



MÁSTER
UNIVERSITARIO EN
INVESTIGACIÓN
Y MEDICINA
CLÍNICA



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“COMPARACIÓN DE LA ASIMETRÍA FUNCIONAL DE
DESPLAZAMIENTO EN LA CARRERA LINEAL Y EN EL
JUEGO DE FÚTBOL EN FUTBOLISTAS DE ÉLITE”

Alumno : LLABRÉS BENNASAR, BARTOMEU

Tutor : BAÑULS ROCA, JOSÉ

Curso: 2016/2017

ÍNDICE

1. RESUMEN / PALABRAS CLAVE	3
2. ABSTRACT / KEY WORDS	5
3. CUERPO DEL TFM	7
○ INTRODUCCIÓN / ESTADO ACTUAL DEL TEMA	7
○ HIPÓTESIS	11
○ OBJETIVOS	11
○ METODOLOGÍA	12
▪ Diseño del estudio	12
▪ Sujetos	12
▪ Variables de estudio	13
▪ Instrumentos	14
▪ Procedimiento	16
▪ Análisis de datos	17
▪ Dificultades y Limitaciones	18
○ PLAN DE TRABAJO	19
○ ASPECTOS ÉTICOS	21
○ RESULTADOS	22
○ APLICABILIDAD Y UTILIDAD DE RESULTADOS	28
○ DISCUSIÓN	29
○ CONCLUSIONES	30
○ PRESUPUESTO	31
○ AGRADECIMIENTOS	32
4. BIBLIOGRAFÍA	33
5. ANEXOS , FIGURAS Y TABLAS	35

RESUMEN

Introducción: El estudio de rendimiento en el fútbol es fundamental como deporte profesional. La tecnología Global Positioning System (GPS) ha sido introducida recientemente como medidor de rendimiento en algunos deportes. La asimetría funcional de desplazamiento o imbalance mediante GPS en los futbolistas se define como el porcentaje de diferencia entre los pasos realizados con la pierna derecha y con la izquierda durante la realización de la actividad física.

Hipótesis: La asimetría funcional de desplazamiento medida en GPS en carrera lineal es mayor que la medida en juego de fútbol con balón.

Objetivos: El objetivo principal del estudio es comparar la asimetría funcional de desplazamiento en carrera y juego de fútbol mediante GPS en los futbolistas.

Material y métodos: 24 futbolistas profesionales de un equipo de 1ª División de la Arabian Gulf League. Instrumentados con un sensor de posición y aceleración (Gpsport 15 Hz) ubicada en el dorso del jugador mediante un chaleco especial, fueron sometidos a x sesiones de entrenamiento en las que realizaban juegos de fútbol y carrera lineal. Se observan durante tres meses, los cambios producidos en la asimetría funcional de desplazamiento en las sesiones que se realiza juego de fútbol y/o carrera lineal. El total de sesiones en cada jugador entre carrera y fútbol fue de 22.

Las imbalance y la variabilidad del imbalance (desviación típica del imbalance) fueron comparadas entre los grupos de carrera lineal. También se valoró la lateralidad de los desplazamientos entre ambos grupos. Para valorar las diferencias se utilizaron pruebas no paramétricas.

Resultados: No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en asimetría funcional de desplazamiento o imbalance entre los dos procedimientos (carrera y juego de fútbol) en todos los jugadores en conjunto. Sin embargo, sí existen diferencias estadísticamente significativas en algunos jugadores cuando hacemos un estudio por cada jugador individualmente.

Sí hay diferencias en la desviación típica del imbalance con todos los jugadores en conjunto. No hay diferencias estadísticamente significativas en el desequilibrio hacia la derecha o hacia la izquierda.

Conclusión: No existen diferencias estadísticamente significativas entre la asimetría funcional de desplazamiento en carrera lineal y en juego de fútbol cuando analizamos todos los jugadores en conjunto pero sí en algunos jugadores individualmente.

Palabras clave: Fútbol, Gps, Carrera, Asimetría, Lesión, Futbolistas, Desequilibrio de carrera



ABSTRACT

Introduction: The performance study in football is fundamental as a professional sport. Global Positioning System (GPS) technology has recently been introduced as a performance gauge in some sports. The functional asymmetry of displacement or imbalance by GPS in football players is defined as the percentage difference between the steps performed with the right leg and the left during the performance of physical activity.

Hypothesis: The functional asymmetry of displacement measured in GPS in linear race is greater than that measured in football game with ball.

Objectives: The main objective of the study is to compare the functional asymmetry of displacement in running and football game with GPS in soccer players.

Material and methods: 24 professional football players from a 1st Division team of the Arabian Gulf League. Instrumented with a position and acceleration sensor (Gpsport 15 Hz) located on the back of the player with a special vest, they were subjected to x training sessions in which they realized football games and linear race. It is observed during three months, the changes produced in the functional asymmetry of displacement in the sessions that is realized game of football and / or linear race. The total number of sessions in each player between running and football was 22.

Imbalance and imbalance variability (typical imbalance deviation) were compared between linear race groups. The laterality of the displacements between both groups was also evaluated. Non-parametric tests were used to assess the differences.

Results: No statistically significant differences were found in functional asymmetry of displacement or imbalance between the two procedures (linear race and football game) in all players as a whole. However, there are statistically significant differences in some players when we do a study for each player individually.

There are differences in the standard deviation of the imbalance with all players together. There is no statistically significant difference in the right or left imbalance.

Conclusion: There are no statistically significant differences between the functional asymmetry of displacement in linear race and football games when we analyse all the players as a whole but in some players individually.

Key words: Football, Gps, Running, Assymetry, Injury, Football players, Imbalance Running



INTRODUCCIÓN / ESTADO ACTUAL DEL TEMA

El fútbol es uno de los deportes más practicados en el mundo, además de ser también uno de los que más cantidad de dinero mueve en los países donde se practica.

Si nos centramos en el fútbol profesional o de élite, el lograr un mayor rendimiento se ha convertido en primordial hoy en día debido a la gran repercusión que se le da a este deporte.

El aumento o disminución de éste en los futbolistas, puede hacer que incrementen las ganancias de los clubes de fútbol a los que pertenecen y de los mismos deportistas y no solamente de tipo económico sino también otras repercusiones positivas en forma de títulos y prestigio.

Son muchas las razones por las que adquiere una gran importancia el análisis de todos los datos que están a disposición de los profesionales que trabajan en éste ámbito (entrenadores, preparadores físicos, personal sanitario, etc...) para sacar conclusiones y conseguir el mayor rendimiento de los deportistas. Es por eso de que cada vez más los deportes son estudiados al detalle y para hacerlo se sirven de la tecnología.

Desde hace relativamente poco tiempo en los diferentes deportes e incluyendo el fútbol entre éstos, se ha introducido la utilización de la tecnología Global Positioning System (GPS) (Figura 1).

Este sistema de posicionamiento es utilizado por los técnicos para la cuantificación de cargas de entrenamiento y competición de los deportistas. Con éstos se intenta obtener la mayor información que da este tipo de tecnología para que se apliquen mejoras en entrenamientos y consecuentemente en rendimiento.

El fútbol a diferencia de otros deportes, es el único donde el jugador se desplaza con los miembros inferiores a la vez que son éstos los que mueven el balón con el que se juega. La dominancia lateral que presenta la mayoría de las personas hace que los jugadores normalmente, aunque utilicen ambas extremidades inferiores, tiendan a manejar el balón más con una pierna que con otra. Esto puede hacer que al desplazarse se utilice más uno de los miembros inferiores u otro, pudiendo hacer una asimetría funcional de desplazamiento derecha o a izquierda en mayor o menor medida.

Los GPS ofrecen información sobre muchos parámetros como: distancia recorrida, metros a alta y baja intensidad, aceleraciones, desaceleraciones, sprint, frecuencia cardíaca, impactos recibidos,... Toda esta información nos permite saber con exactitud y de forma objetiva la carga que realizan los jugadores de fútbol durante la semana. En muchos equipos si los estamentos oficiales de las ligas lo permiten también son utilizados durante los partidos de competición.

Además de todos éstos parámetros relacionados con la carga externa que suponen las sesiones de entrenamiento o partidos, algunos instrumentos que utilizan tecnología GPS incorporan otros sensores que dan información sobre aceleración y que permiten conocer información respecto a la asimetría de estos desplazamientos, que en este trabajo se ha denominado asimetría funcional de desplazamiento. Son relativamente pocas marcas de GPS las que nos dan esta información del jugador.

En la búsqueda realizada en Pubmed no hay ningún estudio en la que conteste la pregunta planteada. Tampoco no hay ningún estudio que valore la asimetría funcional de desplazamiento mediante GPS que es como se valora en este proyecto.

Los filtros utilizados en la búsqueda han sido: existencia de resumen (abstract), que sean estudios publicados en los últimos 10 años y que hayan sido realizados en humanos. Incluimos un total de 16 artículos debido a la información que nos dan en relación a nuestro proyecto.

Hay algunos estudios hechos en futbolistas sobre asimetría pero no de desplazamiento sino de fuerza. Comparando la fuerza de las dos piernas en determinados grupos musculares como por ejemplo en isquiotibiales (1)(2). Estos estudios nos sirven para ver que anteriormente se han estudiado las asimetrías en el fútbol aunque no sea asimetría funcional de desplazamiento.

En otros también se examina la calidad de los patrones de movimiento funcional (3). Este tipo de estudio es muy interesante ya que estudia los movimientos funcionales del fútbol. En uno de éstos se examina a uno de los clubes de fútbol de la liga de Hungría, donde los futbolistas se someten al sistema Functional Movement Screen™ (FMS); un programa funcional integral diseñado para determinar e identificar la calidad del movimiento y los mayores factores de riesgo para las lesiones sin contacto. El sistema de pre-selección de FMS encontró asimetría de miembro inferior presente en el 40% de los participantes. La relación de esta asimetría con las lesiones está documentada en otros deportes como por ejemplo en el fútbol americano (4).

Otro de los estudios incluidos hace referencia a que un entrenamiento técnico sistemático y específico (5) para el pie no preferido aumenta su uso y reduce la asimetría funcional en la situación del juego, mejorando consecuentemente el desempeño del jugador.

Si nos centramos solamente en la carrera también hay literatura sobre las asimetrías como por ejemplo en el despegue y aterrizaje (6) y también en el impacto contra el suelo (7). Se miden la diferencia entre las dos extremidades de estas variables.

Lo que se sugiere en uno de estos estudios es que el sistema de brazo de palanca asimétrico mientras el deportista corre contribuye a la asimetría.

Parece ser que hay unos niveles naturales de asimetría al realizar carrera y que los cambios en ésta podrían influir en el rendimiento (8). No solamente eso sino que los entrenadores y deportistas interesados en minimizar la diferencia lateral deben considerar un régimen de entrenamiento dirigido a corregir la asimetría puede afectar negativamente a la técnica de carrera al influir en los movimientos compensatorios que un atleta suele realizar.

Anteriormente relacionábamos la asimetría con lesión (9) pero parece ser que si hablamos solamente de carrera no es así. La relación entre asimetría y riesgo de lesión debe ser evaluada con precaución ya que la velocidad de la carrera puede influir en la asimetría en sujetos lesionados y no lesionados que a menudo muestran niveles de asimetría similares. Esto significa que en este campo de las lesiones habrá que individualizar el análisis del deportista. La simetría en la carrera se puede mejorar con la velocidad de funcionamiento creciente (10). En fútbol hay estudios que relacionan los datos obtenidos con el GPS (11) con posibilidad de padecer lesiones, pero no incluyen el dato de la asimetría funcional en su valoración (12), tan solo se fijan en volumen e intensidad de carrera.

La hipótesis de que, como ocurre en los coches, asimetrías estructurales del cuerpo podrían generar asimetría en la cinemática / dinámica de la locomoción, terminando en un mayor costo metabólico de transporte, es decir, más "combustible" necesario para viajar una distancia determinada. Estudios previos encontraron que las asimetrías en el cuerpo de los caballos se correlacionaron negativamente con el rendimiento del galope. Los resultados sugieren que a pesar de los efectos significativos de la asimetría anatómica en la cinemática, o bien esos cambios son demasiado pequeños para afectar la economía o una compensación plástica en el sistema locomotor mitiga el cambio hipotético en el gasto energético de la carrera (13).

Sobre la tecnología que usaremos que son los GPS hay evidencia de que las unidades de 10 Hz y 15 Hz (14) proporcionaron las medidas mejoradas de las demandas de movimiento en comparación con 1 Hz y 5 Hz GPS(15).

La justificación del interés científico de este estudio es que nadie anteriormente ha realizado un estudio comparativo sobre la asimetría funcional de desplazamiento comparando los gestos: carrera lineal y juego de fútbol, ni siquiera se han hecho estudios con la utilización del GPS para medir este tipo de variable.

Por otra parte este estudio puede ser de utilidad para los profesionales del ámbito de la salud como: médicos, fisioterapeutas, preparadores físicos (licenciados en ciencias de la actividad física y deporte), podólogos ... que trabajan en entorno del deporte profesional y especialmente en fútbol.

HIPÓTESIS

La asimetría funcional de desplazamiento medida en GPS en carrera lineal es mayor que la medida en juego de fútbol con balón.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es:

- Comparar la asimetría funcional de desplazamiento de los movimientos medidos mediante GPS en los futbolistas de élite de un equipo en dos tipos de desplazamiento: carrera lineal y juego de fútbol con balón.

El objetivo secundarios es:

- Valoración de la lateralidad de la asimetría (derecha o izquierda)

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

El diseño del estudio que utilizaremos para analizar la asimetría funcional de desplazamiento en los futbolistas será un estudio descriptivo transversal ya que es el que más se adecua al tipo de estudio propuesto.

SUJETOS

El estudio se realiza en un club de fútbol profesional de primera división de Emiratos Árabes Unidos, que disputa también Champions League de Asia. La población son un grupo de jóvenes de sexo masculino entre 20 y 34 años. La media de edad es de 25,8 años. Son nacidos en Emiratos Árabes Unidos todos exceptuando cinco jugadores (uno de Chile, uno Argentina, uno de Brasil, uno de Hungría y uno de Corea del Sur).

Son todos jugadores de campo (10 defensas, 11 centrocampistas y 3 delanteros).

Los jugadores habitualmente utilizan el GPS con normalidad desde hace dos temporadas en prácticamente todas las sesiones de entrenamiento.

Los criterios de inclusión

- Que sean jugadores de campo de la primera plantilla del equipo de fútbol.
- Que hayan firmado el consentimiento informado previamente.

Los criterios de exclusión

- Los futbolistas que hayan abandonado el equipo en el periodo de tiempo analizado
- Los jugadores que no sean de la primera plantilla del equipo y que a veces entrenan con el primer equipo pero que no siguen la planificación de entrenamiento exacta del grupo al que estamos analizando.
- Los futbolistas que ocupen la posición de portero se excluyen también del estudio.

VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables principal del estudio son:

- Asimetría funcional de desplazamiento o imbalance, es una variable continua que se define como el porcentaje de diferencia entre los pasos realizados con la pierna derecha y con la izquierda (dado que es un porcentaje, carece de unidades). Como los datos ofrecidos por el GPS es una distribución que ofrece múltiples medidas de desplazamiento al final la máquina ofrece como medida de tendencia central un valor que es la media de todas las mediciones y como medida de dispersión su desviación típica.

- Lateralidad de la asimetría Es la dirección de la asimetría funcional de desplazamiento .Es una variable dicotómica: derecha / izquierda.

- Variable de Agrupación que presenta dos categorías:

1. Carrera lineal.
2. Juego de fútbol.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos de medida son la tecnología GPS (Gpsport) de 15 Hz . Es una pieza de plástico que posee sensores y un acelerómetro internamente. Se activa mediante un botón en la propia unidad. Cada unidad de GPS va insertado en un chaleco (figura 2) especial de la misma marca ,que es el que mejor se adapta a la forma del GPS .

El GPS es colocado en la parte dorsal de la espalda del deportista, donde el chaleco posee un bolsillo especial para la ubicación de esta unidad. Se debe ajustar la talla de los chalecos al cuerpo del deportista y realizar una colocación adecuada del GPS para minimizar los rebotes de la unidad para que no dé resultados erróneos.

Gpsport ofrece un análisis de la simetría de funcionamiento del atleta basado en información derivada de los sensores y del acelerómetro que lleva el Gps.

La diferencia porcentual, entre el paso izquierdo y el derecho, es reportada al usuario como 'Imbalance' (desequilibrio) que juntamente con la variable Right/Left (derecha /izquierda) la denominamos asimetría funcional de desplazamiento. Por ejemplo, una puntuación de 'cero' representa una zancada de carrera simétrica. Es decir, una serie de golpes de pie donde la izquierda es la misma que la derecha. Una puntuación de "7% Derecha" refleja una zancada asimétrica, específicamente una carga 7% mayor en el lado derecho, en comparación con la izquierda.

Para completar el análisis el Gpsport identifica un número especificado de golpes de pie en secuencia combinada con ajustes para controlar el cambio de dirección y velocidad ya que estos eventos son conocidos por no ser simétricos.

Aunque no haya estudios definitivos todavía que lo corroboren se utiliza los valores entre 0- 5% tanto derecha como izquierda, como valores dentro la normalidad de asimetría funcional de desplazamiento.

Los resultados se descargan mediante una plataforma (figura 3) conectada a un ordenador que posee el software.

A continuación el software identifica, cuantifica y compara las fuerzas en el contacto de tierra (golpe de pie) en el lado derecho y izquierdo durante la realización del deporte.

Además se recomienda que los jugadores usen la misma unidad GPS para cada sesión (16) de ejercicio para reducir el error de medición. Se debe considerar el nivel de error de medida entre unidades cuando se comparan los resultados de los jugadores que usan diferentes unidades GPS.



PROCEDIMIENTO

La recogida de variables se realizó en cada entrenamiento donde se hizo carrera lineal o juego de fútbol o ambas, mediante la tecnología GPS 15Hz de la marca 'Gpsport'.

Durante los entrenamientos habituales del equipo de los meses enero, febrero y marzo de 2017. Normalmente en los entrenamientos de una semana típica en fútbol se realizan algunas sesiones donde los jugadores realizan carrera o juego de fútbol o ambas.

Dos semanas antes del inicio del estudio los jugadores fueron sometidos a un test para conocer su velocidad umbral de carrera (maximal lactate steady state). El resultado del test se utilizó para individualizar la velocidad de carrera de cada uno de los participantes.

Se analizan los datos en los entrenamientos donde se realizan 15 min de carrera uniforme (FIGURA 4) (carrera subumbral velocidad entre 11 y 13 km por hora). Se excluyen los otros ejercicios que se hicieran ese día.

También se analizan los datos obtenidos con el GPS de los días que se realiza juego de fútbol (FIGURA 5). En algún entrenamiento se hacen las dos cosas, juego de fútbol y carrera. En los datos obtenidos de los 24 jugadores hay 3 sesiones donde se realizaron las dos cosas el mismo día con todos los jugadores disponibles.

Se configura el GPS para que calcule solamente la asimetría por encima de 8 km/h, así evitamos incluir los momentos donde el jugador de fútbol camina o está parado.

Destacar la importancia de realizar el análisis sobre la misma superficie ya que cambia debido a las irregularidades que pueda haber en el tipo de terreno. El estudio se ha realizado sobre césped natural y siempre sobre el mismo campo. El campo era regado todos los días previamente x minutos antes con un protocolo de riego similar y que ningún día llovió.

Después de los entrenamientos se realizará la descarga en el ordenador de los datos obtenidos en los GPS de cada uno de los jugadores de fútbol que componen el equipo. Se ordenaran los resultados obtenidos con el software del GPS en tablas de Excel clasificado por número de sesión, fecha, jugador y tipo de ejercicio realizado (carrera o juego de fútbol).

ANÁLISIS DE DATOS

Nos servimos de herramientas informáticas de gestión de datos y estadísticas. Los datos se han recogido con una hoja de cálculo (Microsoft Excel) inicialmente y posteriormente se ha utilizado el SPSS 24 para realizar el análisis de datos y comparación de categorías

En primer lugar se analizarán los resultados de los jugadores en conjunto y posteriormente cada jugador por separado. De cada jugador se le medirán 22 medidas diferentes (11 para carrera y 11 en juego de fútbol).

A continuación se muestran los diferentes análisis de los datos realizados:

- Se analizaron las variables continuas 'imbalance' y su desviación típica mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.
- A continuación al obtener que la distribución de la variable no se ajusta a una distribución normal se utilizaron la mediana como medida de tendencia central y como medida de dispersión los percentiles p25 y p75.
- Además se utilizaron pruebas no paramétricas para grupos independientes (U de Mann Whitney) para las variables de escala (imbalance y desviación típica) aplicada a los dos procedimientos realizados por los futbolistas que son carrera y juego de fútbol.
- Finalmente se realiza la prueba de chi-cuadrado para analizar la variable lateralidad de la asimetría, que es una variable dicotómica (derecha / izquierda).

DIFICULTADES Y LIMITACIONES

Las dificultades que encontramos en el estudio es que algún día los jugadores se olvidan de ponerse la unidad de GPS para el entrenamiento, haciendo que no tengamos datos del señalado día.

Además algún caso excepcional donde el GPS debido a una mala señal durante el entrenamiento, no marca correctamente los datos o hay un error en la descarga de los datos almacenados haciendo también que no se obtengan resultados de ese jugador en la determinada sesión de entrenamiento.

Las limitaciones son que solo estudiamos una plantilla de 24 jugadores de fútbol durante tres meses. Aunque tenemos un número considerable de datos de todos los jugadores que participan en el estudio hay que tener precaución a la hora de extrapolar los resultados.

Otra de las limitaciones es que el estudio se realiza en un país del Medio Oriente donde las temperaturas son muy elevadas combinadas con una humedad relativa también alta al realizarse en una isla (Abu Dhabi). Los entrenamientos se realizan después de la puesta de sol debido a este factor.



PLAN DE TRABAJO (Tabla 1)

- 1) Inicio del proyecto: Noviembre de 2016. Se inicia una búsqueda bibliográfica sobre el tema del proyecto.
- 2) Diciembre de 2016. Elaboración del protocolo de investigación que se llevará a cabo. Los deportistas firman el consentimiento informado por escrito, que esta en los dos idiomas oficiales del país (árabe e Inglés). Se les informa de lo que va a tratar el proyecto. Los jugadores ya tienen conocimiento del uso del chaleco con la unidad de GPS en prácticamente todos los entrenamientos desde el inicio de la temporada.
- 3) Meses de enero, febrero y marzo de 2017 . Recogida de datos de los GPS de las sesiones de entrenamiento donde se realiza carrera y/o juego de fútbol. Posteriormente hacer la descarga diariamente al terminar el entrenamiento en el ordenador con el software específico. Los resultados están guardados por sesión de trabajo de todos los jugadores.
- 4) Mes de abril y mayo de 2017. Estructuración de los datos obtenidos en tablas de Excel para su posterior estudio con programa estadístico.
- 5) Mes de Junio de 2017. Preparación del proyecto e inclusión de los resultados de los datos obtenidos en los entrenamientos del grupo en el programa estadístico SPSS. Análisis e interpretación de los datos obtenidos del estudio
- 6) Mes de Julio de 2017. Extracción de conclusiones y finalización del proyecto.

Equipo investigador y Distribución de las tareas

El grupo de investigación tiene un carácter multidisciplinar (médico, fisioterapeutas, licenciados en ciencias de la actividad física y deporte)

- Bartomeu Llabrés Bennasar. Investigador principal. Fisioterapeuta. Participa en el diseño del proyecto , análisis e interpretación de datos y coordinación global del proyecto.

- Rafael Aranda Malavés. Investigador colaborador. Médico y Licenciado en ciencias de la actividad física y deporte. Doctor en la Universidad de Valencia. Participa en el diseño del proyecto.

- Jaume Bartres Arenas. Investigador colaborador. Licenciado en ciencias de la actividad física y deporte. Especialista en GPS. Se encarga del volcado de datos del GPS después de cada entrenamiento donde se realice carrera y/o juego de fútbol.

- Juan Iribarren Morrás. Investigador colaborador. Licenciado en ciencias de la actividad física y deporte. Se encarga del control del ejercicio de juego de fútbol.

- José María de la Torre Acedo. Investigador colaborador. Fisioterapeuta. Se encarga del control del ejercicio carrera.

El equipo de investigación tiene una amplia experiencia en el mundo del deporte y especialmente en fútbol. Además de altos conocimientos sobre el control del ejercicio mediante GPS en el fútbol y de desarrollo de programas de entrenamiento para futbolistas, mejora de rendimiento y prevención de lesiones.

ASPECTOS ÉTICOS

El proyecto cumple con todos los requisitos del comité de ética internacional para el deporte.

Consentimiento informado

El participante debe otorgar su consentimiento antes de ser admitido en el estudio clínico. El sujeto del estudio otorgará su consentimiento, firmando el modelo correspondiente. En el ANEXO 1 se adjunta una copia del modelo consentimiento informado. El investigador no iniciará ningún procedimiento correspondiente al ensayo hasta que haya obtenido el consentimiento del paciente. Los jugadores han firmado un consentimiento informado que está escrito en los dos idiomas oficiales del país , árabe e inglés, para que no haya problemas de comprensión ya que algunos jugadores solamente hablan árabe o inglés.

Confidencialidad

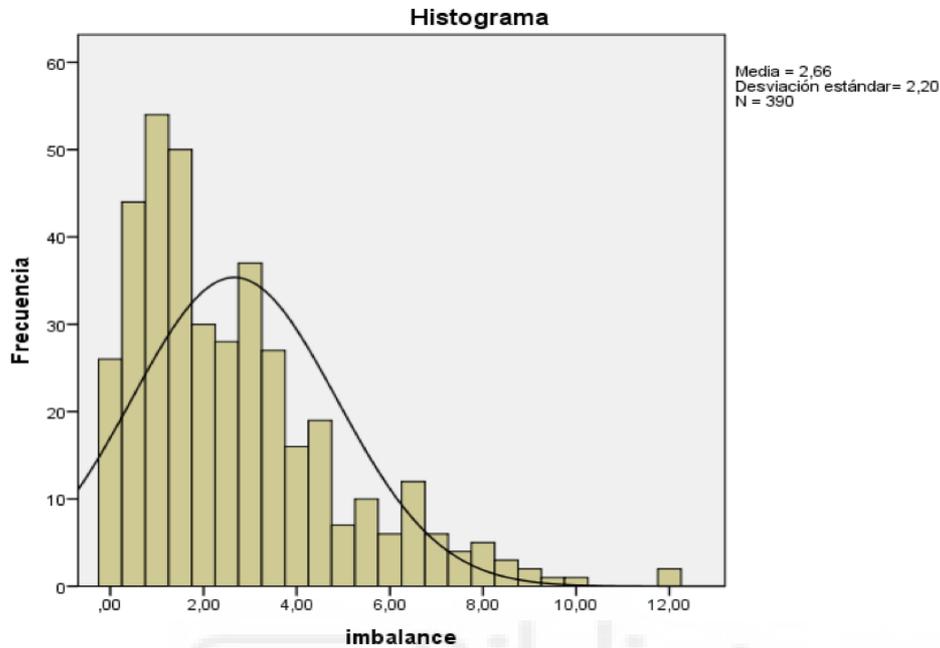
No se publicaran nombres, ni datos personales de los jugadores para preservar el compromiso de privacidad.

La información obtenida en el estudio es confidencial y será de exclusiva propiedad del investigador principal e investigadores colaboradores. No podrá ser revelada a otros sin previo consentimiento del investigador principal y el resto de los investigadores colaboradores y no podrá ser utilizada excepto para la realización de este estudio.

RESULTADOS

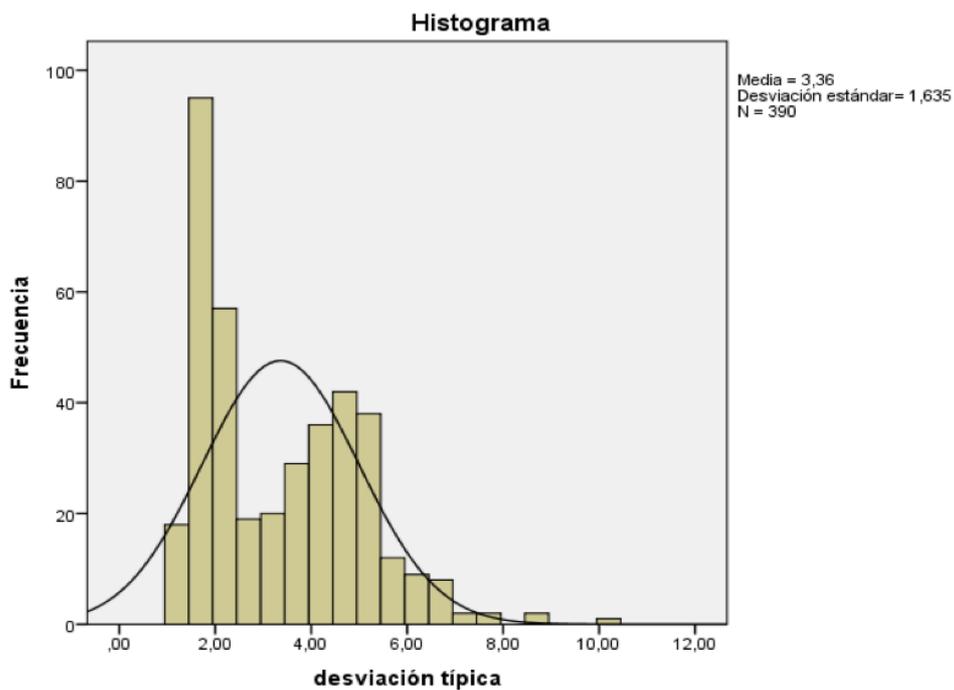
La distribución de la variable imbalance se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1: Histograma de frecuencia del imbalance y su curva de distribución.



La distribución de la desviación típica del imbalance se muestra en el gráfico 2.

Gráfico 2: Histograma de frecuencia de la desviación típica del imbalance y su curva de distribución.



La prueba de Kolmogorov-Smirnov para ambas variables se observan en los gráficos 3 y 4.

Gráfico 3 : Prueba Kolmogorov-Smirnov de la distribución del imbalance.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
8	La distribución de imbalance es normal con la media 2,66 y la desviación estándar 2,200.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 ¹	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Lilliefors corregida

La prueba de Kolmogorov-Smirnov indica que la distribución es distinta a la normal, luego se tienen que utilizar medianas y percentiles p25 y p75 en lugar de media y desviación típica. Y utilizar pruebas no paramétricas (U de Mann Whitney).

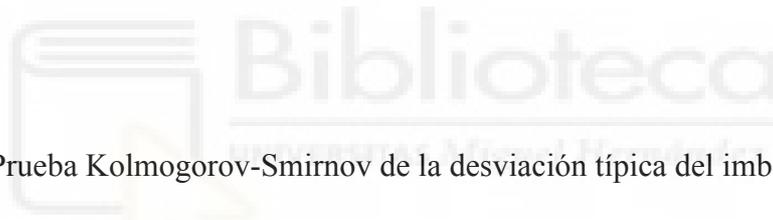


Gráfico 4: Prueba Kolmogorov-Smirnov de la desviación típica del imbalance.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
7	La distribución de desviación típica es normal con la media 3,36 y la desviación estándar 1,635.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 ¹	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Lilliefors corregida

La prueba de Kolmogorov-Smirnov indica que la distribución es distinta a la normal, luego se tienen que utilizar medianas y percentiles p25 y p75 en lugar de media y desviación típica. Y utilizar pruebas no paramétricas (U de Mann Whitney).

Los datos obtenidos con todos los jugadores en conjunto se presentan en la tabla 2.

TABLA 2

VARIABLE	Jugadores en carrera=192		Jugadores en fútbol (n=198)		p
	Número (porcentaje)	Mediana (P25-P75)	Número (porcentaje)	Mediana (P25-P75)	
Imbalance		1,9(0,8-3,7)		2,25(1,8-3,63)	0.172
Desviación típica		1,9(1,6-2,2)		4,6(4,0-5,2)	<0.001
Right /Left					
Right	133(69,3%)		129(65,5%)		0,426*
Left	59(30,7%)		68(34,5%)		

Contraste U de Mann-Whitney, * Chi Cuadrado



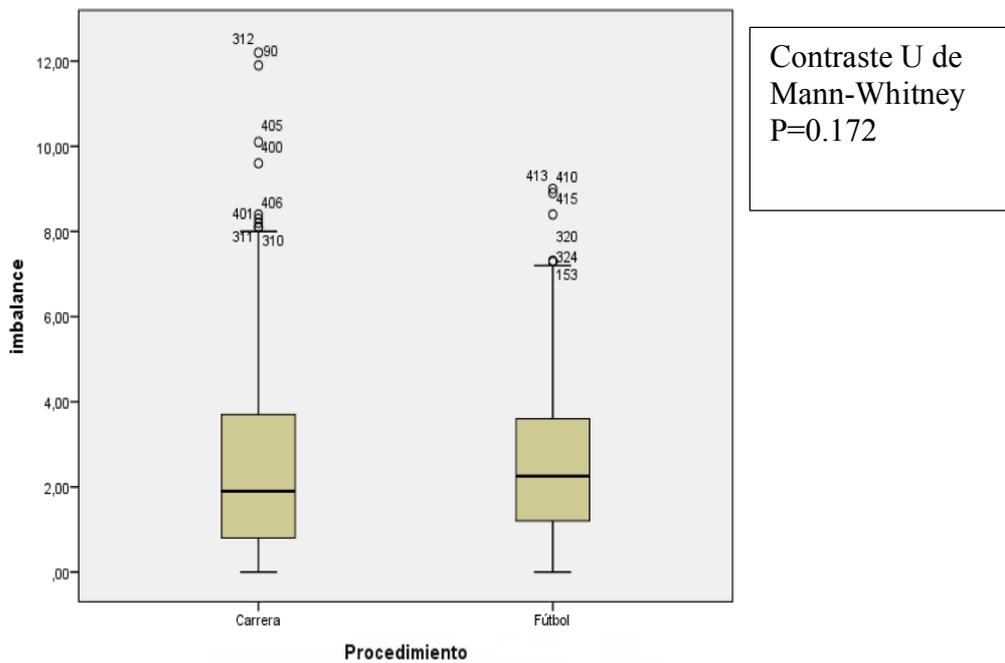
Después de los datos obtenidos con todos los jugadores en conjunto, los resultados en cada jugador individualmente se presentan en la tabla 3.

TABLA 3

VARIABLE	Jugadores en carrera=192		Jugadores en fútbol (n=198)		p
	Número (porcentaje)	Mediana (P25-P75)	Número (porcentaje)	Mediana (P25-P75)	
Imbalance jugador 11 (n=22)		1,9(0,9-2,7)		2,8(1,53-3,18)	0,189
Imbalance jugador 17 (n=22)		0,7(0,1-1,5)		3(2,33-3,53)	0,002
Imbalance jugador 19 (n=22)		1,5(0,55-3,3)		1,5(0,83-2,68)	0,842
Imbalance jugador 2 (n=22)		1,5(0,85-2,2)		1,4(0,75-2,13)	0,815
Imbalance jugador 20 (n=22)		1,4(0,63-1,63)		1,1(0,9-1,45)	0,842
Imbalance jugador 21 (n=22)		2,25(1,33-2,58)		3,8(2,9-4,6)	0,001
Imbalance jugador 22 (n=22)		3,5(2,35-4,93)		4(3-4,6)	0,776
Imbalance jugador 23 (n=22)		2,8(1,9-3,65)		1,2(0,9-1,8)	0,004
Imbalance jugador 24 (n=22)		4,05(3,13-4,38)		3,4(2,48-4,03)	0,200
Imbalance jugador 3 (n=22)		3,45(1,25-4,08)		3,15(2,35-3,65)	1
Imbalance jugador 30(n=22)		1,4(0,85-2,55)		1,7(0,9-2)	0,941
Imbalance jugador 36 (n=22)		0,9(0,4-2,35)		1(0,6-1,05)	1
Imbalance jugador 37(n=22)		2,05(1,15-2,73)		2,9(2,5-3,2)	0,146
Imbalance jugador 4 (n=22)		6,6(5,45-8,15)		5,5(4,55-6,45)	0,063
Imbalance jugador 42 (n=22)		0,75(0,6-2,2)		0,6(0,35-1,48)	0,382
Imbalance jugador 5 (n=22)		1,4(0,75-1,58)		2,1(1,25-2,9)	0,236
Imbalance jugador 6 (n=22)		0,4(0,25-0,85)		1,55(1,28-1,88)	0,001
Imbalance jugador 70 (n=22)		8,1(7,1-9)		6,9(6,75-8,53)	0,278
Imbalance jugador 77 (n=22)		5,95(5,68-6,35)		6,2(5,03-6,5)	0,829
Imbalance jugador 8 (n=22)		0,8(0,2-3,4)		0,8(0,5-1,6)	1
Imbalance jugador 9 (n=22)		1(0,3-1,5)		0,9(0,3-1,2)	0,710
Imbalance jugador 15 (n=22)		0,4(0,15-1,35)		2,6(1,65-3,45)	0,002

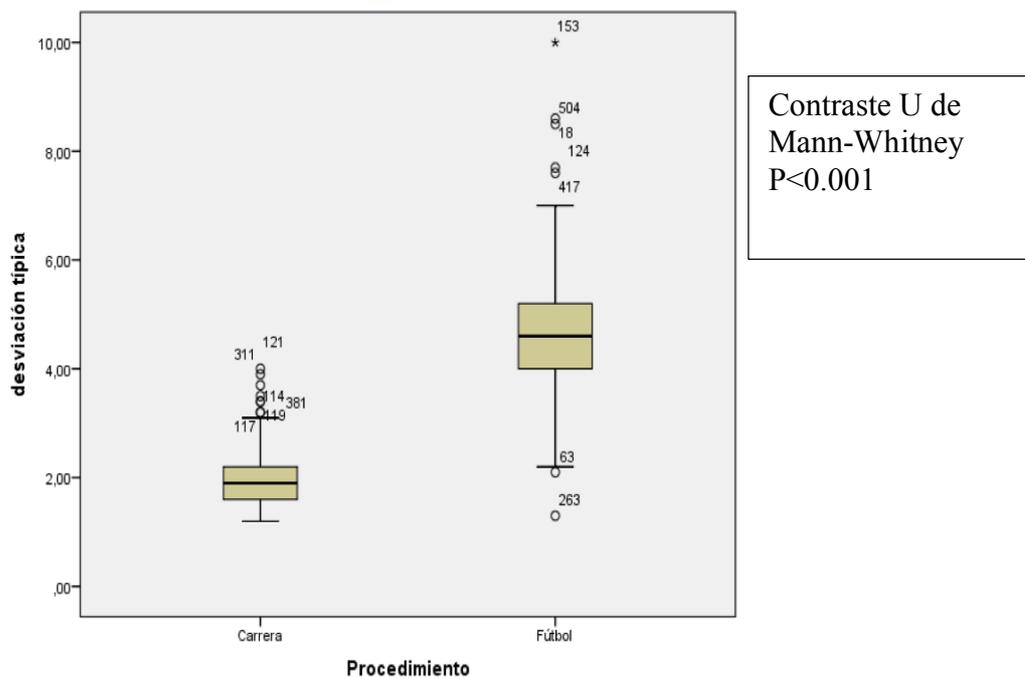
Contraste U de Mann-Whitney

Gráfico 5 : Diagramas de caja de imbalance comparando los jugadores realizando carrera y fútbol.



Se observan que las diferencias no son estadísticamente significativas.

Gráfico 6 : Diagramas de caja de la desviación típica del imbalance comparando los jugadores realizando carrera y fútbol.



Se observan que las diferencias no son estadísticamente significativas.

Gráfico 7: ejemplo de jugador (dorsal 2) sin diferencias significativas en el imbalance entre el juego de fútbol y la carrera.

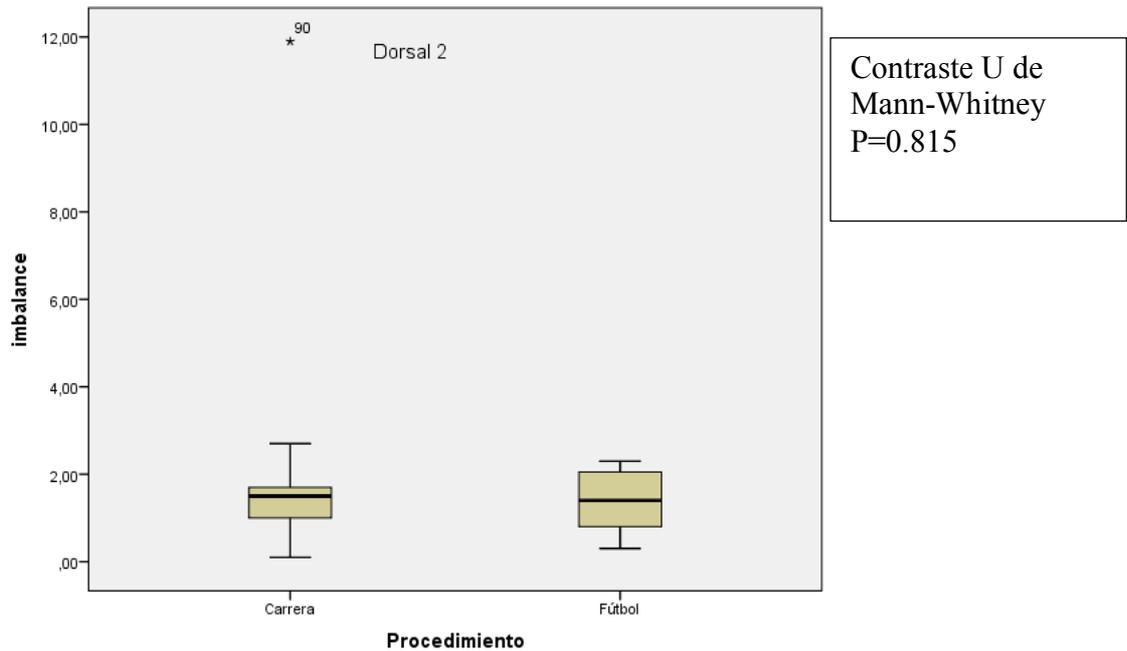
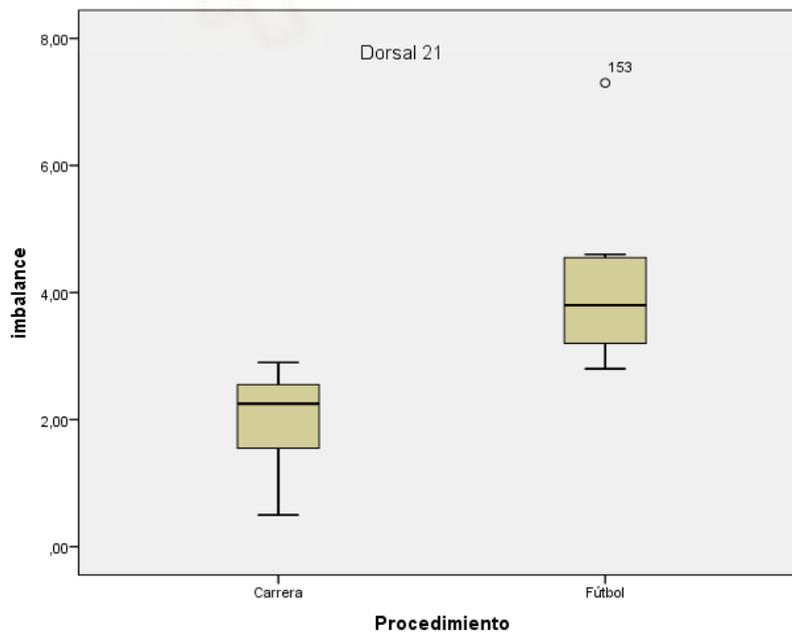


Gráfico 8: ejemplo de jugador (dorsal 21) con diferencias significativas en el imbalance entre el juego de fútbol y la carrera.



APLICABILIDAD Y UTILIDAD DE RESULTADOS

Las aplicaciones practicas del valor que nos da el GPS en asimetría funcional de desplazamiento son:

- Conocer que gesto (carrera o juego de fútbol) produce más asimetría funcional de desplazamiento en el futbolista.
- Establecer un rango normal ajustado para cada futbolista e identificar los cambios a nivel individual tanto en gesto de carrera como en juego de fútbol.
- Al obtener el rango normal del futbolista podremos identificar cambios en éste, por ejemplo para saber cuando esté fatigado.
- Prevenir una posible lesión, ya que tendremos la información diaria del deportista.
- Ver los cambios y mejoría del deportista durante la rehabilitación de una lesión.
- Analizar los cambios en la mecánica de funcionamiento del jugador.
- Utilizarlo como dato objetivo para la vuelta a la competición de un jugador lesionado.

DISCUSIÓN

En la revisión de la bibliografía realizada se pone de manifiesto que no existe investigación sobre la asimetría funcional de desplazamiento en fútbol con la utilización del sistema GPS como medidor. Tampoco nadie anteriormente ha comparado la variabilidad de ésta entre el juego de fútbol y la carrera.

En la literatura sí encontramos un análisis cualitativo de gestos en futbolistas . Los resultados de éste sugieren que los patrones de movimiento fundamentales y la asimetría de patrones de movimiento son factores de riesgo identificables para lesiones. Una de las justificaciones de nuestro estudio es que con los resultados obtenidos podemos establecer una relación entre la asimetría funcional de desplazamiento y las lesiones. Podemos saber en qué márgenes de asimetría funcional de desplazamiento se encuentran los futbolistas tanto en la carrera como en el juego de fútbol para poder: predecir lesiones, ver mejoras en los jugadores lesionados y afinar en la vuelta a la competición del deportista después de una lesión.

También creemos que es importante individualizar los resultados para obtener un rango normal de cada uno de los futbolistas ya que individualmente sí que hemos obtenido cambios significativos entre los dos tipos de entrenamiento analizados.

Además remarcar que nosotros para nuestro estudio utilizamos los Gpsport de 15 Hz que al tener más precisión que los GPS de 5 Hz y de 10 Hz de la misma marca, aumentan la fiabilidad de los resultados.

Las características ambientales también pueden influir en las asimetrías de la marcha. Éstas en este caso están relacionadas con irregularidades en el suelo que requieren movimientos compensatorios que cambian la carga de trabajo mecánica sobre las articulaciones y los huesos. Al realizar nuestro estudio en césped natural, puede influir en los parámetros biomecánicos entre los miembros inferiores.

Creemos que se pueden realizar más estudios sobre la asimetría funcional de desplazamiento con muestras mayores y no solamente en fútbol sino también en otros deportes.

CONCLUSIONES

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en asimetría funcional de desplazamiento o imbalance entre los dos procedimientos (carrera y juego de fútbol) en todos los jugadores en conjunto. Sin embargo sí existen diferencias estadísticamente significativas en algunos jugadores cuando hacemos un estudio por cada jugador individualmente.

Sí hay diferencias en la desviación típica del imbalance con todos los jugadores en conjunto.

No hay diferencias estadísticamente significativas en el desequilibrio hacia la derecha o hacia la izquierda.



PRESUPUESTO

- Material inventariable

Es un estudio donde necesitamos para poder realizarlo poseer de la tecnología GPS que tiene un precio aproximadamente de unos 2000 euros por unidad de GPS. Aunque sean intercambiables se utiliza una unidad para cada deportista que analicemos en cada entrenamiento. Por tanto si contamos en unos 20 jugadores de campo que conforman normalmente las plantillas de fútbol estamos hablando de que el gasto en la tecnología GPS de 40000 euros.

Además necesitamos añadir la compra de los chalecos con los que se llevan los GPS que son de 30 euros por unidad que sumarán 600 euros al presupuesto total.

Finalmente un ordenador (400 euros) para la descarga de los datos con el software de los GPS que nos proporciona la marca al comprar las unidades sin coste alguno.

El total del presupuesto final de este apartado será de 41000 euros.

-Gastos de personal

Contratación de 5 personas para la realización del estudio a 2500 euros por persona.

Total: 12500 euros

-Gastos de viaje y estancia

Viaje de ida y vuelta a Emiratos Árabes unidos desde España. 500 euros por persona

Total: 2500 euros

Estancia durante 3 meses de las 5 personas. 1250 euros por persona/mes.

Total: 18750 euros

El presupuesto total son 74750 euros.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto no podría haberse llevado a cabo sin los conocimientos aprendidos en el Máster universitario en investigación y medicina clínica. Agradecer a todos los jugadores, cuerpo técnico y club del Al Wahda de Abu Dhabi por su colaboración durante el estudio.

A mi tutor José Bañuls por la orientación en la elaboración del proyecto y por su ayuda en todo momento.



BIBLIOGRAFÍA

1. Barreira P, Drust B, Robinson MA, Vanrenterghem J. Asymmetry after hamstring injury in English Premier League: issue resolved, or perhaps not? *Int J Sports Med*. 2015 Jun;36(6):455–9.
2. Schache AG, Crossley KM, Macindoe IG, Fahrner BB, Pandy MG. Can a clinical test of hamstring strength identify football players at risk of hamstring strain? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2011 Jan;19(1):38–41.
3. Zalai D, Panics G, Bobak P, Csaki I, Hamar P. Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta Physiol Hung*. 2015 Mar;102(1):34–42.
4. Kiesel KB, Butler RJ, Plisky PJ. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *J Sport Rehabil*. 2014 May;23(2):88–94.
5. Guilherme J, Garganta J, Graca A, Seabra A. Influence of non-preferred foot technical training in reducing lower limbs functional asymmetry among young football players. *J Sports Sci*. 2015;33(17):1790–8.
6. Maykranz D, Seyfarth A. Compliant ankle function results in landing-take off asymmetry in legged locomotion. *J Theor Biol*. 2014 May 21;349:44–9.
7. Bredeweg SW, Buist I, Kluitenberg B. Differences in kinetic asymmetry between injured and noninjured novice runners: a prospective cohort study. *Gait Posture*. 2013 Sep;38(4):847–52.
8. Exell TA, Gittos MJR, Irwin G, Kerwin DG. Gait asymmetry: composite scores for mechanical analyses of sprint running. *J Biomech*. 2012 Apr 5;45(6):1108–11.

9. Rumpf MC, Cronin JB, Mohamad IN, Mohamad S, Oliver JL, Hughes MG. Kinetic asymmetries during running in male youth. *Phys Ther Sport*. 2014 Feb;15(1):53-7.
10. Carpes FP, Mota CB, Faria IE. On the bilateral asymmetry during running and cycling - a review considering leg preference. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med*. 2010 Nov;11(4):136-42.
11. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li F-X. Accumulated workloads and the acute:chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *Br J Sports Med*. 2017 Mar;51(5):452-9.
12. Ehrmann FE, Duncan CS, Sindhusake D, Franzsen WN, Greene DA. GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *J Strength Cond Res*. 2016 Feb;30(2):360-7.
13. Seminati E, Nardello F, Zamparo P, Ardigo LP, Faccioli N, Minetti AE. Anatomically asymmetrical runners move more asymmetrically at the same metabolic cost. *PloS One*. 2013;8(9):e74134.
14. Johnston RJ, Watsford ML, Kelly SJ, Pine MJ, Spurrs RW. Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *J Strength Cond Res*. 2014 Jun;28(6):1649-55.
15. Rampinini E, Alberti G, Fiorenza M, Riggio M, Sassi R, Borges TO, et al. Accuracy of GPS devices for measuring high-intensity running in field-based team sports. *Int J Sports Med*. 2015 Jan;36(1):49-53.
16. Jennings D, Cormack S, Coutts AJ, Boyd LJ, Aughey RJ. Variability of GPS units for measuring distance in team sport movements. *Int J Sports Physiol Perform*. 2010 Dec;5(4):565-9.

ANEXOS

ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

INFORMED CONSENT

موافقه مسبقه

I _____ WITH IDENTIFICATION

انا

NUMBER _____ I AGREE TO PARTICIPATE IN THE STUDY:

جواز سفر رقم

"COMPARISON OF THE FUNCTIONAL ASYMMETRY OF DISPLACEMENT IN THE LINEAR RACE AND IN THE FOOTBALL GAME IN THE FOOTBALL PLAYER OF ELITE"

اقر بالموافقه على المشاركه فى الدراسه مقارنة القياس الوظيفى من النزوح فى سباق لينير و لاعبى كرة القدم

IT WILL BE CARRIED OUT BY THE INFORMATION OBTAINED IN THE TRAINING

OF THE GPS DATA DURING THE PERIOD FROM JANUARY TO MARCH 2017. I AM

وسوف يتم الحصول على البيانات الخاصه بالدراسه من جداول جى بى اس الخاصه بالفتره من يناير الى مارس 2017

INFORMED OF ALL THE PROCESS THAT WILL BE PERFORMED, THE USE OF THE DATA AND THE CONFIDENTIALITY OF THE STUDY.

وانا على علم بجميع العمليات التى سيتم تنفيذها واستخدام البيانات وسريتها

I FREEDOM MY COMPLIANCE TO PARTICIPATE IN THE STUDY.

وانا حريص على امتثالى فى المشاركه

RESEARCHER NAME _____

اسم الباحث

DATE: _____

التاريخ

SIGNATURE

التوقيع

PARTICIPANT NAME _____

اسم المشارك

DATE: _____

التاريخ

SIGNATURE

التوقيع

FIGURA 1 . GPS DE LA MARCA GPSPORT DE 15 HZ



FIGURA 2 .CHALECO ESPECIAL PARA LA COLOCACIÓN DE LA UNIDAD GPS.



FIGURA ·3 . PLATAFORMA DE DESCARGA DE DATOS DE LOS GPS.



FIGURA 4. RADAR GPS DURANTE CARRERA.



FIGURA 5. RADAR GPS DURANTE JUEGO DE FÚTBOL.

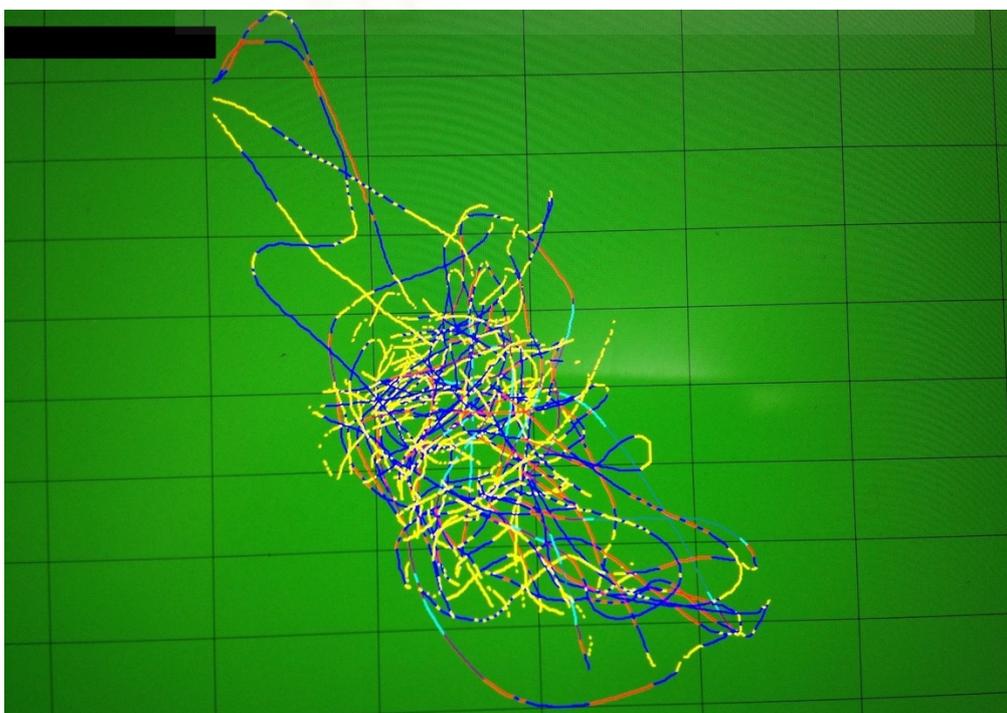


TABLA 1. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

ETAPA	DURACIÓN ESTIMADA
Búsqueda y revisión de la bibliografía publicada. (Pubmed)	1 mes
Realización de proyecto de investigación.	7 meses
Estudio piloto.	3 meses
Recogida de casos (software GPS) e introducción en base de datos. (software Excel)	4 meses
Tratamiento estadístico de los resultados. Software SPSS (IBM comp.).	2 meses
Resultados, discusión y conclusiones.	1 mes
Redacción estructurada.	2 meses

