciones), “kinematics” (27 apariciones), “fatigue” (21 apariciones), “acl injury” (15 apariciones) e “injury” (15 apariciones).

Las 24 palabras clave más relevantes se muestran mediante nodos en la figura 4, las relaciones entre ellas se muestran con líneas. Encontramos tres grupos, el más influyente es el destacado en azul, compuesto por los términos que formaban el vector de búsqueda junto a términos que pueden relacionarse con diferentes tipos de análisis biomecánicos. También encontramos un grupo destacado en verde, encabezado por el término “biomechanics” y acompañado por términos relacionados con el género y con las lesiones. Por último, encontramos un grupo destacado en rojo que podría relacionarse con aspectos más genéricos del fútbol.

Figura 4.

Palabras clave de autor más destacadas y sus conexiones.



Bibliometrix: Analysis: Co-Occurrence Network. Field: Author's Keyword. Network Layout: Fruchterman & Reingold. Clustering Algorithm: Spinglass. Normalization: Association. Number of nodes: 24. Repulsion force: 0.1. Remove isolated nodes: No. Min. number of edges: 1.

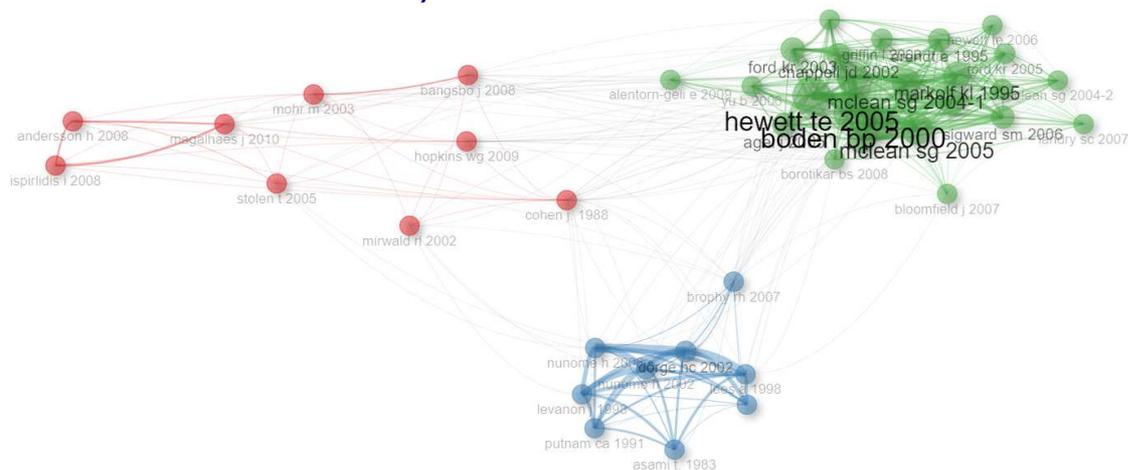
## 2.6. DOCUMENTOS

Para calcular el conjunto de documentos más citados se aplicó el h-index, destacando los 43 documentos con un número de citas igual o superior a 45 (tabla 4). El artículo más citado se titula “Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes”, escrito por Hewett et al. (2005) y publicado en la “American journal of sports medicine”, tiene como objetivo analizar el control neuromuscular

de futbolistas femeninas con lesión en el ligamento cruzado anterior. El segundo artículo más citado es “Recovery In Soccer Part I - Post-Match Fatigue And Time Course Of Recovery” por Nédeléc et al. (2012) y publicado en la “Sports Medicine”, con objetivo es proporcionar una revisión de la fatiga post-partido y las estrategias de recuperación en el fútbol de élite. El tercer artículo con mayor número de citas es la continuación del anterior, también publicado por Nédeléc et al. (2013) en “Sports Medicine”, se titula “Recovery In Soccer Part II - Recovery Strategies”, el objetivo de nuevo es revisar las estrategias de recuperación en los equipos de fútbol profesional para reducir la fatiga, acelerar la recuperación y minimizar el riesgo de lesiones. En la figura 6 se presentan los 21 artículos de mayor relevancia por medio de nodos. La presencia de una conexión entre dos nodos señala una relación de colaboración o influencia entre los documentos, lo que implica que uno de los artículos hace referencia al otro.

Figura 6.

Gráfico con los artículos relevantes y sus interrelaciones.



Bibliometrix: Analysis: Co-citation Network. Field: Papers. Network Layout: Kamada & Kawai. Clustering Algorithm: Walktrap. Number of nodes: 43. Repulsion force: 0. Remove isolated nodes: Yes. Min. number of edges: 1.

Tabla 4.

**Documentos relevantes**

Title. Main author (Year of publication)	Journal ISO Abbreviation	Cites
Biomechanical Measures Of Neuromuscular Control And Valgus Loading Of The Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk In Female Athletes. Hewett et al. (2005)	Am. J. Sports Med.	2141
Recovery In Soccer Part I - Post-Match Fatigue And Time Course Of Recovery. Nédeléc et al. (2012)	Sports Med.	276
Recovery In Soccer Part II - Recovery Strategies. Nédeléc et al. (2013)	Sports Med.	195
The Vertical Drop Jump Is A Poor Screening Test For Acl Injuries In Female Elite Soccer And Handball Players: A Prospective Cohort Study Of 710 Athletes. Krosshaug et al. (2016)	Am. J. Sports Med.	174
The Influence Of Gender On Knee Kinematics, Kinetics And Muscle Activation Patterns During Side-Step Cutting. Sigward & Powers (2006)	Clin. Biomech.	171
Effect Of A Neuromuscular Training Program On The Kinetics And Kinematics Of Jumping Tasks. Chappell & Limpisvasti (2008)	Am. J. Sports Med.	163
Biomechanical Differences In Soccer Kicking With The Preferred And The Non-Preferred Leg. Dörge et al. (2002)	J. Sports Sci.	161
Three-Dimensional Kinetic Analysis Of Side-Foot And Instep Soccer Kicks.	Med. Sci.	158

Nunome et al. (2002)	Sports Exerc.	
Triple-Hop Distance As A Valid Predictor Of Lower Limb Strength And Power. Hamilton et al. (2008)	J. Athl. Train.	155
Increased Cardiac Sympathetic Activity And Insulin-Like Growth Factor-I Formation Are Associated With Physiological Hypertrophy In Athletes. Sernerl et al. (2001)	Circ.Res.	145
The Influence Of Soccer Playing Actions On The Recovery Kinetics After A Soccer Match. Nédeléc et al. (2014)	J. Strength Cond. Res.	141
A Biomechanical Analysis Of Good And Poor Performers Of The Vertical Jump. Vanezis & Lees (2005)	Ergonomics	135
Repeated-Sprint Ability In Professional And Amateur Soccer Players. Rampini et al. (2009)	Appl. Physiol. Nutr. Metab.	134
Segmental Dynamics Of Soccer Instep Kicking With The Preferred And Non-Preferred Leg. Nunome et al. (2006)	J. Sports Sci.	119
Biochemical Assessments Of Oxidative Stress, Erythrocyte Membrane Fluidity And Antioxidant Status In Professional Soccer Players And Sedentary Controls. Cazzola et al. (2003)	Eur. J. Clin. Invest.	111
Influence Of Gender On Hip And Knee Mechanics During A Randomly Cued Cutting Maneuver. Pollard et al. (2004)	Clin. Biomech.	103
Neuromuscular And Lower Limb Biomechanical Differences Exist Between Male And Female Elite Adolescent Soccer Players During An Unanticipated Side-Cut Maneuver. Landry et al. (2007)	Am. J. Sports Med.	98
Relationship Between Oxygen Uptake Kinetics And Performance In Repeated Running Sprints. Dupont et al. (2005)	Eur. J. Appl. Physiol.	91
Physiological Determinants Of Yo-Yo Intermittent Recovery Tests In Male Soccer Players. Rampini et al. (2010)	Eur. J. Appl. Physiol.	86
Functional Performance, Maximal Strength, And Power Characteristics In Isometric And Dynamic Actions Of Lower Extremities In Soccer Players. Requen et al. (2009)	J. Strength Cond. Res.	83
Relationships Between Countermovement Jump Ground Reaction Forces And Jump Height, Reactive Strength Index, And Jump Time. Barker et al. (2018)	J. Strength Cond. Res.	81
Gender Differences In Hip Joint Kinematics And Kinetics During Side-Step Cutting Maneuver. Pollard et al. (2007)	Clin. J. Sport Med.	77
Effects Of An Intermittent Exercise Fatigue Protocol On Biomechanics Of Soccer Kick Performance. Kellis et al. (2006)	Scand. J. Med. Sci. Sports	75
Gender Differences In Hip Adduction Motion And Torque During A Single-Leg Agility Maneuver. Hewett et al. (2006)	J. Orthop. Res.	74
Emg Activity Of The Iliopsoas Muscle And Leg Kinetics During The Soccer Place Kick. Dörge et al. (1999)	Scand. J. Med. Sci. Sports	74
(V) Over DotO2 Kinetics And Performance In Soccer Players After Intense Training And Inactivity. Christensen et al. (2011)	Med. Sci. Sports Exerc.	73
Predictors Of Frontal Plane Knee Moments During Side-Step Cutting To 45 And 110 Degrees In Men And Women: Implications For Anterior Cruciate Ligament Injury. Sigward et al. (2015)	Clin. J. Sport Med.	64
Faster Oxygen Uptake Kinetics During Recovery Is Related To Better Repeated Sprinting Ability. Dupont et al. (2010)	Eur. J. Appl. Physiol.	60
Fatigue-Related Changes In Stance Leg Mechanics During Sidestep Cutting Maneuvers. Sanna & O'Connor (2008)	Clin. Biomech.	59
Physiological Characteristics Of International Female Soccer Players. Manson et al. (2014)	J. Strength Cond. Res.	56
Impact Forces And Neck Muscle Activity In Heading By Collegiate Female Soccer Players. Bauer et al. (2001)	J. Sports Sci.	55
How To Sprain Your Ankle - A Biomechanical Case Report Of An Inversion Trauma. Gehring et al. (2013)	J. Biomech.	54

Joint And Segmental Mechanics Differ Between Cutting Maneuvers In Skilled Athletes. Havens & Sigward (2015)	Gait Posture	53
Effects Of Eccentric Overload Bout On Change Of Direction And Performance In Soccer Players. De Hoyo et al. (2015)	Int. J. Sports Med.	52
The Influence Of Sex And Maturation On Landing Biomechanics: Implications For Anterior Cruciate Ligament Injury. Sigward et al. (2012)	Scand. J. Med. Sci. Sports	52
Changes In Lower Extremity Biomechanics Due To A Short-Term Fatigue Protocol. Cortes et al. (2013)	J. Athl. Train.	50
Biomechanical Effects Of An Injury Prevention Program In Preadolescent Female Soccer Athletes. Thompson et al. (2017)	Am. J. Sports Med.	49
The Association Of Dorsiflexion Flexibility On Knee Kinematics And Kinetics During A Drop Vertical Jump In Healthy Female Athletes. Malloy et al. (2015)	Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.	49
Neuromuscular And Lower Limb Biomechanical Differences Exist Between Male And Female Elite Adolescent Soccer Players During An Unanticipated Run And Crosscut Maneuver. Landry et al. (2007)	Am. J. Sports Med.	48
Effect Of Anticipation On Lower Extremity Biomechanics During Side- And Cross-Cutting Maneuvers In Young Soccer Players. Kim et al. (2014)	Am. J. Sports Med.	47
Hip Strength As An Intrinsic Risk Factor For Lateral Ankle Sprains In Youth Soccer Players: A 3-Season Prospective Study. De Ridder et al. (2017)	Am. J. Sports Med.	45
A Functional Agility Short-Term Fatigue Protocol Changes Lower Extremity Mechanics. Cortes et al. (2012)	J. Sports Sci.	45
Pivot Task Increases Knee Frontal Plane Loading Compared With Sidestep And Drop-Jump. Cortes et al. (2011)	J. Sports Sci.	45

### 3. DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como objetivo analizar el estado de la producción científica relacionado con las investigaciones en fútbol que tenían en cuenta aspectos cinéticos, así como analizar los autores prominentes y prolíficos, las revistas prolíficas, las palabras clave más relevantes y los documentos más citados, todo esto siguiendo las leyes tradicionales de la bibliometría. No se han encontrado otras bibliometrías que busquen analizar este mismo campo, por lo que el presente artículo presenta información desconocida hasta ahora para la comunidad científica. La búsqueda realizada ha proporcionado una comprensión detallada de las áreas de investigación que han recibido una mayor atención y de qué manera, así como también ha identificado aquellas áreas que no han despertado interés entre los investigadores o que aún no han sido exploradas. En este sentido, los responsables de este estudio creen que este informe puede desempeñar un papel importante en la ampliación del conocimiento relacionado con las acciones motrices específicas en el ámbito deportivo, al mismo tiempo que ofrece orientación a otros investigadores sobre posibles direcciones poco exploradas que podrían ser objeto de futuras investigaciones.

El artículo de mayor antigüedad encontrado se titula “Two types of ball-effector interaction and their relative contribution to soccer kicking” (Tsaousidis & Zatsiorsky, 1996) por Tsaousidis & Zatsiorsky (1996), el estudio examina la interacción de los pies con la pelota durante la patada de fútbol mediante videos de alta velocidad. El siguiente artículo se publicó en 1999, a partir de este año encontramos continuidad en las publicaciones anuales, encontrando una al menos por año.

Al observar las revistas que componen el núcleo de revistas prolíficas encontramos que pueden relacionarse con tres temáticas principalmente, con el deporte, con la biomecánica y con la fisiología. La mayoría de revistas están relacionadas con el deporte, esto debido a que el análisis es sobre el fútbol; por otro lado encontramos os revistas relacionadas con la biomecánica, donde se encuentran publicaciones más relacionadas con los análisis del movimiento; y por último encontramos dos de fisiología aplicada al deporte, estas revistas también podrían incluir en el primer grupo, ya que también incluyen publicaciones relacionadas con deportes aunque desde una perspectiva fisiológica. Esto indica a la comunidad científica que las investigaciones que compartan temática con las registradas en nuestro análisis pueden ser enviadas a este tipo de revistas.

Los autores más destacados por influencia y prolificidad son Gregory Dupont (France) y Nelson Cortés (USA). Dupont, además de investigador, un preparador físico deportivo, especializado en fútbol de élite. Fue campeón del mundo con la Selección de fútbol de Francia en la Copa Mundial de Fútbol de 2018, y se considera que su preparación fue clave para que la selección rindiese a un gran nivel físico y careciese de lesiones. Cortés, en cambio, es licenciado en Educación Física y Ciencias del Ejercicio por la ULHT, con especialización en Biomecánica Deportiva; posee un máster en Ciencias del Ejercicio con especialización en Biomecánica Clínica; y un doctorado en Ciencias del Movimiento Humano por la Old Dominion University. A pesar de que un autor está especializado en entrenamiento y otro en análisis biomecánico ambos presentan 9 documentos cada uno, no presentando ningún documento en común. Estos autores pueden servir como referentes para los investigadores interesados en este campo de investigación.

Como suele mostrarse en la mayoría de análisis bibliométricos USA es el país que más documentos presenta (182 documentos), seguido por Reino Unido (123 documentos) y Japón (54 documentos). Estos países es posible que destaquen debido a su sólida infraestructura académica y deportiva, el creciente interés y participación en el deporte, los sistemas estructurados para el desarrollo deportivo, las colaboraciones internacionales y las significativas inversiones en ciencia del deporte. Ambos países ofrecen un entorno propicio para la investigación en áreas como la fisiología, la psicología y la biomecánica aplicadas al fútbol, lo que contribuye a la producción de conocimientos y avances en este campo.

En el análisis de las palabras clave más relevantes de los autores, se identifican tres agrupaciones temáticas distintas. La primera, resaltada en verde, se centra en aspectos de biomecánica, específicamente en la articulación de la rodilla, con palabras clave como "anterior cruciate ligament", "female athletes", y "knee", sugiriendo un enfoque en la prevención de lesiones y la rehabilitación, especialmente en mujeres atletas. La segunda agrupación, destacada en azul, revela un interés en estudios relacionados con el fútbol, abordando aspectos cinéticos y cinemáticos, fuerzas de reacción en el suelo y lesiones específicas como "acl injury". Esto sugiere una investigación centrada en la biomecánica aplicada al fútbol y la prevención de lesiones asociadas, incluyendo factores como la fuerza y la electromiografía. Por último, la agrupación en rojo se orienta hacia la mejora del rendimiento en deportes de equipo, abordando temas como "performance", "fatigue", y "recovery", indicando un enfoque en la optimización del rendimiento atlético y la gestión de la fatiga muscular. Aunque cada agrupación aborda aspectos distintos, la intersección de términos como "injury prevention" y

"performance" podría indicar que la mayoría de los documentos recogidos en nuestro análisis se relacionan con un área de investigación donde se exploran conexiones entre la biomecánica, la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento en deportes como el fútbol.

Este análisis bibliométrico puede contribuir significativamente al ámbito de la investigación, proporcionando una perspectiva integral de la estructura y distribución de los documentos centrados en el análisis cinético aplicado al contexto del fútbol. Esta panorámica nos permite identificar los temas más abordados, destacar autores de referencia para futuros investigadores y reconocer las revistas con un mayor interés en la temática, orientando así las futuras investigaciones para lograr una cobertura más completa. Además, este enfoque analítico facilita la identificación de áreas poco exploradas que podrían representar un interés prometedor para el planteamiento de investigaciones futuras y la formulación de nuevas líneas de trabajo.

No obstante, es crucial señalar ciertas limitaciones en esta investigación. Se restringió la inclusión de documentos a la Core Collection de WoS y a Scopus, lo que podría excluir investigaciones presentes en otras bases de datos. Además, la limitación al idioma inglés en la selección de documentos podría haber excluido trabajos valiosos en otros idiomas. Pedimos disculpas a aquellos autores cuyos documentos relacionados con la temática de nuestra bibliometría no fueron incluidos, reconociendo la posible existencia de contribuciones valiosas que no pudieron ser consideradas en este análisis específico.

#### 4. CONCLUSIÓN

En conclusión, se observa un interés creciente de la comunidad científica en investigaciones que abordan aspectos cinéticos en el fútbol, reflejado en un notable crecimiento exponencial del 81.4% en publicaciones sobre el tema desde 1999 hasta 2022. El primer documento relevante, publicado en 1996 por Işgousidis\_ & Zatsiorsky bajo el título "Two types of ball-effector interaction and their relative contribution to soccer kicking," marcó el inicio de esta línea de investigación. Desde entonces, el estudio más citado ha sido "Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes" de Hewett et al. (2005), evidenciando la relevancia de esta temática en el análisis de riesgo de lesiones. Entre los autores más destacados se encuentran Gregory Dupont y Nelson Cortes, con 9 documentos cada uno. Paul A. Jones también cuenta con 9 documentos, aunque no figura entre los autores prominentes. En cuanto a las revistas con mayor producción sobre el tema, el núcleo está compuesto por ocho publicaciones, donde destaca el "Journal of Strength and Conditioning Research" con 25 artículos (9.19% de las publicaciones), seguido por "Journal of Sports Sciences" con 14 documentos (5.15%) y "Sports Biomechanics" con 12 documentos (4.41%).

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alguacil, P., & José, F. (2019). *Modelling the Collective Movement of Football Players*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Modelling-the-Collective-Movement-of-Football-Alguacil-Jos%C3%A9/e3f520e01dba98a2ce071b3976cab15d7380c82e>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bonilla-Chaves, E. F. F., & Palos-Sanchez, P. R. R. (2023). Exploring the Evolution of Human Resource Analytics: A Bibliometric Study. *BEHAVIORAL SCIENCES*, 13(3), 244. <https://doi.org/10.3390/bs13030244>
- DeShazo, J. P., LaVallie, D. L., & Wolf, F. M. (2009). Publication trends in the medical informatics literature: 20 years of «Medical Informatics» in MeSH. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-9-7>
- Dobrov, G. M., Randolph, R. H., & Rauch, W. D. (1979). New options for team research via international computer networks. *Scientometrics*, 1(5), 387-404. <https://doi.org/10.1007/BF02016658>
- Dörge, H. C., Anderson, T. B., Sørensen, H., & Simonsen, E. B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 293-299. <https://doi.org/10.1080/026404102753576062>
- Goffman, W., & Warren, K. S. (1969). Dispersion of Papers among Journals based on a Mathematical Analysis of Two Diverse Medical Literatures. *Nature*, 221(5187), Article 5187. <https://doi.org/10.1038/2211205a0>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), 16569-16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- Javier Garcia-Corral, F., Antonio Cordero-Garcia, J., de Pablo-Valenciano, J., & Uribe-Toril, J. (2022). A bibliometric review of cryptocurrencies: How have they grown? *FINANCIAL INNOVATION*, 8(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00306-5>
- Kartakoullis, N. (2009). Important Parameters of the Football Industry in Cyprus: Challenges and Opportunities. *The sport Journal*, 12(1543-9518).

- Kushairi, N., & Ahmi, A. (2021). Flipped classroom in the second decade of the Millenia: A Bibliometrics analysis with Lotka's law. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4401-4431. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10457-8>
- Mark, H. B. (2020). *Kinetic methods of analysis*. <https://doi.org/10.1036/1097-8542.364500>
- Nash-Stewart, C. E., Kruesi, L. M., & Del Mar, C. B. (2012). Does Bradford's Law of Scattering predict the size of the literature in Cochrane Reviews? *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 100(2), 135-138. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.100.2.013>
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: Part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(12), 997-1015. <https://doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000>
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2013). Recovery in soccer: Part ii-recovery strategies. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(1), 9-22. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0002-0>
- Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2028-2036. <https://doi.org/10.1097/00005768-200212000-00025>
- Price, D. D. S. (1976). A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. *Journal of the American Society for Information Science*, 27(5), 292-306. <https://doi.org/10.1002/asi.4630270505>
- Rodríguez-Santana, L., Adsuar, J. C., Denche-Zamorano, Á., Vega-Muñoz, A., Salazar-Sepúlveda, G., Contreras-Barraza, N., Galán-Arroyo, C., & Louro, H. (2022). Bibliometric Analysis of Studies on Whole Body Electromyostimulation. *Biology*, 11(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/biology11081205>
- Rodríguez-Redondo, Y., & Leon, K. (2024). Analysis Of The Scientific Production In Artistic Gymnastics, And In The Men's And Women's Modalities. *Science of Gymnastics Journal*, 16(1), 123-150.
- RStudio Team. (2020). *RStudio: Integrated Development for R* [Software]. RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>.
- Sakamoto, K., Numazu, N., Hong, S., & Asai, T. (2016). Kinetic Analysis of Instep and Side-foot Kick in Female and Male Soccer Players. *Procedia Engineering*, 147, 214-219. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.216>
- Sigward, S. M., & Powers, C. M. (2006). The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 21(1), 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.001>
- Teresa Manjarres, M., Mahecha Duarte, D. P., Navarro-Obeid, J., Vergara alvarez, M. L., Martinez, I., Cudris-Torres, L., Hernandez-Lalinde, J., & Bermudez, V. (2023).

A bibliometric analysis and literature review on emotional skills. *FRONTIERS IN PSYCHOLOGY*, 14, 1040110. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1040110>

Tsaousidis, N., & Zatsiorsky, V. (1996). Two types of ball-effector interaction and their relative contribution to soccer kicking. *Human Movement Science*, 15(6), 861-876. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(96\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(96)00027-9)

Yie, K.-Y., Chien, T.-W., Chen, C.-H., Yeh, Y.-T., Lin, J.-C. J., & Lai, F.-J. (2021). Suitability of h- and x-indices for evaluating authors' individual research achievements in a given short period of years: A bibliometric analysis. *Medicine*, 100(10), e25016. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025016>

Zi, M., & Gao, D. (2023). A study of football goal trajectories of trained players through a kinetic model. *The Journal of Engineering*, 2023(4), e12264. <https://doi.org/10.1049/tje2.12264>

Zipf, G. K. (2013). Selected Studies of the Principle of Relative Frequency in Language. En *Selected Studies of the Principle of Relative Frequency in Language*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674434929>

**Fecha de recepción: 8/10/2024**  
**Fecha de aceptación: 26/11/2024**