

**Guillem Álvarez Subirats
Paolo Attanasio
Raül Blaya Soler**

**DETECCIÓN DE DÉFICITS NEUROMUSCULARES EN LA TÉCNICA DE SALTO Y
ATERRIZAJE CON Y SIN BALÓN EN JUGADORES DE BALONCESTO: ESTUDIO
OBSERVACIONAL TRANSVERSAL**

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

dirigido por la Dra. Cristina Adillón Camón

Grado de Fisioterapia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus (Tarragona)

2025



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT

Vistiplau pel lliurament i defensa del Treball de Fi de Grau de Fisioteràpia

En/na.....**CRISTINA ADILLÓN CAMÓN**.....en la
seva tasca com a tutor, considera que

EL TREBALL PRÀCTIC ANOMENAT:

DETECCIÓN DE DÉFICITS NEUROMUSCULARES EN LA
TÉCNICA DE SALTO Y ATERRIZAJE CON Y SIN BALÓN EN
JUGADORES DE BALONCESTO: ESTUDIO
OBSERVACIONAL TRANSVERSAL

REALITZAT PER:

Guillem Álvarez Subirats

Paolo Attanasio

Raül Blaya Soler



ÉS ADEQUAT I, EN CONSEQÜÈNCIA, EN RECOMANA LA DEFENSA

Signatura tutor/ data

Cristina Adillón

RESUMEN

Introducción: El salto vertical es una habilidad fundamental en el baloncesto, influenciada por factores biomecánicos y neuromusculares. Manipular un balón durante el salto podría alterar los patrones de movimiento, afectando la estabilidad y el rendimiento. Comprender estos déficits es esencial para prevenir lesiones y optimizar el entrenamiento.

Objetivo: Evaluar los déficits neuromusculares en el salto vertical de jugadores/as de baloncesto, analizando y comparando los patrones de movimiento con y sin balón, con el fin de identificar diferencias significativas en la ejecución y su relación con el rendimiento deportivo.

Material y métodos: Estudio observacional transversal con 32 jugadores/as de baloncesto (14 hombres y 18 mujeres de entre 18 y 35 años). Los participantes realizaron saltos verticales (*Abalakov Test* y *Single Leg Vertical Jump*) con balón y sin balón. Se analizó la altura del salto, la potencia, y la estabilidad postural durante el aterrizaje en diferentes planos. Los datos se procesaron con análisis estadístico descriptivo y comparativo (pruebas t de Student y ANOVA).

Resultados: Se observaron diferencias significativas en la altura y estabilidad del salto entre las condiciones. Los déficits de estabilidad fueron mayores, especialmente en la rodilla en mujeres y en el tobillo en hombres. Las diferencias por selecciones se manifestaron en la distribución y tipo de inestabilidades. No hubo cambios relevantes en la estabilidad central, aunque se detectaron algunas tendencias clínicas. El uso del balón fue un factor clave en la modulación del rendimiento neuromuscular.

Conclusión: La inclusión de una carga externa como el balón influye en la mecánica articular y el control postural durante saltos funcionales, particularmente bajo condiciones monopodales y en la fase de aterrizaje. Estos efectos, interpretables dentro del marco de la *dual task*, revelan cómo una tarea cognitivo-motora adicional puede alterar los patrones de movimiento, generando adaptaciones distintas según la selección, la extremidad dominante y la articulación implicada.

Palabras clave: Salto, baloncesto, déficits neuromusculares, biomecánica, prevención de lesiones, doble tarea.

ABSTRACT

Introduction: Vertical jump is a fundamental skill in basketball, influenced by biomechanical and neuromuscular factors. Handling a ball during the jump may alter movement patterns, affecting stability and performance. Understanding these deficits is essential for injury prevention and training optimization.

Objective: To evaluate neuromuscular deficits in vertical jump performance in basketball players, comparing and analyzing movement patterns with and without the ball, aiming to identify significant differences in the execution of the sportive performance.

Material and Methods: A cross-sectional observational study was designed with a sample of basketball players (n=32, 14 men and 18 women, aged 18-30). Participants performed vertical jumps under two conditions: with and without the ball. Jump height, power, and postural stability during landing in different planes were analyzed. Data were processed using descriptive and comparative statistical analyzes (t-tests and ANOVA).

Results: Significant differences were observed in jump height and stability between the conditions. Stability deficits were greater, particularly in the knee in women and in the ankle in men. Sex differences were evident in the distribution and type of instabilities. No significant changes were found in central stability, although some clinical trends were detected. The use of the ball was a key factor in modulating neuromuscular performance.

Conclusion: The inclusion of an external load, such as a ball, influences joint mechanics and postural control during functional jumps, particularly under single-leg conditions and during the landing phase. These effects, interpretable within the framework of a dual-task paradigm, reveal how an additional cognitive-motor task can alter movement patterns, leading to different adaptations depending on task selection, the dominant limb, and the joint involved.

Keywords: Jumping, basketball, neuromuscular deficits, biomechanics, injury prevention, dual task.

INTRODUCCIÓN

El baloncesto es uno de los deportes de equipo más practicados del mundo según la FIBA [1] que combina la alta intensidad, velocidad y precisión y dónde los movimientos explosivos y el contacto físico lo posicionan entre las disciplinas con mayor incidencia de lesiones deportivas [2]. Estas lesiones representan un problema no solo por el impacto físico en los jugadores, sino también por las limitaciones que generan en el rendimiento deportivo y en la continuidad de la práctica [3].

Los movimientos repetitivos, como saltos o aterrizajes, generan una carga considerable a nivel articular, lo que puede conducir a lesiones crónicas si no se gestionan adecuadamente [4]. Además, la exigencia física y la intensidad, junto a los patrones de movimientos específicos, pueden predisponer a sus jugadores a lesiones musculoesqueléticas.

Dentro de los movimientos característicos del baloncesto, cambios rápidos de dirección, saltos verticales y los aterrizajes desequilibrados son factor clave en la aparición de lesiones [5], siendo estos últimos muy comunes tras una acción con balón, como ahora un tiro o recibir un pase. Se ha demostrado que los aterrizajes deficientes son una de las principales causas de lesiones en el baloncesto, debido a una distribución ineficaz de las fuerzas que afectan a las extremidades inferiores. [6] Demostrándose así que una correcta técnica y alineación es esencial para reducir las cargas articulares excesivas, y por lo tanto para disminuir el riesgo de lesión. [7]

Si bien, es esencial una estabilidad dinámica eficiente durante el aterrizaje, se ha relacionado una falta de rendimiento multiplanar óptimo, destacando el plano sagital, con la incidencia de lesiones, sobre todo en esguinces de tobillo, lesiones de tendón rotuliano y roturas de ligamento cruzado anterior de rodilla. [5]. Resultando la estabilización dinámica, de manera eficiente, no solo una mejora en el rendimiento, sino que también minimiza el riesgo de lesiones. [8],

Por lo tanto, para ejecutar saltos y aterrizajes eficaces, es imprescindible una alineación biomecánica adecuada del tronco, rodilla y tobillo. [8]. Uno de los mayores factores que contribuyen a la estabilidad central es una correcta técnica, tomando importancia esta no tan solo en el aterrizaje, también en el salto. Estando involucrada en la técnica la carrera al impulso o fase previa al despegue, despegue, vuelo y aterrizaje.[9].

La interferencia de un factor específico del deporte puede afectar a los parámetros del movimiento a estudiar, ya que añade una necesidad de integración y procesamiento de

información que puede aumentar la variabilidad del movimiento [10] y, por lo tanto, afectar en parámetros de en este caso el salto como los ángulos específicos durante las fases o la altura de salto. En todo caso, esta afectación no será siempre así, ya que todavía se puede mantener la marca cuantitativa de la altura, pero modificar la variabilidad de movimiento.

Se ha demostrado una relación entre unos patrones neuromusculares específicos y su predisposición a la lesión, siendo los más comunes, el valgo dinámico de rodilla, la falta de estabilidad central dinámica [5], la falta de control neuromuscular y propiocepción. [8]

Este estudio pretende evaluar y comparar los patrones de movimiento y los déficits neuromusculares en el salto vertical con y sin balón, con el objetivo de comprender mejor cómo estos afectan el rendimiento deportivo de los jugadores y jugadoras de baloncesto.

HIPÓTESIS

Los jugadores y jugadoras de baloncesto presentan déficits neuromusculares diferenciados en el salto vertical, los cuales se manifiestan de manera más pronunciada cuando realizan el salto con balón en comparación con el salto sin balón. Además, estos déficits pueden estar relacionados con un menor rendimiento deportivo, evidenciado por una menor altura de vuelo y una disminución de la potencia de las extremidades inferiores en el salto vertical con balón.

OBJETIVOS

General:

Evaluar los déficits neuromusculares en el salto vertical de jugadores de baloncesto, analizando y comparando los patrones de movimiento con y sin balón, con el fin de identificar diferencias significativas en la ejecución y su relación con el rendimiento deportivo.

Específicos:

1. Analizar los patrones de movimiento durante el salto vertical en jugadores de baloncesto, con y sin balón.
2. Identificar y comparar los déficits neuromusculares en el salto vertical, con y sin balón.
3. Evaluar las diferencias en la altura del salto vertical entre jugadores y jugadoras de baloncesto al realizar el salto con y sin balón.
4. Determinar si existen diferencias significativas en los patrones de movimiento entre las selecciones (femenina y masculina) al realizar el salto vertical con y sin balón

5. Examinar la relación entre los déficits neuromusculares observados en el salto vertical y las posibles implicaciones en la prevención de lesiones en jugadores y jugadoras de baloncesto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional descriptivo transversal entre los meses de septiembre del 2024 y abril del 2025 (8 meses). El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación en medicamentos (Ref CEIm 123/2018). Este estudio sigue las directrices de la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) para estudios observacionales. Los participantes aceptaron voluntariamente participar en el estudio y firmaron el consentimiento informado

Población de estudio

Los participantes fueron jugadores y jugadoras federados/as de baloncesto de edades comprendidas entre los 18 y 35 años, pertenecientes a clubes de baloncesto reclutados a través de la Federación Catalana de Baloncesto (Representación Territorial de Tarragona) durante la temporada de 2024/2025. El estudio se realizó en las instalaciones deportivas de cada club.

Criterios de elegibilidad

Los participantes del estudio debían cumplir los siguientes criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión:

- Ser jugadores/as activos/as de baloncesto en el momento de la selección.
- Tener edades comprendidas entre los 18 y 35 años.
- No haber sufrido lesiones musculoesqueléticas significativas en los últimos seis meses.
- Haber firmado el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Tener cualquier tipo de lesión musculoesquelética durante el estudio.
- Tener historial de cirugía previa en las extremidades inferiores.
- Tener alguna enfermedad oncológica, psiquiátrica y/o psicológica

No realizar todas las pruebas de valoración se consideró criterio de eliminación.

VARIABLES

Las variables principales del estudio son:

Estabilidad central: se analizaron tanto en el Abalakov test como en el *Single Leg Vertical Jump* (SLVJ) [11]. Se observó la posición del tronco analizando la relación de la posición de cintura escapular y la cadera. La prueba se registró con dos dispositivos de filmación, desde vista frontal y vista lateral. Se midió el ángulo **LTM (Line Trunk Motion)** entre la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) y el manubrio esternal en el plano frontal. Se considera estabilidad central, un ángulo cercano a cero, indicando alineación óptima del tronco. Valores negativos o positivos elevados se consideran fuera del parámetro funcional. [12]

Valgo dinámico de rodilla: se analizó en el *Abalakov Test* [13] y el *Single Leg Vertical Jump* (SLVJ) [11]. Este está asociado a un mayor riesgo de lesiones de ligamento cruzado anterior, especialmente en mujeres, indicando una deficiencia en el control neuromuscular y la alineación femorotibial. Se observa la posición de la rodilla, tomando por referencia el ángulo entre la línea del fémur (ASIS-rotula) [14] y la tibia. Ángulos alrededor de 7° indican alineación neutra. En el plano frontal, valores significativamente mayores sugieren un valgo dinámico patológico; valores menores de 7° indican varo.

Estabilidad de tobillo: se realizó mediante el *Abalakov Test* [13] y el *Single Leg Vertical Jump* (SLVJ) [11]. En ambas pruebas se observaron la posición del tobillo tanto en el momento de carga como en el aterrizaje. Para tomar dicha posición se tomó como referencia el ángulo del tobillo, definido por los ejes del peroné y del quinto metatarsiano, con el vértice del ángulo localizado en el punto medio del maléolo externo. La obtención de estos ángulos se llevó a cabo mediante el análisis de vídeo en el plano sagital, que permite una visualización más precisa de la flexión dorsal de tobillo. Se considera que existe estabilidad de tobillo cuando el ángulo observado durante la fase de despegue y aterrizaje se mantenga dentro de los rangos funcionales de dorsiflexión. Por el contrario, se considera inestabilidad

de tobillo cuando se observan limitaciones de rango de movimiento (ROM), colapso de la articulación o bien ángulos anormales de dorsiflexión que se desvíen significativamente de los valores fisiológicos. En la población general, los ángulos de dorsiflexión suelen oscilar entre 32° y 39°. [15] Es importante destacar que resulta más funcional valorar el ROM del tobillo en cadena cinética cerrada y bajo carga más que es más funcional valorar el ROM en cadena cinética cerrada más que en cadena cinética abierta, como recomienda la literatura. [16]. Asimismo, debe considerarse la posición de la rodilla, ya que en los grados normales de dorsiflexión del tobillo varían según su postura. Con la rodilla extendida, el rango oscila entre 0° y 13.10°, mientras que con la rodilla flexionada se observan valores más amplios, entre 5° y 22.30°, lo cual puede influir directamente en la ejecución del gesto y la interpretación de la estabilidad articular.

En el plano frontal se analizó la pronación del pie durante la fase de carga y aterrizaje del salto. Para ello, se tomó como referencia el ángulo formado entre el eje longitudinal de la tibia y la dirección del tercer metatarsiano. Se consideró un patrón estable, aquel en el que el ángulo de pronación se encontraba entre 0° y 6°, rango dentro del cual se asume un control neuromuscular adecuado [16, 17]. Valores superiores a 6° fueron interpretados como una pronación excesiva, indicando una caída medial del pie, lo que sugiere un déficit de control neuromuscular. De forma similar, cuando se registraron ángulos negativos, es decir, menores de 0°, se definió como supinación, también indicativa de un déficit neuromuscular al comprometer la correcta alineación y absorción del impacto durante el gesto. El análisis de este ángulo se realizó exclusivamente en el plano frontal, siendo el más adecuado para identificar desviaciones mediales o laterales del pie respecto a la tibia.

En resumen, en la Tabla 1 se presenta la descripción de los planos utilizados para analizar las variables principales.

Tabla 1. Descripción de los planos y las variables

	Plano frontal	Plano lateral
Estabilidad central	X	
Estabilidad de rodilla	X	
Estabilidad de tobillo y pie	X	X

Todos los ángulos y posiciones se analizaron mediante la herramienta de análisis de video Kinovea [18].

Se consideraron variables secundarias:

Características antropométricas: masa corporal (Kg), altura corporal (cm), índice de masa corporal (Km/m^2), envergadura horizontal y vertical (cm), longitud de la pierna (cm).

Altura de salto: Se evaluó mediante la plataforma de salto ChronoJump [19]. Se registró en centímetros.

Tiempo de vuelo: Se evaluó mediante plataforma de salto ChronoJump [19]. Se registró en segundos.

Potencia de extremidades inferiores: Se evaluó mediante plataforma de salto ChronoJump [19]. Se registró en Watts.

También se consideraron variables secundarias: la edad (años), selección (masculina/femenina), la posición de juego (base, escolta, alero, ala-pívot, pívot), tener lesiones previas en la extremidad inferior (sí/no) y en qué lado (izquierda, derecha o ambos), años de práctica de baloncesto, dominancia de las extremidades evaluada con el test de Harris de pie [D (cuándo efectúa las 10 pruebas con el pie derecho), d (7,8, o 9 pruebas con el pie derecho), I (ídem pero con el izquierdo), i (ídem pero con el izquierdo), A (todos los demás casos)]. Estos datos se tomaron a través de un cuestionario.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El reclutamiento de los participantes se llevó a cabo de los clubes federados en la Representación Territorial de Tarragona de la Federación Catalana de Baloncesto. El primer contacto se realizó mediante una comunicación formal con el club, en la que se explicó el objetivo del estudio y la solicitud de participación para los equipos seleccionados. Posteriormente, se contactó con los respectivos entrenadores y posibles participantes.

Seguidamente, se facilitó a los jugadores una infografía (**Anexo 1**) explicativa, la hoja de información al participante (**Anexo 2**), el consentimiento informado (**Anexo 3**) y la hoja de cesión de derechos de imagen (**Anexo 4**).

Todos los participantes pasaron las pruebas con el pelo recogido, ropa lo más ceñida posible y con las zapatillas de juego.

Mediciones del salto vertical

Los saltos que se van a realizar son el *Abalakov test* y el *Single Leg Vertical Jump* (SLVJ). Estos permiten que exista un “arm swing” o braceo, el cual es una parte del gesto deportivo. Se añade también el *Single Leg Vertical Jump* para estudiar la asimetría entre los miembros inferiores en estos saltos a una sola pierna.

Algunos de los saltos se realizaron con la inclusión de un factor específico del deporte como es el balón de baloncesto. Por ello es necesario comentar que los participantes de las selecciones masculinas utilizaron un balón 7 y las femeninas uno 6.

Instrumentos de Medición

Plataforma de contacto ChronoJump: se utilizó para medir la altura de los saltos [19].

Cámara frontal/lateral: una posicionada a tres metros delante de la plataforma de salto para capturar el plano frontal, mientras que la otra cámara, también situada a 3 metros para capturar el plano sagital. Todas las imágenes fueron guardadas para posteriormente hacer el análisis [20].

Para la evaluación se utilizó un protocolo estandarizado que incluyó dos tipos de salto: el *Single Leg Vertical Jump* y el *Abalakov Test*, test realizados bajo dos condiciones: con balón y sin balón. Cada participante realizó tres intentos por condición, intercalando las ejecuciones. Primero se realizó el *Abalakov Test* (con y sin balón) y después en *Single Leg Vertical Jump* (con y sin balón).

Las únicas instrucciones dadas en los saltos sin balón fueron saltar a máxima intensidad, lo más alto posible, con el fin de no alterar el patrón natural de salto.

Abalakov Test: En esta prueba, los participantes realizaron un salto bipodal con uso libre del braceo (*arm swing*). En la condición sin balón, se instruyó a realizar el salto con la máxima intensidad posible, impulsándose hacia la máxima altura. En la condición con balón, los participantes mantuvieron el balón en posición de lanzamiento durante toda la ejecución, sin soltarlo.

Se registraron los tres saltos por condición, utilizándose posteriormente el salto dónde más altura y potencia se haya generado para el análisis de los déficits.

Single Leg Vertical Jump: Los participantes iniciaron en posición bipodal y se les instruyó a pasar a posición monopodal manteniéndose estable durante otros 2 segundos con

las manos en las caderas. Posteriormente, debían realizar un salto vertical máximo sobre una sola pierna. En la condición con balón, la postura inicial imitaba la preparación para un tiro en suspensión, manteniendo el balón (tamaño 7 en hombres, 6 en mujeres) con ambas manos sin llegar a lanzarlo.

Durante todos los saltos se utilizaron cámaras en los planos frontal y sagital para el análisis cinemático mediante el software Kinovea, y se empleó una plataforma de contacto ChronoJump para cuantificar la altura del salto, el tiempo de vuelo y la potencia de las extremidades inferiores.

Se valoraron los saltos en dos momentos: fase de carga y fase de aterrizaje. Estas dos fases son donde más se evidencian los déficits neuromusculares, donde es necesario valorar y sucesivamente corregir [21].

SESGOS

Como todo estudio observacional, este trabajo presenta ciertos sesgos potenciales que deben ser considerados.

Tabla 2. Sesgos

Tipo de sesgo	Causa principal	Posible consecuencia	Impacto sobre el estudio
Sesgo de selección	Muestra reclutada únicamente en clubes federados de una región específica (Tarragona).	Muestra no representativa del total de jugadores/as de baloncesto.	Limita la generalización de los resultados a otras poblaciones o niveles competitivos.
Sesgo por orden de prueba	Siempre se realiza primero el Abalakov y después el SLJT	Posible fatiga o adaptación en las segundas pruebas.	Influye en el rendimiento, especialmente en los últimos saltos.

Sesgo de aprendizaje	Falta de familiarización previa con los tests (SLJT y Abalakov).	Mejora del rendimiento a lo largo de los intentos por efecto del aprendizaje.	Puede distorsionar la evaluación real del patrón habitual de salto.
Sesgo del observador	Medición cualitativa de movimientos mediante análisis visual (Kinovea en 2D).	Subjetividad en la interpretación de ángulos o estabilidad postural.	Puede reducir la fiabilidad y validez del análisis biomecánico.
Sesgo de esfuerzo/motivación	No se ofrecieron incentivos ni correcciones técnicas	Variabilidad en el esfuerzo individual entre participantes.	Puede afectar la altura y calidad de ejecución del salto.

Con el objetivo de reducir el sesgo derivado del orden de las pruebas, las evaluaciones se realizaron en días alejados de las competiciones oficiales, siempre antes de las sesiones de entrenamiento y tras la realización del calentamiento habitual de cada participante. Para asegurar una recuperación adecuada y evitar la fatiga entre intentos, se estableció un periodo de descanso de 30 segundos entre cada salto.

Asimismo, para minimizar el efecto de aprendizaje, se seleccionaron únicamente participantes mayores de edad, en activo, con experiencia previa en baloncesto y familiarizados con los tipos de salto evaluados, garantizando así una ejecución natural y representativa del gesto deportivo.

En cuanto al sesgo del observador, los saltos fueron registrados en vídeo desde el plano frontal y sagital, permitiendo un análisis más preciso de los ángulos articulares durante las fases de carga y aterrizaje mediante el software Kinovea. Esta doble perspectiva facilitó la identificación de posibles patrones compensatorios y déficits neuromusculares asociados.

Estimación del tamaño de la muestra

Para la estimación del tamaño de la muestra se ha utilizado la calculadora G*Power. Se ha realizado un cálculo bilateral, considerando un tamaño del efecto moderado (0.50)

según Cohen. [22] Se ha establecido un nivel de significación de 0.05, representando el umbral convencional para aceptar un 5% de probabilidad de cometer un error. Asimismo, se ha fijado una potencia estadística del 80%. Bajo esta premisa, la calculadora ha estimado que **se requiere una muestra mínima de 34** participantes para detectar diferencias significativas entre las condiciones analizadas. Esta estimación no contempla posibles pérdidas de seguimiento.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos fueron registrados y procesados mediante una combinación de herramientas tecnológicas especializadas. Para el análisis cinemático cualitativo de los saltos se utilizó el software Kinovea, que permitió medir con precisión los ángulos articulares relevantes en los planos frontal y sagital a partir de grabaciones realizadas con cámaras digitales colocadas a 3 m en los planos frontal y sagital [23].

Imagen 1. ABK con pelota Vista lateral



Imagen 2. ABK sin pelota

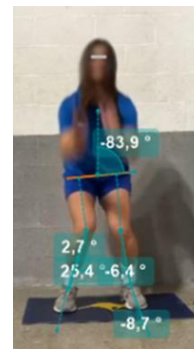


Imagen 3. SLJT sin pelota vista lateral



Imagen 4. SLJT con pelota vista frontal



Los parámetros cuantitativos relacionados con el rendimiento físico (altura del salto y potencia de las extremidades inferiores) fueron recogidos mediante la plataforma de contacto ChronoJump, considerada una herramienta válida y fiable para este tipo de pruebas. Los datos extraídos de ChronoJump fueron exportados y gestionados mediante Microsoft Excel para su organización y preparación estadística. El análisis estadístico se ha realizado a través del software IBM SPSS Statistics.

Las variables cuantitativas (masa corporal, altura corporal, índice de masa corporal, envergadura horizontal y vertical) se describieron mediante estadística descriptiva, media (desviaciones estándar), para representar la tendencia central y la dispersión de los datos, respectivamente, mientras que las cualitativas mediante frecuencias (n) y porcentajes (%).

Por otro lado, las variables cualitativas (estabilidad de tobillo y rodilla, valgo de rodilla y estabilidad central) fueron representadas por las diferentes condiciones del salto, con balón / sin balón, fueron analizadas mediante la prueba t de Student para muestras emparejadas, al tratarse de un diseño intra-sujeto en el que cada participante realizaba ambos tipos de salto. Esta prueba compara los valores medios obtenidos en cada condición para detectar diferencias significativas en los ángulos analizados.

El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0.05$, y cuándo fue necesario, se calculó el tamaño de efecto (Cohen's d) para valorar la magnitud de las diferencias encontradas.

Se analizaron e interpretaron de manera cualitativa los ángulos específicos durante las fases de salto, tanto en carga como aterrizaje y en presencia de balón o no en el género masculino y femenino. Es decir, las parejas analizadas fueron los ángulos (Estabilidad central, valgo dinámico de rodilla, estabilidad de tobillo) en las fases de salto (carga y aterrizaje) en la condición con pelota y sin, de un test específico (ABK SLJT de la pierna dominante o SLJT de la pierna no dominante). Siempre separando el género femenino del masculino, quedando por ejemplo una pareja de la manera siguiente: Valgo dinámico en carga del SLJT dominante femenino con pelota comparando con el Valgo dinámico en carga del SLJT dominante femenino sin pelota.

RESULTADOS

De un total de 56 participantes contactados para la selección, solo 32 pudieron formar parte de la muestra final.

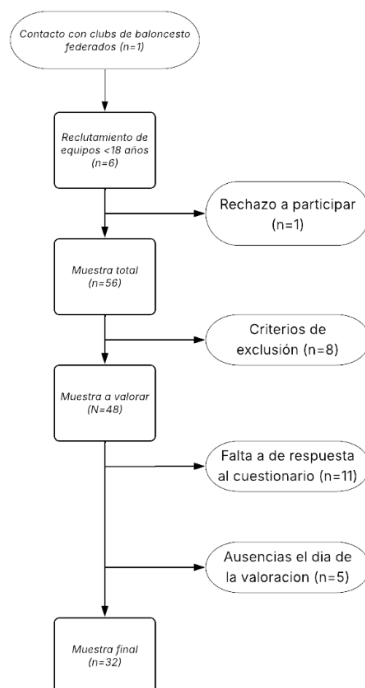


Figura1. Diagrama de flujo de selección de la muestra

En la Tabla 3 se muestran las características descriptivas de la muestra según la selección (femenina/masculina).

Tabla 3. Características descriptivas de la muestra (n=32)

	Selección femenina (n=18)	Selección masculina (n=14)	P- valor
Masa corporal (kg)	66.08 (8.60)	78.98 (9.94)	<0.001
Altura (m)	1.71 (0.07)	1.90 (0.08)	<0.001
Índice de masa corporal (kg/m²)	22.61 (3.29)	21.78 (1.99)	0.300
Envergadura horizontal (cm)	165.94 (8.12)	189.28 (7.52)	<0.001
Envergadura vertical (cm)	219.38 (8.73)	247.14 (9.27)	<0.001
Palanca de EEII (cm)	79.06 (5.19)	97.36 (9.81)	<0.001

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

kg (kilogramos), m (metros), cm (centímetros), EEII (Extremidad inferior)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes

- Parámetros

Tabla 4. Parámetros relacionados con el rendimiento del salto vertical (n=32)

		Selección femenina		Selección masculina (n=14)	
		(n=18)			
		Sin balón	Con balón	Sin balón	Con balón
Tiempo de vuelo (s)	ABK	0.50 (0.03)	0.48 (0.02)	0.60 (0.01)	0.57 (0.02)
	SLJT dominante	0.34 (0.02)	0.36 (0.02)	0.40 (0.04)	0.45 (0.02)
	SLTJ no dominante	0.33 (0.03)	0.35 (0.03)	0.41 (0.02)	0.44 (0.02)
Altura (cm)	ABK	31.20 (3.82)	28.54 (3.36)	45.06 (2.78)	41.29 (3.40)
	SLJT dominante	14.70 (2.60)	16.03 (2.54)	20.75 (4.02)	25.12 (2.86)
	SLTJ no dominante	13.72 (2.48)	15.87 (2.66)	21.07 (2.59)	24.71 (2.80)
Potencia (W)	ABK	773.10 (94.26)	738.89 (83.91)	1143.17 (153.73)	1095.27 (159.17)
	SLJT dominante	529.49 (73.95)	553.49 (73.90)	774.23 (133.50)	853 (123.80)
	SLTJ no dominante	511.09 (66.13)	550.48 (73.20)	779.94 (109.46)	845 (118.73)

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

s (segundos), cm (centímetros), W (vatios)

SELECCIÓN FEMENINA

Se analizaron el salto Abalakov en la fase de carga (Tabla 5) y de aterrizaje (Tabla 6) con y sin balón, teniendo en cuenta las estabilidades de tobillo, rodilla y central en los dos planos.

Tabla 5. Análisis de la estabilidad en carga bipodal de la selección femenina

		Con balón (n=18)	Sin balón (n=18)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	28.34 (3.86)	27.06 (7.26)	0.319
	Pronación del pie	9.48 (5.32)	7.55 (5.70)	0.148
Valgo dinámico de rodilla		19.75 (11.48)	15.02 (7.96)	0.071
Estabilidad central		3.21 (3.15)	3.20 (3.40)	0.992

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

En la fase de carga de las cuatro variables analizadas, únicamente el ángulo de la rodilla mostró una diferencia estadísticamente significativa entre las condiciones con y sin balón ($p = 0.036$). Este resultado sugiere una posible repercusión funcional relevante en la biomecánica de la rodilla ante la presencia de un estímulo externo, como lo es el balón, durante la preparación para el salto.

En cambio, los ángulos del tobillo en el plano sagital ($p = 0.319$) y frontal ($p = 0.148$), así como la estabilidad central ($p = 0.496$), no alcanzaron significación estadística. Además, los tamaños del efecto observados en estas variables fueron pequeños o nulos, lo que indica una baja probabilidad de que estas diferencias tengan relevancia clínica o funcional.

En conjunto, estos hallazgos apuntan a que la influencia del balón se manifiesta principalmente en la articulación de la rodilla, mientras que no se evidencia un impacto significativo sobre la mecánica del tobillo ni sobre el control postural central.

En la fase de aterrizaje (Tabla 6) se identificó una diferencia estadísticamente significativa en el ángulo de valgo de la rodilla entre las condiciones con y sin balón ($p = 0.037$). Este hallazgo sugiere una posible estrategia de adaptación o compensación frente a la carga adicional que implica la manipulación del balón.

Tabla 6. Análisis de la estabilidad en aterrizaje bipodal de la selección femenina

		Con balón (n=18)	Sin balón (n=18)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	26.60 (5.82)	28.46 (5.75)	0.052
	Pronación del pie	7.75 (6.90)	8.80 (5.85)	0.315
Valgo dinámico de rodilla		13.80 (5.32)	10.56 (5.10)	0.037*
Estabilidad central		4.13 (2.31)	3.41 (2.47)	0.217

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

* $p < 0.05$

Por el contrario, el ángulo del tobillo en el plano sagital no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.052$), aunque la proximidad al umbral de significación indica una tendencia que podría tener relevancia clínica. Este resultado apunta a la necesidad de ampliar la muestra para determinar si dicha tendencia se consolida como un efecto consistente.

En cuanto al tobillo en el plano frontal ($p = 0.315$), no se observaron diferencias significativas, lo que indica una influencia limitada del balón sobre este eje articular en la fase de aterrizaje. Del mismo modo, la estabilidad central tampoco presentó diferencias estadísticamente relevantes ($p = 0.217$), y los tamaños del efecto fueron en general bajos o moderados.

En conjunto, estos resultados sugieren que, aunque el balón no parece modificar de forma sustancial la mecánica del tobillo ni el control postural central durante el aterrizaje, sí podría generar adaptaciones específicas a nivel de la rodilla, potencialmente relevantes sobre todo en contextos funcionales con carga añadida.

En la fase de carga previa al salto monopodal vertical (Tabla 7), se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los ángulos del tobillo en ambos planos. En el plano lateral, el ángulo fue significativamente menor en la condición con balón ($p = 0.006$), lo que indica que la presencia del balón podría influir en la mecánica del tobillo durante la fase de carga, posiblemente como estrategia de estabilización anticipatoria. En el plano frontal también se observaron diferencias significativas ($p = 0.026$), siendo el ángulo mayor en la condición sin balón, lo que sugiere un patrón de control postural distinto según la presencia o ausencia del implemento.

Tabla 7. Análisis de la estabilidad en carga monopodal dominante de la selección femenina.

		Con balón (n=18)	Sin balón (n=18)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	26.50 (5.97)	22.71 (4.42)	0.006*
	Pronación del pie	7.21 (4.33)	11.90 (9.90)	0.026*
Valgo dinámico de rodilla		14.40 (7.16)	12.20 (6.90)	0.109
Estabilidad central		4.21 (6.00)	6.81 (7.93)	0.067

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

*p<0.05

En cuanto a la rodilla, aunque la media fue ligeramente superior en la condición con balón, la diferencia no alcanzó significación estadística ($p = 0.109$) y el tamaño del efecto fue pequeño, por lo que no puede afirmarse que el balón influya de forma consistente en un incremento del valgo de rodilla durante esta fase.

Respecto a la estabilidad central, se observó una tendencia hacia una mayor inestabilidad en la condición sin balón ($p = 0.067$), aunque dicha diferencia no resultó estadísticamente significativa. Esta tendencia, sin embargo, podría adquirir relevancia clínica si se confirmara en estudios con mayor tamaño muestral.

En conjunto, los resultados sugieren que, durante la fase de carga previa al salto, las jugadoras tienden a realizar adaptaciones funcionales, principalmente a nivel del tobillo en respuesta a la manipulación del balón. Esta compensación podría estar relacionada con la necesidad de mantener el equilibrio y preparar de manera eficiente el gesto motor del salto bajo condiciones de mayor demanda coordinativa.

Durante la fase de carga del *Single Leg Jump Test* (SLJT) con la extremidad no dominante en la selección femenina (Tabla 8), no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables analizadas. En el plano lateral del tobillo, se observó una ligera tendencia hacia una mayor dorsiflexión en la condición con balón ($p = 0.091$); sin embargo, el resultado no fue concluyente y el tamaño del efecto fue reducido, por lo que no se puede afirmar una influencia clara del balón en esta articulación.

Tabla 8. Análisis de la estabilidad en carga monopodal no dominante de la selección femenina.

		Con balón	Sin balón	p valor
		(n=18)	(n=18)	
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	24.58 (4.93)	22.39 (3.98)	0.910
	Pronación del pie	7.88 (6.64)	10.90 (8.26)	0.125
Valgo dinámico de rodilla		12.50 (7.93)	12.36 (5.38)	0.476
Estabilidad central		10.32 (12.32)	7.30 (9.13)	0.215

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

En el plano frontal del tobillo, los ángulos fueron ligeramente mayores sin balón ($p = 0.125$), aunque la diferencia no alcanzó significación estadística y el tamaño del efecto fue bajo. Esto sugiere que el balón no tuvo un impacto relevante en el comportamiento articular en este eje durante la fase de carga.

Respecto al ángulo de la rodilla, se observó una diferencia mínima a favor de una mayor flexión con balón ($p = 0.476$), pero con un tamaño del efecto muy pequeño, lo que indica una ausencia de influencia funcional del balón sobre esta articulación en esta fase del movimiento.

En cuanto a la estabilidad central, la media fue ligeramente superior en la condición con balón ($p = 0.215$), pero sin diferencias significativas, lo que refleja una variación poco relevante en el control postural del tronco.

En conjunto, los resultados obtenidos indican que, en la fase de carga con pierna no dominante, la manipulación del balón no modifica de manera significativa la mecánica articular ni el control postural. Las tendencias observadas, de magnitud limitada, no permiten establecer conclusiones funcionales sólidas y podrían explorarse en estudios con mayor potencia estadística.

Durante el aterrizaje con la extremidad dominante en el *Single Leg Jump Test* en la selección femenina (Tabla 9), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables analizadas entre las condiciones con y sin balón. En el tobillo frontal, aunque se observó una ligera mayor flexión en presencia del balón ($p = 0.090$), el intervalo de confianza incluyó el valor nulo y el tamaño del efecto fue pequeño a moderado,

lo que impide establecer conclusiones sólidas sobre un cambio relevante en la mecánica en este plano.

Tabla 9. Análisis de la estabilidad en aterrizaje monopodal dominante de la selección femenina.

		Con balón (n=18)	Sin balón (n=18)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	24.91 (5.05)	22.44 (6.40)	0.090
	Pronación del pie	8.01 (9.55)	10.31 (8.64)	0.095
Valgo dinámico de rodilla		11.31 (6.22)	8.43 (7.18)	0.065
Estabilidad central		3.62 (4.26)	4.65 (6.00)	0.287

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes

En el tobillo lateral, se detectó una mayor angulación en la condición sin balón ($p = 0.095$), pero de nuevo sin alcanzar significación estadística. Esto sugiere que la influencia del balón sobre la biomecánica frontal del tobillo durante el aterrizaje con pierna dominante es limitada.

Respecto al ángulo de la rodilla, se apreció una tendencia hacia un mayor valgo en la condición con balón, con una diferencia media cercana a los 3° ($p = 0.065$). Aunque el resultado no fue estadísticamente significativo, podría tener implicaciones clínicas y justifica una exploración más profunda en futuras investigaciones con mayor tamaño muestral.

Finalmente, en la estabilidad central, no se observaron diferencias entre condiciones ($p = 0.287$), lo que indica una ausencia de relevancia tanto estadística como funcional en esta variable.

En conjunto, estos hallazgos indican que, durante el aterrizaje con la pierna dominante, la manipulación del balón no genera modificaciones sustanciales en la mecánica articular ni en el control postural, aunque ciertas tendencias, especialmente a nivel de la rodilla, podrían ser clínicamente relevantes y merecen ser investigadas con mayor potencia estadística.

Durante la fase de aterrizaje del *Single Leg Jump Test* (SLJT) con la extremidad no dominante en la selección femenina, se observó una diferencia estadísticamente significativa en el tobillo lateral ($p = 0.006$), con una mayor dorsiflexión en la condición con balón. Este

hallazgo indica una modificación real en la biomecánica de esta articulación, posiblemente como estrategia funcional para absorber mejor la carga o mantener el equilibrio ante la perturbación que supone el balón.

Tabla 10. Análisis de la estabilidad en aterrizaje monopodal no dominante de la selección femenina.

		Con balón	Sin balón	p valor
		(n=18)	(n=18)	
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	25.31 (5.99)	21.53 (6.01)	0.006*
	Pronación del pie	9.18 (8.36)	10.71 (8.99)	0.208
Valgo dinámico de rodilla		10.62 (7.51)	9.08 (5.65)	0.267
Estabilidad central		4.56 (5.78)	3.66 (7.97)	0.254

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes

*p<0.05

En el plano frontal del tobillo, los valores medios fueron ligeramente superiores en la condición sin balón ($p = 0.208$), pero sin alcanzar significación estadística ni mostrar un tamaño del efecto relevante. Esto sugiere que la influencia del balón sobre este eje articular es limitada en esta fase.

En la rodilla, no se hallaron diferencias significativas en los ángulos de flexión entre condiciones ($p = 0.267$), lo que indica que la presencia del balón no genera modificaciones biomecánicas relevantes en esta articulación durante el aterrizaje.

Asimismo, en la estabilidad central, la diferencia entre condiciones no fue significativa ($p = 0.354$) y el tamaño del efecto fue muy bajo, lo que descarta un impacto funcional relevante del balón sobre el control postural del tronco en este contexto.

En conjunto, estos resultados destacan el tobillo lateral como la estructura que muestra una mayor sensibilidad a la manipulación del balón en tareas de aterrizaje unilateral. El resto de las variables no evidenciaron adaptaciones significativas, lo que refuerza la hipótesis de que el tobillo actúa como principal modulador de la mecánica en situaciones de exigencia postural con estímulos externos.

SELECCIÓN MASCULINA

Tabla 11. Análisis de la estabilidad en carga bipodal de la selección masculina.

		Con balón (n=14)	Sin balón (n=14)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	32.97 (3.23)	32.17 (3.32)	0.192
	Pronación del pie	19.97 (16.77)	20.08 (10.15)	0.490
Valgo dinámico de rodilla		12.98 (18.44)	6.99 (20.52)	0.067
Estabilidad central		5.56 (3.43)	3.41 (3.20)	0.055

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

En la fase de carga del salto bipodal en varones (Tabla 11), ninguna de las variables analizadas alcanzó significación estadística. El ángulo del tobillo lateral ($p = 0.192$) y del tobillo frontal ($p = 0.490$) no mostraron diferencias relevantes entre condiciones, lo que sugiere una influencia limitada del balón en la mecánica del tobillo durante esta fase. No obstante, la rodilla ($p = 0.067$) y la estabilidad central ($p = 0.055$) presentaron tamaños del efecto moderados, lo que podría indicar la presencia de adaptaciones funcionales incipientes no detectadas por el tamaño muestral. Estos datos apuntan a que el balón podría ejercer cierta influencia sobre el control del tronco y la articulación de la rodilla, si bien se requieren estudios con mayor potencia estadística para confirmar estos hallazgos

Tabla 12. Análisis de la estabilidad en aterrizaje bipodal de la selección masculina.

		Con balón (n=14)	Sin balón (n=14)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	31.91 (5.79)	32.02 (5.60)	0.468
	Pronación del pie	21.63 (19.90)	18.73 (11.23)	0.294
Valgo dinámico de rodilla		12.65 (13.51)	8.07 (6.22)	0.101
Estabilidad central		4.55 (2.82)	3.63 (2.75)	0.202

Los valores se expresan en media (desviación estándar) Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

Durante la fase de aterrizaje del bipodal masculino masculino (Tabla 12), ninguna de las variables analizadas mostró diferencias estadísticamente significativas. El tobillo lateral ($p = 0.468$) y el frontal ($p = 0.294$) mantuvieron patrones similares entre condiciones, sin evidencias de alteraciones atribuibles al balón. La rodilla ($p = 0.101$) y la estabilidad central ($p = 0.202$) tampoco presentaron diferencias significativas, aunque se identificaron ligeras tendencias en la rodilla. En general, estos resultados indican que la presencia del balón no modifica de forma consistente ni relevante la mecánica articular ni el control postural en esta fase del gesto.

Tabla 13. Análisis de la estabilidad en carga monopodal dominante de la selección masculina.

		Con balón (n=14)	Sin balón (n=14)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	28.30 (2.95)	26.73 (4.03)	0.078
	Pronación del pie	16.12 (13.87)	20.70 (19.23)	0.229
Valgo dinámico de rodilla		9.21 (14.40)	1.03 (6.54)	0.058
Estabilidad central		12.85 (6.54)	12.45 (7.15)	0.433

Los valores se expresan en media (desviación estándar) Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

En la fase de carga del monopodal masculino con pierna dominante (Tabla 13), no se observaron diferencias estadísticamente significativas. El tobillo lateral ($p = 0.078$) y la rodilla ($p = 0.058$) mostraron tendencias con tamaños del efecto moderados, lo cual sugiere una posible adaptación funcional al balón en estas articulaciones, aunque no confirmada estadísticamente. Por el contrario, el tobillo frontal ($p = 0.229$) y la estabilidad central ($p = 0.433$) no mostraron variaciones relevantes, lo que indica una escasa repercusión del balón sobre estos componentes durante la fase de carga.

Tabla 14. Análisis de la estabilidad en aterrizaje monopodal dominante de la selección masculina.

		Con balón (n=14)	Sin balón (n=14)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	28.30 (5.71)	23.95 (4.52)	0.002*
	Pronación del pie	13.62 (15.85)	29.72 (19.90)	0.008*
Valgo dinámico de rodilla		9.89 (12.82)	2.72 (16.11)	0.064
Estabilidad central		6.76 (5.39)	5.25 (3.48)	0.209

Los valores se expresan en media (desviación estándar) Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

*p<0.05

En la fase de aterrizaje monopodal con pierna dominante (Tabla 14), se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tobillo lateral ($p = 0.002$) y frontal ($p = 0.008$), ambas con tamaños del efecto elevados. En el plano frontal, el ángulo fue considerablemente mayor sin balón ($M = 29.73^\circ$) que con balón ($M = 13.62^\circ$), con una diferencia media de -16.11° y un tamaño del efecto muy grande ($d = -0.75$), indicando un ajuste biomecánico claro. La rodilla presentó una tendencia hacia la significación ($p = 0.064$), con un efecto moderado, lo que sugiere una posible modificación funcional. La estabilidad central ($p = 0.209$) no mostró cambios relevantes. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que el tobillo actúa como principal adaptador mecánico ante perturbaciones externas durante el aterrizaje.

Tabla 15. Análisis de la estabilidad en aterrizaje monopodal no dominante de la selección masculina.

		Con balón (n=14)	Sin balón (n=14)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	28.53 (3.31)	27.07 (3.49)	0.089
	Pronación del pie	17.02 (10.32)	14.02 (18.98)	0.245
Valgo dinámico de rodilla		3.97 (10.21)	5.41 (13.28)	0.354
Estabilidad central		27.42 (8.96)	19.45 (9.81)	0.030*

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

*p<0.05

En la fase de carga con pierna no dominante (Tabla 15), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tobillo lateral ($p = 0.089$), frontal ($p = 0.245$) ni en la rodilla ($p = 0.354$), todas con tamaños del efecto bajos. Sin embargo, la estabilidad central mostró una diferencia significativa ($p = 0.030$), lo que indica un efecto claro del balón sobre el control postural del tronco durante esta fase. Este hallazgo sugiere que la introducción del balón puede alterar la estabilidad central, incluso sin modificar de forma relevante la mecánica articular.

Tabla 16. Análisis de la estabilidad en aterrizaje monopodal no dominante de la selección masculina.

		Con balón (n=14)	Sin balón (n=14)	p valor
Estabilidad de tobillo	Dorsiflexión	26.33 (3.25)	23.59 (3.82)	0.016*
	Pronación del pie	17.10 (14.04)	27.82 (12.22)	0.012*
Valgo dinámico de rodilla		1.92 (17.92)	5.18 (12.04)	0.215
Estabilidad central		11.77 (6.30)	9.74 (8.42)	0.236

Los valores se expresan en media (desviación estándar)

Valor p obtenido con la prueba t de Student para muestras independientes.

* $p < 0.05$

Durante el aterrizaje del monopodal con pierna no dominante (Tabla 16), se observaron diferencias estadísticamente significativas en ambas articulaciones del tobillo. En el plano lateral, se registró una mayor dorsiflexión con balón ($p = 0.016$), con una diferencia media de 2.74° y un tamaño del efecto moderado-alto ($d = 0.65$). En el plano frontal, el ángulo fue significativamente mayor sin balón ($p = 0.012$), con una diferencia media de -10.73° y un tamaño del efecto grande ($d = -0.68$), lo que indica un cambio postural relevante ante la ausencia de carga adicional. La rodilla ($p = 0.215$) y la estabilidad central ($p = 0.236$) no mostraron diferencias estadísticamente significativas. En conjunto, los datos evidencian que el tobillo es el principal elemento de compensación en el aterrizaje con pierna no dominante bajo condiciones de carga externa.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio evidencian diferencias estadísticamente significativas más frecuentes en los saltos monopodales (*Single Leg Vertical Jump*) en comparación con los bipodales (*Abalakov test*), y en la fase de aterrizaje frente a la fase de carga. En la fase de aterrizaje se registra el mayor pico de fuerza. Estos picos de fuerzas, combinados con alta frecuencia de repetición de los saltos en deportes altamente demandantes como el baloncesto, aumentan el riesgo de lesión cuando las articulaciones sinoviales no están preparadas a responder a dicha alta demanda. En el rendimiento se busca expresar la máxima fuerza en el menor tiempo posible (*Rate force development*) durante la fase de carga, donde se verifica el ciclo de elongación, acortamiento del músculo y reducir el tiempo de contacto con el suelo en la fase de aterrizaje. Sin embargo, desde un punto de vista preventivo se recomienda aumentar el tiempo de contacto con el suelo, sobre todo en la fase de aterrizaje, ya que se consigue una mejor distribución de los vectores de fuerzas. En cambio, ralentizar la fase de contacto final será contraproducente respecto a los objetivos del deporte.

En los participantes de la selección femenina, se observó un incremento significativo del valgo de rodilla en presencia del balón durante el aterrizaje con la pierna dominante, lo que sugiere una estrategia de adaptación neuromuscular ante la carga externa. Asimismo, al aterrizar con la pierna no dominante, se registró una mayor dorsiflexión del tobillo con balón, posiblemente como mecanismo compensatorio para absorber el impacto.

En los participantes de la selección masculina, las diferencias significativas se concentraron en el tobillo, tanto en el plano lateral como en el frontal, durante la fase de aterrizaje de los saltos monopodales. Se evidenció una mayor dorsiflexión y pronación del tobillo en presencia del balón, lo que sugiere una clara adaptación biomecánica ante la exigencia externa. Además, se detectó un déficit de estabilidad central en la fase de carga al saltar con la pierna no dominante, lo que indica una alteración en el control postural cuando el balón está presente.

Finalmente, en varios casos, especialmente en la articulación de la rodilla (SLJT y ABK en varones) y en la estabilidad central, se identificaron tamaños del efecto moderados, aunque sin alcanzar significación estadística. Esto podría deberse a limitaciones en la potencia estadística, pero aun así sugiere adaptaciones funcionales con posible relevancia clínica que merecen ser exploradas en estudios con muestras más amplias

Los hallazgos del presente estudio refuerzan la importancia de considerar el contexto específico del gesto motor al analizar la mecánica articular y el control postural, especialmente bajo condiciones de carga externa como la manipulación del balón. La inclusión del balón como elemento perturbador puede entenderse dentro del paradigma de la *dual task*, en el que una tarea motora se ve afectada por la exigencia simultánea de otra tarea (en este caso, el control del balón), generando un aumento de la demanda neuromuscular y cognitiva. [24]

Este fenómeno se evidenció tanto en mujeres como en hombres, donde las jugadoras mostraron un incremento significativo del valgo de rodilla en la pierna dominante y una mayor dorsiflexión del tobillo en la no dominante durante el aterrizaje, indicando mecanismos de adaptación diferentes según el miembro implicado. En los hombres, las alteraciones más marcadas se localizaron en el tobillo (planos frontal y lateral) durante el aterrizaje con ambas piernas, así como un déficit de estabilidad central en la fase de carga con la pierna no dominante.

Estos resultados pueden interpretarse a la luz del modelo *Joint by Joint* propuesto por Cook y Boyle [25] según el cual cada articulación del cuerpo tiene una función principal (movilidad o estabilidad) y las disfunciones suelen generarse cuando una articulación no cumple adecuadamente su rol afectando la articulación superior o inferior. Así, el tobillo (cuya función principal es la movilidad) mostró adaptaciones importantes en presencia del balón, pudiendo indicar una sobrecarga funcional o una compensación ante déficits en otras estructuras, como cadera y el core, encargados de aportar respectivamente movilidad y estabilidad. Del mismo modo, el incremento del valgo de rodilla en mujeres podría reflejar una falta de control proximal en la articulación de la cadera, exacerbada por la condición de doble tarea.

Cabe destacar que, en varios análisis, especialmente en la rodilla y en la estabilidad central, se detectaron tamaños del efecto moderados sin alcanzar significación estadística. Esto sugiere que la muestra pudo haber sido insuficiente para captar todas las adaptaciones funcionales provocadas por el balón, pero que, desde una perspectiva clínica y preventiva, estas tendencias son relevantes.

En conjunto, los datos apuntan a que el balón, como carga cognitivo-motora adicional, compromete el control neuromuscular de manera específica según el sexo, la pierna dominante y la fase del salto. Estos hallazgos subrayan la necesidad de incluir evaluaciones funcionales con tareas de doble demanda en entornos deportivos, así como de diseñar intervenciones preventivas centradas en la movilidad y estabilidad articular bajo condiciones de juego más realistas. Desde un punto de vista clínico, la mayor prevalencia del valgo de

rodilla observada, especialmente en mujeres, puede asociarse con un riesgo elevado de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) [26]. Asimismo, una limitación en la dorsiflexión del tobillo, particularmente durante la fase de carga, se ha vinculado con alteraciones en la estabilidad de la rodilla en el plano frontal [27], favoreciendo un patrón en valgo. Esta cadena de compensaciones confirma el modelo propuesto por la teoría del *Joint by Joint*, donde una disfunción en la movilidad de tobillo puede desencadenar adaptaciones tanto en el segmento inferior (aumento de la pronación del pie) como en el superior (incremento del valgo de rodilla).

Además, se ha descrito que la coactivación muscular constituye una estrategia protectora ante estas fuerzas en valgo, ya que permite convertir dichas fuerzas en cargas de compresión articular, reduciendo así el riesgo de lesión en la articulación de la rodilla [28].

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las principales limitaciones de este estudio es la homogeneidad de la muestra, compuesta por participantes de una única región geográfica y de un solo nivel competitivo. Esto reduce la generalización de los resultados, ya que variables como el sexo [29], la edad [30] y el nivel deportivo [31] pueden influir notablemente en la respuesta motriz ante tareas con doble demanda, tal como recoge la literatura previa.

Otra posible limitación se refiere a la ejecución técnica de los saltos. En algunos casos, los participantes no aterrizaron exactamente en el centro del campo de visión de la cámara, lo que podría haber afectado la precisión del análisis biomecánico realizado con el software Kinovea, especialmente en las mediciones angulares. Aunque se intentó minimizar este factor durante la recogida de datos, no puede descartarse un margen de error asociado a esta variabilidad en la ejecución. De todas formas, Kinovea ha sido una herramienta válida para determinar los ángulos articulares; sin embargo, los movimientos en los planos laterales y mediales implican una mayor complejidad cinemática debido a la participación de rotaciones del tronco y de los miembros inferiores. Analizar estos componentes con precisión requiere sistemas de captura tridimensional del movimiento (3D motion capture) más sofisticados, los cuales estaban fuera del alcance metodológico del presente estudio.

Futuras líneas de investigación

A partir de los hallazgos obtenidos, se abren varias posibilidades para futuras investigaciones que podrían complementar y profundizar los resultados del presente estudio. Una de ellas consiste en incorporar técnicas de electromiografía de superficie para analizar la activación muscular durante las distintas fases del salto. Esto permitiría conocer en mayor

detalle la participación de grupos musculares específicos, especialmente en condiciones con interferencias externas como la manipulación del balón.

Del mismo modo, la utilización de sistemas de captura de movimiento en 3D podría aportar una caracterización más precisa de la cinemática articular, superando las limitaciones propias del análisis bidimensional. Esta tecnología facilitaría la identificación de patrones compensatorios o asimetrías sutiles no perceptibles con métodos convencionales.

Otra línea de gran interés consiste en verificar si la implementación de un programa de educación del gesto motor, en el marco de una intervención fisioterapéutica, podría influir positivamente en la reducción de los déficits neuromusculares observados. Evaluar el efecto de este tipo de intervenciones sobre el control postural y la mecánica del salto.

Estas proyecciones futuras no solo ampliarían el alcance del trabajo realizado, sino que contribuirían al desarrollo de herramientas más específicas para la valoración y el entrenamiento funcional.

CONCLUSIÓN

El presente estudio evidencia que la inclusión de una carga externa como el balón influye en la mecánica articular y el control postural durante saltos funcionales, particularmente bajo condiciones monopodales y en la fase de aterrizaje. Estos efectos, interpretables dentro del marco de la dual task, revelan cómo una tarea cognitivo-motora adicional puede alterar los patrones de movimiento, generando adaptaciones distintas según la selección, la extremidad dominante y la articulación implicada. En definitiva, este trabajo aporta una visión más contextualizada y ecológica del control neuromuscular en el baloncesto, abriendo nuevas vías para la valoración del riesgo lesional y el diseño de programas preventivos más transferibles a la práctica real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FIBA. Popularity of basketball soaring globally highlighted by increased interest in the FIBA World Cup. 2023. Disponible en:

<https://about.fiba.basketball/en/news/popularity-of-basketball-soaring-globally-highlighted-by-increased-interest-in-the-fiba-world-cup>

2. Mubarik A, Yusuf H, Asfarin A, Rakhmadi MF. The Relationship of Sports to the Incidence of Injuries in Para Sports Athletes: A Systematic Review. *Int J Kinesiol.* 2023;12(3). Disponible en:

<https://journal.unesa.ac.id/index.php/IJOK/article/view/36715>

3. Díaz Castillo JA. *Lesiones musculares y su influencia en el rendimiento deportivo* [tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2019.

4. Drakos MC, Domb B, Starkey C, Callahan L, Allen AA. Injury in the National Basketball Association: A 17-Year Overview. *Sports Health.* 2010 Sep;2(4):284–90. Disponible en:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3445097/>

5. Della Villa F, Hägglund M, Waldén M, et al. Video analysis of anterior cruciate ligament injuries in male professional basketball players: injury mechanisms, situational patterns, and biomechanics. *Orthop J Sports Med.* 2024;12(1):23259671241234880. Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/23259671241234880>

6. Domínguez-Fernández J, et al. The Utility of High-Intensity, Intermittent Exercise Protocols to Induce Fatigue for Screening Purposes in Jump-Landing Sports. *J Hum Kinet.* 2024. In press. Disponible en:

<https://johk.pl/wp-content/uploads/2024/05/jhk-2024-InPress-93-6.pdf>

7. Marqués-Jiménez D, Calleja-González J, Delextrat A, et al. Sports Injuries in Basketball Players: A Systematic Review. *Life (Basel)*. 2024;14(7):898. doi: 10.3390/life14070898.
8. Chen L, Zhang J, Sun Z, et al. Impact of Quadriceps Muscle Fatigue on Ankle Joint Compensation Strategies During Single-Leg Vertical Jump Landing. *Front Physiol*. 2024;15:11511029. Disponible en:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11511029/>

9. Li C, Yu L. Prevention of sports injuries in college basketball players: An intervention study based on biomechanics. *Mod Clin Biomed*. 2023;18(2):34-40. Disponible en:

<https://ojs.sin-chn.com/index.php/mcb/article/view/623/394>

10. González-Millán S, Caparrós T, Toro-Román V, Illera-Domínguez V, Albesa-Albiol L, Moras G, Pérez-Chirinos Buxadé C, Fernández-Valdés B. Effect of Ball Inclusion in Drop Vertical Jump Test on Performance and Movement Variability in Basketball Players. *Appl Sci*. 2024;14(2):505. doi: 10.3390/app14020505
11. Caseiro-Filho LC, Girasol CE, Rinaldi ML, Lemos TW, Guirro RRJ. Analysis of the accuracy and reliability of vertical jump evaluation using a low-cost acquisition system. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2023;15(1):107. doi: 10.1186/s13102-023-00718-z.
12. De Blas X, Padullés JM, López del Amo JL, Guerra-Balic M. Creation and Validation of Chronojump-Boscosystem: A Free Tool to Measure Vertical Jumps. *RICYDE Rev Int Cienc Deporte*. 2012;8(30):334-356. doi: 10.5232/ricyde2012.03004.
13. Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Franco-Márquez F, Yáñez-García JM, González-Badillo JJ. Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship With the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *J Strength Cond Res*. 2017;31(1):196–206. doi: 10.1519/JSC.0000000000001476.
14. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.

15. Martínez-Díaz J, da Costa V, Barros M. Técnica del videoanálisis con KINOVEA: Potencialidades y resultados de su utilización en el deporte en Timor Leste. 2023. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/382501581>
16. Ortega DR, Rodríguez-Bíes EC, Berral de la Rosa FJ. Analysis of the vertical ground reaction forces and temporal factors in the landing phase of a countermovement jump. *J Sports Sci Med*. 2010;9(2):282-287. PMID: 24149697.
17. Boyle M. El entrenamiento funcional aplicado a los deportes. Barcelona: Paidotribo; 2017.
18. Martínez-Díaz J, da Costa V, Barros M. Técnica del videoanálisis con KINOVEA: Potencialidades y resultados de su utilización en el deporte en Timor Leste. 2023. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/382501581>
19. Pueo B, Penichet-Tomas A, Jimenez-Olmedo JM. Reliability and validity of the Chronojump open-source jump mat system. *Biol Sport*. 2020;37(3):255-259. doi: 10.5114/biol sport.2020.95636.
20. De Blas X, Padullés JM, López del Amo JL, Guerra-Balic M. Creation and Validation of Chronojump-Boscosystem: A Free Tool to Measure Vertical Jumps. *RICYDE Rev Int Cienc Deporte*. 2012;8(30):334-356. doi: 10.5232/ricyde2012.03004.
21. Powden CJ, Hoch JM, Hoch MC. Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. *Man Ther*. 2015;20(4):524-532. doi: 10.1016/j.math.2015.01.001.
22. Ramezani F, Saki F, Tahayori B. Neuromuscular training improves muscle co-activation and knee kinematics in female athletes with high risk of anterior cruciate ligament injury. *Eur J Sport Sci*. 2024;24(1):56-65.
23. Fujii M, Sato H, Takahira N. Muscle activity response to external moment during single-leg drop landing in young basketball players: the importance of biceps femoris in reducing internal rotation of knee during landing. *J Sports Sci Med*. 2012;11(2):255.

24. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492–501. doi: 10.1177/0363546504269591.
25. González-Millán S, Illera-Domínguez V, Toro-Román V, Fernández-Valdés B, Morral-Yepes M, Albesa-Albiol L, Pérez-Chirinos Buxadé C, Caparrós T. Effects of adding dual-task or sport-specific task constraints to jump-landing tests on biomechanical parameters related to injury risk factors in team sports: a systematic review. *PeerJ.* 2024 Aug 13;12:e17720. doi: 10.7717/peerj.17720. PMID: 39157766; PMCID: PMC11328837.
25. Brophy RH, Staples JR, Motley J, Blalock R, Steger-May K, Halstead M. Young females exhibit decreased coronal plane postural stability compared to young males. *HSS J.* 2016;12(1):26–31. doi: 10.1007/s11420-015-9458-4.
26. Hudson C, Garrison JC, Pollard K. Y-balance normative data for female collegiate volleyball players. *Phys Ther Sport.* 2016;22:61–65. doi: 10.1016/j.ptsp.2016.05.009.
27. Butler RJ, Southers C, Gorman PP, Kiesel KB, Plisky PJ. Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *J Athl Train.* 2012;47(6):616–620. doi: 10.4085/1062-6050-47.5.14.
28. SAGE. Video analysis of anterior cruciate ligament injuries in male professional basketball players: injury mechanisms, situational patterns, and biomechanics. *Orthop J Sports Med.* 2024;12(1):23259671241234880. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/23259671241234880>
29. Ramezani F, Saki F, Tahayori B. Neuromuscular training improves muscle co-activation and knee kinematics in female athletes with high risk of anterior cruciate ligament injury. *Eur J Sport Sci.* 2024 Jan 30;24(1):56–65.
30. Brophy RH, Staples JR, Motley J, Blalock R, Steger-May K, Halstead M. Young females exhibit decreased coronal plane postural stability compared to young males. *HSS J.* 2016 Feb;12(1):26–31. doi: 10.1007/s11420-015-9458-4.

31. Butler RJ, Southers C, Gorman PP, Kiesel KB, Plisky PJ. Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *J Athl Train.* 2012 Nov;47(6):616–620. doi: 10.4085/1062-6050-47.5.14.

ANNEXOS

Anexo 1. Infografía

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

ESTUDIO SOBRE LA TÉCNICA DE SALTO EN BALONCESTO

¿QUIERES AYUDAR A PREVENIR LESIONES Y MEJORAR EL RENDIMIENTO?

¿QUÉ BUSCAMOS?

1. Jugadores/as federados/as entre 18 y 35 años
2. Activos actualmente

🎯 Nuestro objetivo es mejorar la prevención de lesiones y el rendimiento deportivo en el baloncesto a partir de evidencia científica.

¿QUÉ EVALUAMOS?

Salto con y sin balón, utilizando pruebas específicas:

1. Single Leg Vertical Jump (SLVJ)
2. Abalakov Jump

📹 Se grabarán los saltos (frontal y lateral) y se usará plataforma de salto profesional ChronoJump. Para luego poder ser analizados y encontrar patrones de déficits neuromusculares

ENTENDER CÓMO SALTAMOS ES CLAVE PARA PREVENIR CÓMO CAEMOS

Este estudio analiza los factores biomecánicos y neuromusculares que más influyen en tu estabilidad y potencia en el juego.

¿QUIÉNES SOMOS?

Este estudio forma parte de un Trabajo de Final de Grado en Fisioterapia (URV - Universitat Rovira i Virgili), realizado por:

- Guillem Álvarez
- Paolo Attanassio
- Raül Blaya

Con la dirección de la Dra. Cristina Adillón Camión

✓ Avalado por el Comité Ético de Investigación
✓ Realizado con protocolos validados y herramientas profesionales

¿QUÉ ES UN DÉFICIT NEUROMUSCULAR?

Se refiere a una alteración en el control y coordinación del cuerpo durante el movimiento. En el baloncesto, estos déficits pueden aumentar el riesgo de lesiones y disminuir el rendimiento.

📌 Evaluamos cómo responde el cuerpo al salto y al aterrizaje, especialmente bajo condiciones más exigentes, como cuando se sostiene un balón.

¿COMO ES LA PARTICIPACIÓN?

1. En tu propio club
2. 1h antes de tu entrenamiento (físico o pista), antes del 13/03
3. Totalmente segura, breve y no invasiva
4. Mediciones antropométricas y 9 saltos por participante
5. Análisis con software profesional

¿TE INTERESA?

✉ raulbs.alumne@gmail.com ☎ 611 46 37 62

Anexo 2. Hoja de Información

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

Naturaleza del Proyecto

El Proyecto de Investigación por el que pedimos su participación tiene por título “**Déficits neuromusculares en el salto vertical con balón y su impacto en el rendimiento deportivo: estudio observacional transversal**”. El objetivo del estudio es comparar los déficits neuromusculares en el salto vertical de jugadores/as de baloncesto en el salto vertical con y sin balón. Se estima que el estudio tenga una duración de 12 meses.

Los investigadores responsables de este estudio pertenecen a la Unidad de Fisioterapia de la Universidad Rovira y Virgili.

Procedimientos

La participación en el estudio consiste en:

- Permitir que los investigadores puedan conocer y trabajar con datos como la edad, el sexo biológico, el peso, la altura, el índice de masa corporal, las lesiones previas y la dominancia de las extremidades inferiores.
- Realizar unas pruebas específicas físicas para analizar los patrones de movimiento en el salto vertical.

Todos los datos recogidos para la investigación se guardan informatizados en unos ficheros especialmente diseñados para la Investigación y en ninguno de ellos aparece ni el nombre ni ningún dato que pueda identificarlo. Para ello se asignará un código a cada participante que acepte participar de forma voluntaria, que sólo conocerá el investigador principal. Los documentos se guardarán en espacios de la Universidad Rovira i Virgili donde sólo el equipo investigador puede acceder.

Beneficios y Riesgos

El beneficio del estudio es poder mejorar los programas de rehabilitación y readaptación de lesiones de la extremidad inferior. Este estudio puede contribuir a formar parte de una publicación científica, pero en ningún caso usted como participante recibirá ninguna remuneración económica.

El estudio, aparte de las posibles molestias ocasionadas por la realización de las pruebas físicas, no presenta ningún riesgo.

Garantía de Participación voluntaria

Los investigadores le garantizamos que sea cual sea su decisión respecto a la participación del proyecto, su trato por parte de la Universidad no se verá afectado. Además, en el caso de que acepte participar, le informamos que se puede retirar en cualquier momento sin tener que dar explicaciones, pero, en este caso, sus datos no podrán eliminarse, aunque deje de participar en el estudio, para garantizar la validez de los resultados.

Confidencialidad

Toda la información recopilada sobre las personas participantes en el marco de este estudio se mantendrá estrictamente confidencial y con aplicación de las correspondientes medidas de seguridad que garanticen, además de su confidencialidad, su integridad, disponibilidad, autenticidad y trazabilidad.

Los datos personales recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo el investigador principal o sus colaboradores podrán relacionar estos datos con los participantes. Nunca se identificará a las personas participantes en ningún informe, presentación ni publicación que surja de este estudio. Por lo tanto, su identidad no será revelada a ninguna persona excepto cuando sea requerido por el Comité de Ética al que se somete el estudio con el fin de comprobar los datos y procedimientos del estudio.

Para el tratamiento de los datos se utilizarán los sistemas de información propios de la Universitat Rovira i Virgili instalados en su red informática aplicándose las medidas de seguridad de la información establecidas por el Real Decreto 3/2010 que regula el Esquema Nacional de Seguridad. Concretamente, los datos se recogerán a través de formularios y cuestionarios anónimos (se utilizarán códigos de identificación que no permitan identificar al participante), y se introducirán en el sistema de información, en carpetas especialmente diseñadas para la Investigación y en ninguna de ellas aparecerá ni el nombre ni ningún dato que pueda identificarlo. Posteriormente, para analizar los datos se utilizará el programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

El personal investigador del estudio se compromete a cumplir la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales, además del Reglamento (UE) n.º 2016/679, del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en cuanto al tratamiento de datos personales, y firmará un compromiso de participación y confidencialidad.

La finalidad del tratamiento de los datos es la participación en el estudio en base al consentimiento de la persona participante. La persona participante también puede dar el consentimiento para la reutilización de los datos para estudios futuros que estén relacionados.

La persona participante podrá interrumpir su participación en el estudio o estudios futuros relacionados retirando su consentimiento en cualquier momento, sin que sea necesaria su justificación. En este caso, los datos no se podrán eliminar para garantizar la validez de los resultados y cumplir con las obligaciones legales aplicables en el estudio, pero sí que quedarán codificadas de forma que no sea posible vincularlas a su persona.

Preguntas

Llegados a ese punto, le damos la oportunidad de que, si no lo ha hecho antes, haga preguntas. Le responderemos lo mejor que podamos.

Proyectos de investigación de la URV. Información ampliada de protección de datos

En conformidad con el que dispone la legislación vigente en materia de protección de datos aplicable en la Universidad Rovira i Virgili (URV) y publicada en el apartado “Legislación aplicable” del espacio “Protección de datos de carácter personal” de la Sede Electrónica (<https://seuelectronica.urv.cat/rgpd/>), se pone en conocimiento de las personas interesadas (fisioterapeutas) la siguiente información:

a) ¿Quién es el responsable del tratamiento de sus datos?

Identificación	Universitat Rovira i Virgili CIF: Q9350003A
Dirección Postal	Carrer de l'Escorxador, s/n 43003 Tarragona

Datos de contacto de los Delegados de protección de datos	Delegats de protecció de dades de la URV Correu electrònic: dpd@urv.cat
--	---

¿Qué datos personales tratamos y con qué finalidad?

Los datos personales son tratados con el fin de participar en el proyecto de investigación de la Universidad Rovira i Virgili en los términos que se describen en la hoja de información al participante. En el supuesto de que el estudio prevea la publicación, difusión y reutilización de los resultados obtenidos incluyendo datos personales, los datos personales serán utilizadas para esta finalidad siempre que el interesado haya otorgado su consentimiento.

c) ¿A qué destinatarios se comunicarán sus datos?

En el marco del tratamiento mencionado, sus datos no se cederán a terceros salvo que exista obligación legal o se indique expresamente en la hoja de información al participante.

d) ¿Cuál es la legitimación para tratar sus datos?

La legitimación de este tratamiento se basa en el consentimiento que de la persona interesada de forma expresa.

e) ¿Qué medidas de Seguridad aplicamos en el tratamiento de sus datos?

La Universidad se responsabiliza de aplicar las medidas de seguridad y el resto de obligaciones derivadas de la legislación de protección de datos de carácter personal de acuerdo con el Esquema Nacional de Seguridad, Real Decreto 3/2010.

En este sentido, La Universitat Rovira i Virgili se ha dotado de una Política de Seguridad que puede ser consultada a la sección sobre “Legislación y normativa” de la página web de la Universidad dentro de “Normativa propia” y “Otras normas”, <http://www.urv.cat/ca/universitat/normatives/altres-normes/>.

Adicionalmente, en la Hoja de información al participante se concretan algunas medidas de seguridad específicas que se tendrán en cuenta durante la realización del estudio.

f) ¿Cuáles son los derechos interesados?

El interesado tiene derecho a acceder a sus datos personales, a pedir la rectificación de los datos inexactos, a solicitar la cancelación y supresión, y a oponerse al tratamiento, incluido la elaboración de perfiles, a limitar hasta una fecha determinada el tratamiento de sus datos y a la portabilidad de las mismas, en formato electrónico.

La persona participante puede interrumpir su participación en el estudio retirando su consentimiento en cualquier momento, sin dar explicaciones. En este caso, los datos no se podrán eliminar para garantizar la validez de los resultados y cumplir con las obligaciones legales aplicables en el estudio, pero no será posible vincularlas a su persona. Podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación y portabilidad mediante comunicación escrita, detallando motivadamente la solicitud, dirigida al Registro General (C/Escorxador, s/n, 43003 de Tarragona) o mediante su presentación al Registro General de la Universidad, presencialmente o telemática, según se indica a <https://seuelectronica.urv.cat/registre.html>.

Así mismo, le informamos que tiene derecho a presentar una reclamación ante la Autoridad Catalana de Protección de Datos mediante el mecanismo que establezca. Puede consultar más información en <https://apdcat.gencat.cat/ca/inici>

Finalmente, le informamos que podrá solicitar información relacionada con la protección de datos personales mediante correo electrónico a nuestros delegados de protección de datos en la dirección del dpd@urv.cat

a) ¿Cuánto tiempo conservaremos sus datos?

El periodo de conservación de los datos es de 5 años una vez finalizado el estudio, salvo que la hoja de información al participante establezca un periodo diferente. En cualquier caso, se conservarán los datos hasta la revocación del consentimiento por parte de la persona interesada.

Anexo 3. Consentimiento Informado

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio: Déficits neuromusculares en el salto vertical con balón y su impacto en el rendimiento deportivo: estudio observacional transversal

Datos de contacto del investigador principal:

Nombre: Cristina Adillón Camón

Dirección postal completa: Centro Tecnológico de Nutrición y Salud (CTNS), Avd Universidad 1, 43204 Reus (Tarragona)

Tel. (fijo o móvil): (34) 977 77 99 40

Grupo de investigación: Grupo de investigación en Ejercicio terapéutico, prevención y readaptación de lesiones

Yo con DNI.....:

- He leído la hoja de información al participante sobre el estudio del cual se me ha entregado una copia.
- He podido hacer preguntas y resolver mis dudas sobre el estudio y mi participación.
- Comprendo mi participación en el estudio de acuerdo con aquello expresado en la hoja de información al participante sobre el estudio y de las respuestas a mis preguntas, así como los riesgos y beneficios que comporta.
- Acepto que mi participación es voluntaria y doy libremente mi conformidad para participar en el estudio.
- Conozco que me puedo retirar en cualquier momento de la participación en el estudio sin que esto me pueda causar ningún perjuicio.
- Estoy informado sobre el tratamiento que se realizará de mis datos personales.
- Doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas a la hoja de información al participante sobre el estudio.
 Sí No
- Doy mi consentimiento para la difusión de mis datos personales junto con la publicación de los resultados del estudio.
 Sí No
- Una vez finalizada la investigación, es posible que los datos obtenidos sean de interés para otros estudios relacionados. En relación con esto, se ofrecen las siguientes opciones:
 - NO autorizar** el uso de sus datos en otros proyectos de investigación relacionados.
 - SÍ autorizar** el uso de sus datos en otros proyectos de investigación relacionados.

Y para expresar este consentimiento, el participante firma en fecha y lugar..... esta hoja de consentimiento:

Firma del participante.....

INFORMACIÓN DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES	
Responsable	El responsable del tratamiento de sus datos personales es la Universidad Rovira i Virgili con CIF Q9350003A y con domicilio fiscal en calle del Escorxador, s/n, 43003 de Tarragona.
Finalidad	Participar en el proyecto de investigación en los términos que se describen en la hoja de información al participante. En el caso de que el estudio prevea la publicación, difusión y reutilización de los resultados obtenidos incluyendo datos personales, los datos personales serán utilizadas para esta finalidad siempre que el interesado haya otorgado su consentimiento.
Derechos	Puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición en el tratamiento, mediante un escrito dirigido al Registro General de la URV en la misma dirección del domicilio fiscal o mediante su presentación al Registro General de la Universidad, presencialmente o telemática, según se indica https://seuelectronica.urv.cat/registre.html .
Información adicional	Puede consultar información adicional sobre este tratamiento de datos personales denominado Proyectos de investigación de la URV y sus derechos al Registro de Actividades del Tratamiento de la URV publicado a https://seuelectronica.urv.cat/rgpd donde también se puede consultar la Política de Privacidad de la URV. Así mismo, puede consultar esta información a la Hoja de información al participante sobre el estudio. Adicionalmente, puede dirigir a nuestros delegados de protección de datos cualquier consulta sobre protección de datos personales en la dirección de correo electrónico del dpd@urv.cat

Anexo 4. Cesión de derechos de imagen

HOJA DE CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DE CESIÓN DE DERECHOS DE IMAGEN

EL Sr. / La Sra. con DNI....., AUTORIZA y DA EL CONSENTIMIENTO a la Universidad Rovira i Virgili, en adelante URV, a ser filmado en las instalaciones deportivas de los clubes participantes en el estudio, con la finalidad de participar en el proyecto de investigación “Déficits neuromusculares en el salto vertical con balón y su impacto en el rendimiento deportivo: estudio observacional transversal”.

Además, consiento la difusión para que sean divulgadas las imágenes filmadas durante el estudio con la finalidad de mostrar ejemplos en la docencia del grado en Fisioterapia y realizar publicaciones científicas en congresos.

Firma:

Tarragona, de de 20.....

INFORMACIÓN DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES	
Responsable	El responsable del tratamiento de sus datos personales es la Universidad Rovira i Virgili con CIF Q9350003A y con domicilio fiscal en calle del Escorxador, s/n, 43003 de Tarragona.
Finalidad	Participar en el proyecto de investigación en los términos que se describen en la hoja de información al participante. En el caso de que el estudio prevea la publicación, difusión y reutilización de los resultados obtenidos incluyendo datos personales, los datos personales serán utilizadas para esta finalidad siempre que el interesado haya otorgado su consentimiento.
Derechos	Puede ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición en el tratamiento, mediante un escrito dirigido al Registro General de la URV en la misma dirección del domicilio fiscal o mediante su presentación

	<p>al Registro General de la Universidad, presencialmente o telemática, según se indica</p> <p>https://seuelectronica.urv.cat/registre.html</p> <p>.</p>
<p>Información adicional</p>	<p>Puede consultar información adicional sobre este tratamiento de datos personales denominado Proyectos de investigación de la URV y sus derechos al Registro de Actividades del Tratamiento de la URV publicado a https://seuelectronica.urv.cat/rgpd donde también se puede consultar la Política de Privacidad de la URV. Así mismo, puede consultar esta información a la Hoja de información al participante sobre el estudio. Adicionalmente, puede dirigir a nuestros delegados de protección de datos cualquier consulta sobre protección de datos personales en la dirección de correo electrónico del dpd@urv.at</p>