

DENSIDAD MINERAL ÓSEA EN JUGADORES DE HOCKEY HIERBA. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

BONE MINERAL DENSITY IN FIELD HOCKEY PLAYERS: A SYSTEMATIC REVIEW

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL DEPORTE



**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca
Universidad Zaragoza**

Alumno: David Oteo Gómez

Dirección: Carlos Castellar Otín y Francisco Pradas de la Fuente

Departamento: Expresión Musical, Plástica y Corporal

Asignatura: Trabajo Fin de Máster

Curso: 2022-2023

Fecha de presentación: 07/06/2023

RESUMEN

Antecedentes: el objetivo de este estudio es la realización de una revisión sistemática para comparar y analizar la densidad mineral ósea que poseen los jugadores que practican hockey hierba de ambos sexos y de diferentes edades, con otros deportes y con población sedentaria.

Métodos: el proceso de búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos de Pubmed, Sportdiscus y Scopus. La búsqueda finalizó el día 19.05.2023. Se seleccionaron aquellos artículos en los que se realizaba una comparación de la densidad mineral ósea de cuerpo entero, columna lumbar, cuello de fémur, brazos y piernas, entre jugadores de hockey hierba, y/o con otros deportes y/o con población sedentaria. Para la evaluación del riesgo de sesgo se utilizó una adaptación del criterio de Downs & Black (1998). La revisión sistemática siguió la metodología descrita en la declaración Prisma para el año 2020.

Resultados: la búsqueda inicial dio lugar a 191 artículos. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión la búsqueda se redujo a 7 artículos en total. Se ha observado que el hockey hierba tiene mejores valores de densidad mineral ósea que la población sedentaria y que deportes de bajo impacto. El baloncesto tuvo mejores valores de densidad mineral ósea en cuerpo entero y piernas que el hockey hierba.

Discusión y conclusiones: no se pudo establecer causalidad debido a que los estudios incluidos son de carácter transversal. Los mejores valores de densidad mineral ósea en el hockey hierba en comparación con la población sedentaria pueden deberse a que las personas que participan en deportes con impacto presentan una mejor densidad mineral ósea. En cuanto a las diferencias en la densidad mineral ósea entre el hockey hierba y los deportes de bajo impacto podría relacionarse con un menor impacto durante su práctica en éstas disciplinas.

Palabras claves: hockey, densidad ósea, absorciometría, deportes, comportamientos sedentarios.

ABSTRACT

Background: the objective of this study is to carry out a systematic review to compare and analyze the bone mineral density of field hockey players of both sexes and of different ages, with other sports and with sedentary population.

Methods: the search process was carried out in the Pubmed, Sportdiscus and Scopus databases. The search ended on 19.05.2023. We selected those articles in which a comparison was made of bone mineral density of the whole body, lumbar spine, femoral neck, arms and legs, among field hockey players, and/or with other sports and/or with a sedentary population. An adaptation of the Downs & Black (1998) criteria was used to assess the risk of bias. The systematic review followed the methodology described in the 2020 Prism statement.

Results: the initial search had 191 articles. After applying the inclusion and exclusion criteria the search was narrowed down to 7 articles in total. It has been observed that field hockey has better bone mineral density values than sedentary population and low impact sports. Basketball had better whole body and leg bone mineral density values than field hockey.

Discussion and conclusion: causality could not be established due to the cross-sectional nature of the included studies. The better bone mineral density values in field hockey compared to the sedentary population may be because people who participate in impact sports have a better bone mineral density. As for the differences in bone mineral density between field hockey and low-impact sports could be related to a lower impact during their practice in these disciplines.

Keywords: hockey, bone density, absorptiometry, sports, sedentary behavior.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción..... | página 5 |
| 1.1 Objetivos..... | página 6 |
| 2. Material y Métodos..... | página 7 |
| 3. Resultados..... | página 9 |
| 3.1. Selección de los estudios..... | página 9 |
| 3.2 Evaluación del riesgo de sesgo..... | página 9 |
| 3.3 Resultados de los estudios..... | página 10 |
| 4. Discusión..... | página 18 |
| 4.1 Interpretación de los resultados..... | página 18 |
| 5. Limitaciones y fortalezas..... | página 21 |
| 6. Conclusiones..... | página 22 |
| 7. Perspectivas de futuro..... | página 23 |
| 8. Bibliografía..... | página 24 |
| 9. Anexos..... | página 27 |

LISTADO DE ABREVIATURAS

| | | | | | |
|-----|-----------------------|-----|--|------|---|
| AF | Actividad física | AL | Atletismo (lanzamientos) | AP | Atletismo (pista) |
| B | Baloncesto | BR | Brazos | C | Control |
| CC | Cross country | CE | Cuerpo entero | CF | Cuello de fémur |
| CL | Columna lumbar | CMO | Contenido mineral óseo | D | Deportes |
| DMO | Densidad mineral ósea | DXA | Absorciometría fotónica dual de rayos X | EF | Ejercicio físico |
| F | Sexo femenino | FT | Fútbol | HH | Hockey hierba |
| M | Sexo masculino | n | Población muestral | N | Natación |
| NB | Natación y buceo | NBA | National Basketball Association | NCCA | National Collegiate Athletic Association |
| NS | Natación sincronizada | PR | Piernas | R | Running |
| V | Voleibol | W | Waterpolo | VE | Validez externa |
| VI | Validez Interna | | | | |

1. INTRODUCCIÓN

Existe una gran evidencia científica sobre los posibles beneficios que las personas pueden obtener al realizar regularmente actividad física (AF) y/o ejercicio físico (EF). Entre otros, se pueden destacar diferentes aspectos como un aumento del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), una reducción de la grasa corporal total y la grasa intraabdominal, una mejora de la tolerancia a la glucosa, una disminución de la ansiedad y la depresión, una mejora de la función física y calidad de vida y una menor probabilidad de sufrir fracturas osteoporóticas (1). Actualmente, la evidencia apoya una relación inversa entre AF/EF regular y osteoporosis (2). La International Society of Clinical Densitometry define esta enfermedad esquelética como una producción de cambios realizados en la microarquitectura del hueso, volviéndose más poroso, provocado por un descenso de su densidad mineral ósea (DMO), transformándolo en más frágil y susceptible a sufrir fracturas (1)(3). También se puede definir a través de una T de DMO en columna lumbar, cadera o cuello de fémur con valores de $\geq -2,5$ (4).

La osteoporosis es una enfermedad que provoca grandes costes económicos para la sociedad (5) por lo que resulta de gran interés poder evitar tener bajos niveles en DMO y contenido mineral óseo (CMO). Aunque en parte estos niveles estén determinados genéticamente (6), se puede alcanzar unos niveles de DMO saludables manteniendo un adecuado estilo de vida, en el que se practique AF y EF de manera regular (7), entre otras medidas. El EF ayuda a mejorar la DMO y CMO, incrementa la fuerza ósea interna de los huesos sometidos a estrés, lo que se traduce en prevenir, retrasar o revertir la pérdida de masa ósea (8)(9). Si se consigue obtener una ganancia de un 10% en el pico de DMO en el periodo de tiempo óptimo en el que se alcanzan los mayores niveles de CMO, es posible llegar a retrasar hasta 13 años la aparición de la osteoporosis (10), siendo este hecho aún más importante en el sexo femenino, debido al mayor descenso que sufren de CMO como consecuencia de la menopausia (3).

Sin embargo, aun conociendo que la AF y EF ayuda a tener una mejor salud ósea, se sigue sin saber cuál es la dosis de ejercicio más eficaz para mejorar la DMO (11) o para alcanzar el crecimiento óseo máximo (7). Esta situación puede tener su origen en que no todos los ejercicios provocan el mismo estímulo osteogénico. Los deportes, la AF o el EF los podemos dividir en función de si se caracterizan por tener alto impacto, bajo impacto o repetitivos (12) o en función de si soportan peso o no. Según Calbet et al. (13) el efecto del EF sobre la DMO se observa en deportes como el fútbol, que se caracteriza por ser una actividad de impacto, o en donde se soporta un peso al estar presente en su naturaleza dos actividades osteogénicas como son correr y saltar. Por otro lado, existen deportes o actividades que no están relacionadas con una mejora de la DMO, como por ejemplo la natación y el ciclismo, al ser actividades que no soportan peso como consecuencia de poseer un bajo impacto articular (14)(15).

En la actualidad, son numerosas las revisiones sistemáticas y metaanálisis en torno a determinados deportes como el fútbol, en los que se intenta conocer cómo influyen las características propias de este tipo de deportes sobre la DMO de los jugadores y los deportistas que lo practican

(15)(14)(16). Sin embargo, existen otras disciplinas, consideradas de menor relevancia e influencia deportiva, catalogadas como de medio impacto, como es el caso del hockey hierba (17), que tienen un menor interés, existiendo escasas evidencias científicas en donde se analice el efecto que puede tener la práctica de este deporte sobre la DMO. El hockey hierba se puede definir como un deporte de equipo practicado al aire libre, en el que se suceden de manera continua una gran variedad de esfuerzos de tipo intermitente. Este deporte se caracteriza por tener una gran variabilidad en su intensidad del juego, realizando los jugadores de manera combinada esfuerzos de muy alta intensidad con otros movimientos de baja intensidad, además de periodos de inactividad (18). En este sentido, el hockey hierba va a requerir una buena condición física, tanto anaeróbica como aeróbica, y una gran potencia como consecuencia de la continua presencia de aceleraciones, desaceleraciones y sprints (19).

Teniendo en consideración las escasas investigaciones realizadas en el entorno del hockey hierba desde el punto de vista osteogénico, el objetivo de este estudio se centra en realizar una revisión sistemática en donde se compare y analice la densidad mineral ósea que poseen los jugadores que practican hockey hierba, de ambos sexos y de diferentes edades, con otros deportes y con población sedentaria.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de esta revisión sistemática se ha seguido la guía Prisma 2020 para revisiones sistemáticas. Teniendo en cuenta el objetivo principal del estudio, y para poder llevar a cabo una correcta búsqueda, la pregunta PICO se formuló de la siguiente manera: (i) la población hombres y mujeres de diferentes edades, (ii) la intervención hockey hierba, (iii) la comparación con cualquier otro deporte, hockey hierba y/o población sedentaria, (iv) y las outcomes o variables son DMO de cuerpo entero (CE), de cuello de fémur (CF), de columna lumbar (CL), de brazos (BR) y de piernas (PR). Se decidió escoger las variables de cuello de fémur y de columna lumbar porque la International Society of Clinical Densitometry las utiliza para definir si una persona presenta osteoporosis (4), y porque son los lugares más susceptibles de sufrir fracturas osteoporóticas (20). La DMO en cuerpo entero, brazos y piernas aportan una información global del estado de salud ósea del sujeto, y ayuda a comparar entre deportes, debido a que algunas disciplinas pueden tener más efecto sobre el tren inferior, sobre el tren superior o incluso en algunos casos sobre ambas extremidades.

El proceso de búsqueda se ha llevado a cabo en las siguientes bases de datos, llevándose a cabo por última vez el día 19/05/2023: Pubmed, Scopus y Sportdiscus, utilizando en todos los campos los términos MeSH. La estrategia de búsqueda en cada base de datos se realizó de la siguiente manera:

- Pubmed: (((("Hockey"[Mesh] OR "field hockey") AND ("Sports"[Mesh] OR "Sports")) AND ("Absorptiometry, Photon"[Mesh] OR "dual-energy x-ray absorptiometry")) AND (((("Bone Density"[Mesh] OR "Bone Density") OR ("Bone and Bones"[Mesh] OR Bone and Bones))
- Scopus: (((("Hockey" OR "field hockey") AND ("Sports")) AND ("dual-energy x-ray absorptiometry")) AND ("Bone Mineral Density") OR ("Bone and Bones"))
- Sportdiscus: (((("Hockey" OR "field hockey") AND ("Sports")) AND ("dual-energy x-ray absorptiometry")) AND ("Bone Mineral Density") OR ("Bone and Bones"))

La selección de los estudios se llevó a cabo atendiendo a los siguientes criterios:

- Utilización de la absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA) para obtener los datos de DMO
- Estudios en los que se compare jugadores de hockey hierba, o con otros deportes, o con población sedentaria
- Los artículos seleccionados sean de carácter transversal, longitudinal, de cohortes o ensayos controlados aleatorizados
- Investigaciones en las que se analice al menos una de las siguientes variables: DMO de CE, CF, CL, BR o PR.

Por otro lado, los criterios de exclusión que se establecieron fueron los siguientes:

- Revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios de caso, estudios de casos y controles y cartas al editor.
- Literatura no publicada.
- La muestra de los estudios presentara algún tipo de patología.
- Publicaciones no redactadas en español o inglés.

La elección de los artículos fue llevada a cabo por un único investigador, el cual utilizó el administrador bibliográfico Mendeley (disponible en línea en <https://www.mendeley.com/search/>). Este gestor se utilizó también para averiguar si existían artículos duplicados durante el proceso de búsqueda en las diferentes bases de datos, gracias a la función denominada “Check for Duplicates”.

Para comprobar la calidad de los estudios se utilizó un instrumento estandarizado. La herramienta utilizada para evaluar el sesgo en los estudios transversales fue la adaptación realizada por Lozano et al. (21), que procede de Downs and Black (22). Esta herramienta está formada por 10 ítems, los 6 primeros hacen referencia a la información descriptiva, un ítem hace referencia a la validez externa, dos ítems hacen referencia a la validez interna, y el último ítem hace referencia a los efectos clínicos. Si el artículo cumplía con algún ítem se le puntuaba con un valor de 1, si no lo cumplía se puntuaba con un valor de 0, y si no se podía aplicar se incorporaba el texto como “No disponible”. Posteriormente se sumaba la puntuación y se obtenía el porcentaje, siendo el valor de 10 el 100%. Para realizar la calificación en función del porcentaje obtenido también se siguió el protocolo planteado por Lozano et al. (13), siendo el siguiente método de evaluación: 0-20% = malo, 21-40% = pobre, 41-60% = regular, 61-80% = bueno y 81%-100% = excelente.

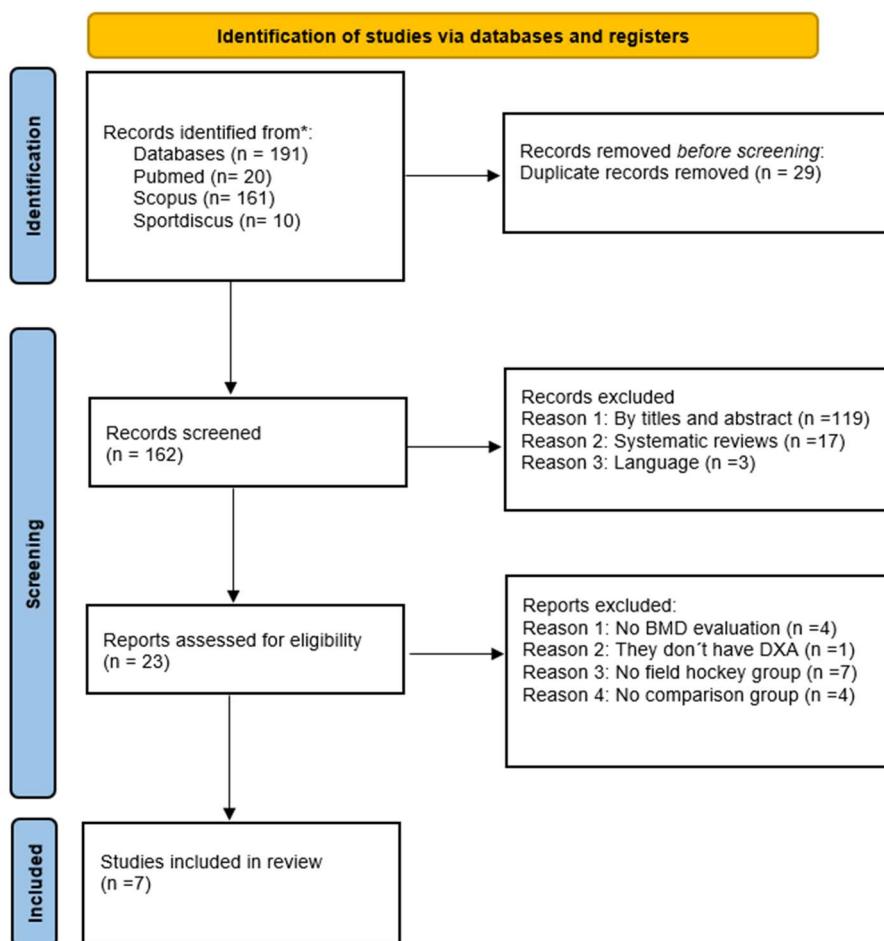
En el apartado de anexos se presenta el instrumento con la evaluación completa de todos los estudios incluidos en la revisión.

3. RESULTADOS

3.1 Selección de los estudios

La búsqueda inicial presentó un resultado de 191 artículos, de los cuales 20 procedían de Pubmed, 161 de Scopus y 10 de Sportdiscus. Después de revisar los artículos duplicados se eliminaron un total de 29 artículos, quedando la revisión total conformada por un total de 162 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y de exclusión, la búsqueda se redujo definitivamente a 7 artículos, que fueron los que conformaron el proceso final de la revisión sistemática. En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo en donde se especifica el proceso seguido en la selección y filtrado de los estudios analizados a partir de la búsqueda inicial.

Figura 1. PRISMA Diagrama de flujo de la selección de estudios.



3.2 Evaluación riesgo de sesgo

A partir de la herramienta adaptada de Lozano et al. (21), se obtuvieron las siguientes puntuaciones: cuatro artículos alcanzaron un porcentaje del 80% (bueno), un estudio un porcentaje del

70% (bueno), y dos artículos un porcentaje del 50% (regular). Haciendo la media de los 7 artículos se obtuvo una puntuación del 70%, por lo que la calidad de los estudios fue considerada como buena.

Aunque uno de los estudios incluidos en la revisión sistemática era de carácter observacional longitudinal, fue evaluado como de tipo transversal, ya que los datos de interés para esta revisión sistemática se evaluaron solamente en una única ocasión. El proceso de evaluación de calidad de los estudios, al igual que el proceso de selección fue llevado a cabo por un único investigador.

3.3 Resultados de los estudios

En la tabla 1 se recoge la descripción de los 7 artículos incluidos en la revisión sistemática. Se encontraron 6 artículos que incluían el sexo femenino y solo un artículo tenía población masculina. En 4 estudios se comparaba el hockey hierba con otros deportes, mientras que en un artículo se comparan diferentes muestras con diferentes niveles de hockey hierba. En 4 artículos se compara el hockey hierba con población sedentaria. De los estudios encontrados 6 eran de tipo observacional transversal y solamente había un estudio observacional longitudinal. Por otro lado, las variables más analizadas fueron la DMO de cuerpo entero y la DMO en las piernas. A continuación, se presentan los resultados de la revisión sistemática agrupados en tres apartados, diferenciándose por los grupos de comparación del estudio.

Comparación entre jugadores de hockey hierba y controles

El primer estudio que evaluó la DMO realizando una comparación entre jugadores de hockey hierba y sedentarios fue el estudio de Dook et al. (17). En esta investigación la muestra fueron jugadoras veteranas de 46,2 (3,1) años que llevaban más de 20 años de experiencia deportiva. Se observó que las jugadoras de hockey hierba tenían unos valores de DMO de cuerpo entero, brazos y piernas mayores que los de su grupo de comparación ($p < 0,05$).

Bellver et al. (20) mostró que en jugadoras de hockey hierba con una edad de 23,8 (3,7) años tenían una DMO de cuerpo entero, cuello de fémur, columna lumbar, brazos y piernas superior al grupo de sedentarios ($p < 0,05$). Se han encontrado resultados similares en el estudio de Beck et al. (23), donde las jugadoras de hockey hierba, algo más jóvenes (20 años), mostraban una mayor DMO de cuerpo entero ($p = 0,02$), cuello de fémur ($p = 0,00004$) y columna lumbar. Sin embargo, solamente en las dos primeras variables las diferencias eran estadísticamente significativas.

Por último, el único estudio realizado sobre jugadores masculinos de hockey hierba con una edad de 21,4 (1,6) años fue el de Krzykała et al. (24). Se obtuvieron unos resultados en los que el grupo de jugadores de hockey hierba tenían valores mayores en cuerpo entero, pierna izquierda y pierna derecha, pero solo eran significativos en los valores de la pierna izquierda ($p < 0,05$). Por otro lado, los valores de DMO en ambos brazos eran superiores en el grupo de sedentarios, pero las diferencias no eran significativas.

Comparación entre jugadores de hockey hierba

Krzykała et al. (25) comparó la Selección Nacional de Polonia femenina de hockey hierba, con una edad media de 21,01 (3,83) años, con un grupo de jugadoras juveniles de hockey hierba, con menor nivel deportivo y con una edad media de 17,27 (0,85) años. Los resultados muestran diferencias significativas a favor del grupo de jugadoras juvenil en la DMO de ambos brazos ($p < 0,05$). También se evaluó la DMO en las extremidades inferiores y en ambas las jugadoras del equipo nacional tenían mejores valores, pero estas diferencias no eran significativas.

Comparación entre jugadores de hockey hierba y otros deportes

Todos los estudios incluidos en la revisión que comparaban un grupo de hockey hierba con otros deportes estaba compuesta por una muestra femenina. La investigación de Dook et al. (17) también fue la primera en realizar esta comparación, donde encontramos deportes como el baloncesto, el netball y la natación. Las jugadoras de hockey hierba tenían valores significativamente mejores en la DMO de pierna cuando se comparaba con la natación ($p < 0,05$). El baloncesto y el netball tenían mejores valores en cuerpo entero, brazos y piernas comparado con las jugadoras de hockey hierba, pero no eran estadísticamente significativas. Algo similar ocurre entre el hockey hierba y la natación en la DMO de cuerpo entero y brazos, siendo los valores mejores en el grupo de jugadoras de hockey hierba, pero estas diferencias no eran significativas.

Bellver et al. (20) llevo a cabo una comparación de deportes no acuáticos (hockey hierba, fútbol y voleibol) con deportes acuáticos (natación, waterpolo y natación sincronizada) en atletas con una edad entre los 19-24 años. Los autores vieron que las jugadoras de hockey hierba tenían mejores valores que la natación en la DMO de cuerpo entero y cuello de fémur y con las deportistas de natación sincronizada en cuerpo entero ($p < 0,05$). El voleibol y el fútbol tenían mejores valores en la DMO de cuerpo entero, cuello de fémur, columna lumbar y piernas que las jugadoras de hockey hierba, pero las diferencias no eran significativas. Por otro lado el waterpolo tenía mejores valores de DMO en el cuello de fémur, columna lumbar, brazos y piernas que las jugadoras de hockey hierba pero no eran significativas las diferencias.

Dobrosielski et al. (26) realizó una comparación de la DMO de cuerpo entero, brazos y piernas en 12 deportes diferentes con atletas que tenían una edad de 19 años. Las jugadoras de hockey hierba mostraban diferencias significativas a su favor en la DMO de cuerpo entero cuando se comparaban con la natación, buceo y el cross country ($p < 0,01$). Lo mismo ocurre cuando la variable es la DMO en brazos pero con los deportes de atletismo (pista) y cross country y con la variable DMO en piernas cuando se compara con la natación y buceo ($p < 0,01$). Además, el baloncesto tiene valores superiores a su favor cuando se compara con las jugadoras de hockey hierba en cuerpo entero y piernas ($p < 0,01$). De la misma manera la modalidad de atletismo (lanzamientos) tiene mejores valores en la DMO de brazos que el hockey hierba ($p < 0,01$).

Por último, el estudio de Mudd et al. (27) el cual tenía el objetivo de comprar la DMO de cuerpo entero, columna lumbar y pierna en 8 deportes con atletas de 20 años de edad, observó que las jugadoras de hockey hierba mostraban valores superiores de DMO de cuerpo entero y de pierna cuando se comparaba con la natación y el buceo ($p < 0,01$). Por otro lado, no había diferencias significativas en la variable DMO de columna lumbar entre las jugadoras de hockey hierba y las jugadoras de otros deportes.

Tabla 1. Descripción de los estudios incluidos

| Autores y año | Diseño estudio | Participantes y nivel de competición | Género y edad (años) | Variable de interés y medición | Resultados DMO |
|--------------------------------|---------------------------|---|----------------------|---|---|
| Bellver et al.(20) Año 2019 | Observacional transversal | Hockey hierba n= 29 Nivel competición: > 3 años practicando deporte de élite | F: 23,8 ± 3,7 | DMO (g/cm ²) medida por DXA en CF, CL CE, BR y PR | Hockey hierba Cuerpo entero: 1,222±0,1 Cuello fémur: 1,155±0,11 Columna lumbar: 1,258± 0,10 Brazos: 0,701±0,04 Piernas:1,230±0,09 |
| | | Natación n= 19 Nivel competición: > 3 años practicando deporte de élite | F: 18,4 ± 3,6 | | Natación Cuerpo entero: 1,090±0,1 Cuello fémur: 0,994±0,10 Columna lumbar: 1,161±0,14 Brazos: 0,704±0,05 Piernas: 1,109±0,08 |
| | | Waterpolo n= 14 Nivel competición: > 3 años practicando deporte de élite | F: 24,0 ± 3,7 | | Waterpolo Cuerpo entero: 1,206±0,1 Cuello fémur: 1,172±0,12 Columna lumbar: 1,265±0,09 Brazos: 0,894±0,13 Piernas: 1,346±0,25 |
| | | Natación sincronizada n= 24 Nivel competición: > 3 años practicando deporte de élite | F: 20,5 ± 3,9 | | Natación sincronizada Cuerpo entero: 1,068±0,1 Cuello fémur:1,103±0,09 Columna lumbar: 1,107±0,11 Brazos: 0,697±0,05 Piernas: 1,081±0,10 |
| | | Fútbol n= 92 Nivel competición: > 3 años practicando deporte de élite | F: 22,0 ± 5,2 | | Fútbol Cuerpo entero: 1,262±0,1 Cuello fémur:1,240±0,14 Columna lumbar: 1,341±0,16 Brazos: 0,697±0,05 Piernas: 1,346± 0,10 |
| | | Voleibol n= 26 Nivel competición: > 3 años practicando deporte de élite | F: 22,5 ± 4,5 | | Voleibol Cuerpo entero: 1,279±0,1 Cuello fémur:1,272±0,14 Columna lumbar: 1,431±0,18 Brazos: 0,743± 0,04 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|---|------------------------------------|--|---|---|
| | | Sedentarios (C) n= 126 | F: 21,5 ± 4,6 | | Piernas: 1,345±0,14 Sedentarios Cuerpo entero: 0,943±0,2 Cuello de fémur: 0,903±0,14 Columna lumbar: 1,057±0,16 Brazos: 0,659±0,07 Piernas: 1,108±0,12 | |
| Beck et al. (23) Año 2005 | Observacional longitudinal | Hockey hierba n=15 Nivel de competición: no disponible. 7,7 años practicando HH | F: 20,6 (1,1) | DMO (g/cm ²) medida por DXA en CF, CL y CE | Los valores CE de DMO en HH significativamente (p=0,02) + C. Los valores de DMO de CF en HH significativamente (p=0,00004) + C. En CL no hay diferencias significativas | |
| Dobrosielski et al. (26) Año 2021 | Observacional transversal | Sedentarios (C) n= 17 Hockey hierba n= 35 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,5 (1,5) F: 18,8 (1,0) | DMO (g/cm ²) medida por DXA en CF, CL y CE | Hockey hierba Cuerpo entero: 1,29 (0,08) Brazos: 0,96 (0,67) Piernas: 1,34 (0,10) | Los valores CE de DMO en HH significativamente (p< 0,01) + CC y NB. |
| | | Baloncesto n= 28 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,4 (1,3) | | Baloncesto Cuerpo entero: 1,40 (0,11) Brazos: 1,02 (0,07) Piernas: 1,47 (0,12) | Los valores de DMO de BR en HH significativamente (p< 0,01) + CC y AC |
| | | Cross country (ciclismo) n= 11 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F:19,7 (1,2) | | Cross country Cuerpo entero: 1,17 (0,07) Brazos: 0,83 (0,78) Piernas: 1,23 (0,08) | Los valores de DMO de PR en HH significativamente (p< 0,01) + NB |
| | | Gimnasia n= 23 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F:19,0 (1,0) | | Gimnasia Cuerpo entero: 1,31 (0,07) Brazos: 1,02 (0,10) Piernas: 1,34 (0,08) | Los valores CE de DMO en B significativamente (p< 0,01) + HH. |
| | | Lacrosse n= 48 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,2 (1,2) | | Lacrosse Cuerpo entero: 1,30 (0,09) Brazos: 0,98 (0,07) Piernas: 1,36 (0,10) | Los valores de DMO de PR en B significativamente (p< 0,01) + HH. |
| | | Fútbol n= 27 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,4 (0,8) | | Fútbol Cuerpo entero: 1,32 (0,08) Brazos:0,94 (0,09) Piernas: 1,39 (0,10) | Los valores de DMO de BR en AL significativamente (p< 0,01) + HH. |
| | | Softball n= 24 | F: 19,2 (1,2) | | Softball | |

| | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------|---|---------------|--|---|--|
| | | Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | | | Cuerpo entero: 1,35 (0,09) Brazos: 1,01 (0,06) Piernas: 1,40 (0,09) | Valores de DMO en CE, BR y PR comparando HH y los demás D no hay diferencias significativas. |
| | | Natación y buceo n= 35 | F: 19,5 (1,1) | | Natación y buceo Cuerpo entero: 1,21 (0,06) Brazos: 0,94 (0,07) Piernas: 1,21 (0,07) | |
| | | Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | | | Tenis Cuerpo entero: 1,26 (0,09) Brazos: 0,92 (0,11) Piernas: 1,21 (0,07) | |
| | | Tenis n= 11 | | | Atletismo (lanzamiento): Cuerpo entero: 1,43 (0,12) Brazos: 1,08 (0,07) Piernas: 1,49 (0,15) | |
| | | Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 18,6 (0,7) | | Atletismo (correr): Cuerpo entero: 1,22 (0,09) Brazos: 0,87 (0,05) Piernas: 1,31 (0,13) | |
| | | Atletismo (lanzamiento) n= 10 | F: 19,7 (1,5) | | Voleibol Cuerpo entero: 1,36 (0,10) Brazos: 1,02 (0,09) Piernas: 1,40 (0,11) | |
| | | Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | | | | |
| | | Atletismo (correr) n=10 | F: 18,4 (0,5) | | | |
| | | Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | | | | |
| | | Voleibol n=16 | | | | |
| | | Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,6 (1,5) | | | |
| Dook et al. (17) Año 1997 | Observacional transversal | Alto impacto (baloncesto y netball) n=20 | F: 45,5 (3,1) | DMO (g/cm ²) medida por DXA en CE, BR y PR | Baloncesto y netball Cuerpo entero: 1,15 (0,08) Brazos: 0,73 (0,05) Piernas: 1,20 (0,09) | Los valores CE de DMO en HH significativamente (p< 0,05) + C. |
| | | Nivel de competición: no disponible. >20 años de práctica deportiva | | | | |
| | | Medio impacto (Hockey hierba) n=20 | F: 46,2 (3,1) | | Hockey hierba y correr Cuerpo entero: 1,12 (0,10) Brazos: 0,71 (0,05) Piernas: 1,18 (0,09) | Los valores de DMO de BR en HH significativamente (p< 0,05) + C. |
| | | Nivel de competición: no disponible. >20 años de práctica deportiva | | | | |
| | | Sin impacto (Natación) n= 20 | 46,0 (3,6) | | Natación Cuerpo entero: 1,06 (0,08) Brazos: 0,71 (0,05) Piernas 1,11 (0,09) | Los valores de DMO de PR en HH significativamente (p< 0,05) + N y C. |
| | | Nivel de competición: no disponible. >20 años de práctica deportiva | | | | |
| | | Sedentarios (C) n= 20 | 45,6 (2,1) | | Sedentarios Cuerpo entero: 1,02 (0,07) | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|---|---------------|--|---|---|
| | | | | | Brazos: 0,67 (0,05) Piernas: 1,05 (0,08) | |
| Mudd et al. (27) Año 2007 | Observacional transversal | Hockey Hierba n=10 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,8 ± 1,2 | DMO (g/cm ²) medida por DXA en CL, CE y PR | Hockey hierba Cuerpo entero: 1,161 ± 0,095 Columna Lumbar: 1,311 ± 0,120 Piernas: 1,268 ± 0,138 | Los valores CE de DMO en HH significativamente (p< 0,01) + NB. Los valores de DMO DE PR en HH significativamente (p< 0,01) + NB. DMO de CL no hay diferencias significativas entre HH y otros D |
| | | Gimnasia n= 8 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,7 ± 0,9 | | Gimnasia Cuerpo entero: 1,173 ± 0,036 Columna Lumbar: 1,213 ± 0,121 Piernas: 1,261 ± 0,063 | |
| | | Softball n=14 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 20,1 ± 1,1 | | Softball Cuerpo entero: 1,163 ± 0,061 Columna Lumbar: 1,171 ± 0,10 Piernas: 1,267 ± 0,075 | |
| | | Running n= 25 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 20,4 ± 1,3 | | Running Cuerpo entero: 1,079 ± 0,055 Columna Lumbar: 0,988 ± 0,118 Piernas: 1,184 ± 0,072 | |
| | | Atletismo pista n= 8 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 20,1 ± 1,3 | | Atletismo pista Cuerpo entero: 1,152 ± 0,062 Columna Lumbar: 1,104 ± 0,098 Piernas: 1,272 ± 0,098 | |
| | | Natación y buceo n= 9 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 20,4 ± 1,1 | | Natación y buceo Cuerpo entero: 1,083 ± 0,050 Columna Lumbar: 1,079 ± 0,107 Piernas: 1,117 ± 0,086 | |
| | | Fútbol n=10 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 19,8 ± 0,9 | | Fútbol Cuerpo entero: 1,149 ± 0,043 Columna Lumbar: 1,054 ± 0,108 Piernas: 1,276 ± 0,045 | |
| | | Remo: 15 Nivel de competición: 1 ^a división de la NCAA | F: 20,5 ± 2,1 | | Remo Cuerpo entero: 1,126 ± 0,063 Columna Lumbar: 1,078 ± 0,061 Piernas: 1,208 ± 0,076 | |
| Krzykała et al. (24) Año 2018 | Observacional transversal | Hockey hierba n=15 | M: 21,4 (1,6) | DMO (g/cm ²) medida por DXA en CE, BR y PR | Hockey hierba Cuerpo entero: 1,34 (0,1) Brazo izquierdo: 1,009 (0,09) Brazo derecho: 1,020 (0,09) | Los valores de DMO de CE, BR y PR derecha en HH no son significativamente (p=0,08) + C |

| | | | | | | | |
|--|---------------------------|---|-----------------|--|--|---|--|
| | | Nivel de competición: Selección Juvenil de Polonia. 10,8 años de práctica deportiva | | | Pierna izquierda: 1,576 (0,13) Pierna derecha: 1,553 (0,14) | Los valores de DMO de PR izquierda en HH significativamente ($p<0,05$) + C | |
| | | Grupo control n= 14 | M: 22,3 (2,1) | | Sedentarios Cuerpo entero: 1,27 (0,1) Brazo izquierdo: 1,025 (0,07) Brazo derecho: 1,045 (0,09) Pierna izquierda: 1,480 (0,54) Pierna derecha: 1,450 (0,12) | | |
| Krzyska et al. (25) Año 2015 | Observacional transversal | Equipo Nacional Polonia HH n=17 | F: 21,01 (3,83) | DMO (g/cm ²) medida por DXA en BR y PR | Equipo Nacional Polonia HH Brazo izquierdo: 0,86 (0,046) Brazo derecho: 0,87 (0,042) Pierna izquierda: 1,39 (0,72) Pierna derecha: 1,36 (0,065) | El equipo juvenil HH tiene valores de DMO en ambos BR significativamente ($p<0,05$) + equipo Nacional. En ambas PR no hay diferencias significativas | |
| | | Nivel competición: equipo nacional. 10 años de práctica deportiva | | | Equipo Juvenil HH Brazo izquierdo: 0,98 (0,079) Brazo derecho: 1,01 (0,060) Pierna izquierda: 1,35 (0,088) Pierna derecha: 1,33 (0,077) | | |
| | | Equipo Juvenil HH n= 14 | F: 17,27 (0,85) | | Equipo Juvenil HH Brazo izquierdo: 0,98 (0,079) Brazo derecho: 1,01 (0,060) Pierna izquierda: 1,35 (0,088) Pierna derecha: 1,33 (0,077) | El equipo senior HH tiene valores de DMO en la PR izquierda significativamente ($p<0,013$) + PR derecha. | |
| | | Nivel de competición: no disponible. 5,39 años de práctica deportiva | | | Equipo Juvenil HH Brazo izquierdo: 0,98 (0,079) Brazo derecho: 1,01 (0,060) Pierna izquierda: 1,35 (0,088) Pierna derecha: 1,33 (0,077) | | |

+: superiores, mayores que, AC: Atletismo (correr), AL: Atletismo (lanzamientos), B: Baloncesto, BR: brazos, C: grupo control, CC: Cross country, CE: cuerpo entero, CF: Cuello fémur, CL: columna lumbar, D: deportes, DMO: Densidad mineral ósea, DXA: absorciometría fotónica dual de rayos X, F: sexo femenino, FT: Fútbol, HH: Hockey Hierba, M: masculino, n: población muestral, N: natación, NB: Natación y Buceo, NCAA: National Collegiate Athletic Association (Liga Universitaria de los Estados Unidos de América), NS: natación sincronizada, PR: piernas, R: correr, V: voleibol, W: waterpolo.

4. DISCUSIÓN

4.1 Interpretación de los resultados

El objetivo de este estudio ha sido la realización de una revisión sistemática en donde se analice la densidad mineral ósea que poseen los jugadores que practican hockey hierba, de ambos sexos y de diferentes edades, con otros deportes y/o con población sedentaria. Gracias a la estrategia de búsqueda y a los criterios de inclusión y exclusión establecidos, se pudo comparar cinco variables de DMO (CE, CF, CL, BR y PR). La discusión se va a presentar en tres apartados, siguiendo el mismo orden de presentación de los resultados y diferenciada atendiendo a los grupos de comparación del estudio.

Comparación entre jugadores de hockey hierba y controles

En los 3 estudios que comparaban muestra femenina se puede observar que las jugadoras de hockey hierba obtenían mejores valores de DMO en todas las variables analizadas. Esto se puede deber a la práctica continuada de estos deportistas de la modalidad deportiva del hockey hierba durante varios años, ya que como puede apreciarse en los diferentes estudios analizados, el menor tiempo de práctica que poseen las jugadoras es de 7 años (23). Al practicar un deporte de impacto con que implica continuos desplazamientos, como es el caso del hockey hierba, el hueso tiende a adaptarse a las cargas que sufre, mejorando su calidad y su resistencia gracias a los procesos de modelado y remodelado óseo, lo que se conoce como la teoría del mecanostato de Frost (28). En este sentido, si las deportistas han practicado deporte durante su etapa de crecimiento, pueden llegar a aumentar la DMO máxima de aquellos huesos que sufren cargas entre un 10% y un 20% (29). Los efectos de este aumento de la DMO durante el crecimiento han sido analizados en el estudio de Dook et al. (17), realizado sobre una muestra de mujeres de 46,2 (3,1) años, y en donde se aprecia que los efectos de practicar durante más de 20 años hockey hierba sobre la DMO se mantienen a lo largo del tiempo, posiblemente relacionada con una mejor DMO. La práctica de deportes, como por ejemplo el caso del hockey hierba, durante el crecimiento y durante gran parte de la vida adulta parece ser que se encuentra asociado con unos valores adecuados de DMO a medida que avanza el envejecimiento óseo y vital. Sin embargo, Sparling (30) comenta que aunque existen diferencias a favor de las deportistas de élite, en cuanto a DMO, y siendo estas diferencias consistentes, se consideran relativamente pequeñas.

Por otro lado, en un estudio (31) se observó que cada hora adicional de comportamientos sedentarios estaba asociado con una DMO de CF de $-0,006 \text{ g/cm}^2$ en niños, lo que se traduce en una pérdida del 0,7% de DMO de CF por cada hora de comportamientos sedentarios (31). Esto quiere decir que las personas sedentarias, no sólo no consiguen mejorar su masa ósea, sino que de forma simultánea la empeoran. Sin embargo, las jugadoras de hockey hierba, gracias a las cargas que sufren sus huesos, mejoran su calidad y fuerza. Similares resultados han sido encontrados en estudios de deportes que tienen valores de DMO parecidos al hockey hierba, como en el fútbol, en donde se compararon jugadoras de fútbol y controles sedentarios, obteniendo mejores resultados de DMO las jugadoras de fútbol (21).

Sin embargo, cuando se analiza al sexo masculino no se encuentran los mismos resultados. Solamente se han obtenido diferencias significativas en la DMO de la pierna izquierda (24). Al contrario, en estudios relacionados con el fútbol, se encontraron diferencias en diversas variables cuando realizaron la misma comparación (21)(32). El motivo por el que no se observan tantas diferencias puede ser debido al grupo control, debido a que los autores no describen las características de este grupo adecuadamente, por lo que puede no ser el grupo idóneo para poder realizar este tipo de comparación.

Comparación entre jugadores de hockey hierba

En el único estudio que se comparaba a dos grupos de jugadoras de hockey hierba, se ha observado que el grupo de jugadoras de categoría juvenil presentó diferencias a su favor en las extremidades superiores. Debido a la escasez de estudios existentes en la literatura científica, no se han hallado estudios suficientes para poder comparar y justificar el por qué las jugadoras juveniles muestran mejores valores de DMO en las extremidades superiores, y resultados similares en las extremidades inferiores, sin ser jugadoras de alto rendimiento, y teniendo menos años de experiencia deportiva (10 años vs. 5 años). Un aspecto importante relativo a las características de la muestra, y que no se ha realizado en ninguno de los estudios analizados, es que no se menciona si estas jugadoras competían en la modalidad de hockey sala. Resulta muy común que, durante el descanso invernal de la temporada de hockey hierba, sobre todo en países del norte de Europa donde este deporte es más popular, las jugadoras que no están comprometidas con la selección nacional (debido a que son períodos de tiempo que se aprovechan para competiciones internacionales), compitan en la modalidad de hockey sala. Esta modalidad se juega sobre suelo más duro y no en césped artificial como el hockey hierba. La práctica de esta modalidad de sala podría estar relacionada con un mayor estímulo osteogénico como consecuencia del terreno de juego donde se practica (21). En este sentido, Lozano et al. (21) insisten en esta faceta en su estudio al comparar el fútbol sala con el fútbol practicado sobre césped artificial.

Por otro lado, resulta interesante comentar que los autores del estudio (21), informaron que entre las jugadoras senior del equipo nacional existen diferencias significativas de las extremidades inferiores a favor del lado izquierdo. En las jugadoras juveniles también se han apreciado las mismas diferencias, aunque no fueron estadísticamente significativas. Estas diferencias también se han encontrado en atletas masculinos. Krzykała et al. (24), mencionan que se observan grandes diferencias en el lado izquierdo de las extremidades inferiores en los jugadores de hockey hierba, debido a una característica en la naturaleza del propio deporte. Los jugadores tienden a realizar con mucha regularidad un movimiento de rotación del lado derecho al izquierdo a gran velocidad, provocando una mayor carga mecánica durante el juego sobre el segmento corporal mencionado, lo que da lugar a unos valores más altos de DMO. En otro estudio del mismo autor (33), también se obtuvieron mejores resultados de DMO en la pierna y tronco izquierdo que en los segmentos del lado derecho. Teniendo en cuenta estos resultados, tal y como comenta este autor en ambas investigaciones, el hockey hierba es un deporte asimétrico,

debido también a que no sólo se encuentran diferencias entre el lado derecho e izquierdo en la DMO sino también en la masa muscular (33).

Comparación entre jugadores de hockey hierba y otros deportes

El valor de DMO de CE de las jugadoras de hockey hierba que pertenecían al equipo Olímpico de Estados Unidos, fue uno de los más altos en comparación con otros deportes de equipo femeninos ($1,253 \text{ g/cm}^2$) (30). Sin embargo, como se ha podido comprobar en los resultados de nuestra revisión, hay deportes que han obtenido mejores valores en alguna de las variables analizadas, como es el baloncesto. En un estudio donde se analizaron diferentes variables en equipos de la National Basketball Association (NBA), se hallaron datos acerca de las fuerzas de reacción que estos jugadores sufrían durante algunos partidos. Las fuerzas de reacción eran de hasta 6 veces el peso corporal en gestos como el tiro en suspensión, o de 4,3 veces el peso corporal en aterrizajes después de ejecutar un salto vertical (34). No se ha encontrado ningún estudio que ponga de manifiesto los mismos datos en el hockey hierba, pero sí en acciones que están presentes dentro del mismo, como en la carrera, que generan fuerzas de 1,6 a 3 veces el peso corporal (35). Las acciones de saltos están muy presentes dentro del deporte del baloncesto (34), y son uno de los ejercicios más osteogénicos que existen, por el contrario, los saltos dentro del hockey hierba no se repiten con tanta frecuencia y con la misma intensidad, por eso se muestran mejores valores de DMO de CE y en PR en las jugadoras de baloncesto.

El mismo razonamiento se puede seguir para explicar por qué el hockey hierba presenta mejores valores de DMO que otros deportes como la natación, cross country, buceo y natación sincronizada (en población joven). En otros estudios en los que se comparaba la natación con otros deportes de mayor impacto y carga se observaron resultados similares: la natación tenía peores valores de DMO de CE, CF y CL (15). Estos deportes denominados como disciplinas de bajo impacto, tienen una baja masa ósea debido a, como su propio nombre indica, que carecen del impacto necesario (14), que le permite al hueso ganar fuerza y calidad. Para que un deporte pueda estimular la osteogénesis de manera efectiva, es necesario determinados factores que caractericen a las cargas mecánicas que sufren los huesos, como son la magnitud de la tensión, la frecuencia y la velocidad (7)(36). La natación, buceo y otros deportes similares, tienen una magnitud de impacto baja o nula, que no puede ser compensada por tener una mayor frecuencia de impacto o velocidad, mientras que el hockey hierba tiene mayor magnitud de impacto. En este sentido, se han observado mejores valores de DMO en este deporte. Sin embargo, si se analizan los resultados del estudio obtenido en jugadoras de 46,2(3,1) años (17), las diferencias entre el hockey hierba y la natación se ven reducidas, siendo solamente significativas en las piernas (segmentos que más cargas mecánicas sufren en el hockey hierba).

5. LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO

Las principales limitaciones que podemos encontrar en la revisión sistemática se van a exponer en los siguientes puntos:

- Actualmente en la evidencia científica, existen pocos artículos que traten el tema de hockey hierba y DMO, por lo que el número de artículos que han formado parte de la revisión han sido reducidos. Este problema también dificulta la posterior comparación realizada en la discusión.
- Todos los artículos incluidos no tenían una muestra representativa de la población, dado que su tamaño muestral era reducido y su potencia no era suficiente para detectar un efecto clínicamente reseñable.
- No se mencionan en los artículos que hayan llevado a cabo estrategias para realizar tratamientos de ciego o doble ciego y en algunos estudios no se disponía de grupo control (que sería interesante fueran no activos físicamente).
- Se ha incurrido en un sesgo lingüístico al elegir solamente artículos que estuvieran redactados en castellano o en inglés.
- Por último, tanto el proceso de selección de los artículos como la evaluación de la calidad de los mismos se ha llevado a cabo por un solo investigador, cuando lo normal es que se realice por dos o incluso tres.

En nuestra revisión sistemática también encontramos fortalezas que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se ha desarrollado una adecuada metodología debido a que se han seguido las pautas de la Declaración Prisma 2020 para revisiones sistemáticas.
- El proceso de búsqueda y selección de los artículos se ha llevado a cabo siguiendo fielmente los criterios de inclusión y de exclusión establecidos.
- Se ha llevado a cabo una comparación del hockey hierba con diferentes tipos de deportes (alto impacto, bajo impacto, deportes que no soportan peso y sí que lo soportan), con población sedentaria y entre jugadores del mismo deporte.

6. CONCLUSIONES

Los jugadores (principalmente de sexo femenino), que practican la modalidad deportiva de hockey hierba tienen un menor riesgo de sufrir osteoporosis u osteopenia que la población sedentaria o deportistas que practican disciplinas de bajo impacto.

El hockey hierba no es uno de los deportes de mayor interés para obtener unos mejores valores de DMO y salud ósea, al clasificarse como un deporte de medio impacto. Sin embargo, se trata de un deporte que parece ser que estimula el efecto osteogénico de una manera efectiva, por lo que se podría recomendar su práctica a la población general.

El deporte del hockey hierba se puede considerar como una disciplina deportiva que no necesita de una intervención de impacto supletoria, fuera de los entrenamientos del propio deporte, para mejorar la salud ósea de sus jugadores y jugadoras, como sí la necesitan otros deportes de bajo impacto, como la natación o el ciclismo.

7. PERSPECTIVAS DE FUTURO

En futuras investigaciones sería adecuado realizar estudios con deportistas de mayor edad, en los que se observe si los deportistas de hockey hierba siguen presentando mejor salud ósea que los sedentarios, o que otros deportes, al objeto de comprobar si los efectos de practicar este deporte se mantienen con la edad. Igualmente, la metodología de estos trabajos debería de tener un carácter longitudinal o de cohortes, para conocer si los aumentos en DMO se deben a la práctica del hockey hierba, o se asocian a otros factores. La metodología de los trabajos deberían reflejar ensayos controlados aleatorizados, observando la evolución de, al menos, una temporada para confirmar que la práctica de hockey hierba ayuda a preservar una mejor salud ósea.

La mayoría de los estudios que se han encontrado, y que forman parte de la revisión, utilizan solamente muestras femeninas, por lo que realizar estudios con muestra masculina para conocer cómo afecta este deporte a la DMO de estos jugadores, y estudios que combinen ambos sexos para poder realizar una comparación entre ellos, nos ayudaría a conocer más adecuadamente la influencia del hockey hierba en la salud ósea.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 11th Edition. Wolters Kluwer. 2021.
2. U.S. Department of health and human Services. Physical activity guidelines for Americans. 2nd ed. Washington (DC): US Department of Health and Human Services. 2018.
3. Anupama DS, Norohna JA, Acharya KK, Ravishankar, George A. Effect of exercise on bone mineral density and quality of life among postmenopausal women with osteoporosis without fracture: A systematic review. International Journal of Orthopaedic and Trauma Nursing. 2020;39(June):100796. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijotn.2020.100796>
4. Schousboe JT, Shepherd JA, Bilezikian JP, Baim S. Executive Summary of the 2013 International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference on Bone Densitometry. J Clin Densitom. 2013;16(4):455–66.
5. Fundación Internacional de Osteoporosis | IOF. Available from: <https://www.osteoporosis.foundation/>
6. Abrams SA, Griffin IJ, Hawthorne KM, Chen Z, Gunn SK, Wilde M, et al. Vitamin D receptor Fok1 polymorphisms affect calcium absorption, kinetics, and bone mineralization rates during puberty. J Bone Miner Res [Internet]. 2005 Jun;20(6):945–53. Available from: <https://asbmr.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1359/JBMR.050114>
7. Vicente-Rodríguez G. How does exercise affect bone development during growth?. Sports Medicine. 2006; 36:561–9.
8. Committee. PAGA. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. 2008.
9. DHHS. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report [Internet]. 2018; 779.
10. Hernandez CJ, Beaupré GS, Carter DR. A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. Osteoporosis International. 2003 Oct;14(10):843–7.
11. Tarantino U, Iolascon G, Cianferotti L, Masi L, Marcucci G, Giusti F, et al. Clinical guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis: summary statements and recommendations from the Italian Society for Orthopaedics and Traumatology. Journal of Orthopaedics and Traumatology. 2017 Nov 1;18:3–36.
12. Nichols J, Rauh M, Barrack M, Barkai H. Densidad mineral ósea en atletas de secundaria: interacciones de la función menstrual y el tipo de carga mecánica. Hueso. 2007.
13. Calbet JAL, Dorado C, Díaz-Herrera P, Rodríguez-Rodríguez LP. High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2001; 33(10):1682–7.
14. Olmedillas H, González-Agüero A, Moreno LA, Casajus JA, Vicente-Rodríguez G. Cycling and bone health: A systematic review. BMC Medicine. 2012 Dec 20;10.
15. Gomez-Bruton A, Montero-Marín J, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, García-Campayo J, Moreno LA, et al. Swimming and peak bone mineral density: A systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Sciences. Routledge; 2018, Vol. 36 p. 365–77.
16. Su Y, Chen Z, Xie W. Swimming as Treatment for Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 2020, BioMed Research International. Hindawi Limited; 2020.
17. Dook JE, James C, Henderson NK, Price RI. Exercise and bone mineral density in mature female athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1997;29(3):291–6.

18. Del Coso J, Portillo J, Salinero JJ, Lara B, Abian-Vicen J, Areces F. Caffeinated energy drinks improve high-speed running in elite field hockey players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2016; 26(1):26–32.
19. Morencos E, Casamichana D, Torres L, Haro X, Rodas G. Demandas cinemáticas de competición internacional en el hockey sobre hierba femenino. *Apunts Educació Física y Deportes*. 2019;(137):56–70.
20. Bellver M, Del Rio L, Jovell E, Drobnic F, Trilla A. Bone mineral density and bone mineral content among female elite athletes. *Bone*. 2019;127(July):393–400. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bone.2019.06.030>
21. Lozano-Berges G, Matute-Llorente Á, González-Agüero A, Gómez-Bruton A, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, et al. Soccer helps build strong bones during growth: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*. Springer Verlag; 2018, Vol. 177, p. 295–310.
22. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 1998; 52(6):377–84.
23. Beck BR, Doecke JD. Seasonal bone mass of college and senior female field hockey players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2005;45(3):347–54.
24. Krzykała M, Leszczyński P, Grześkowiak M, Podgórska T, Woźniewicz-Dobrzyńska M, Konarska A, et al. Does field hockey increase morphofunctional asymmetry? A pilot study. *HOMO*. 2018 Mar 1;69(1–2):43–9.
25. Krzykała M, Leszczyński P. Asymmetry in body composition in female hockey players. *HOMO- Journal of Comparative Human Biology*. 2015 Aug 1;66(4):379–86.
26. Dobrosielski DA, Leppert KM, Knuth ND, Wilder JN, Kovacs L, Lisman PJ. Body Composition Values of NCAA Division 1 Female Athletes Derived From Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2021;35(10):2886–93.
27. Mudd LM, Fornetti W, Pivarnik JM. Bone mineral density in collegiate female athletes: Comparisons among sports. *Journal of Athletic Training*. 2007;42(3):403–8.
28. Frost HM. Bone “mass” and the “mechanostat”: A proposal. *The Anatomical Record*. 1987; 219(1):1–9.
29. Bass S, Pearce G, Bradney M, Hendrich E, Delmas PD, Harding A, et al. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: Studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1998;13(3):500–7.
30. Sparling PB. Bone mineral density and body composition of the United States Olympic women’s field hockey team. *British Journal of Sports Medicine*. 1998;32(4):315–8.
31. Koedijk JB, van Rijswijk J, Oranje WA, van den Bergh JP, Bours SP, Savelberg HH, et al. Sedentary behaviour and bone health in children, adolescents and young adults: a systematic review. *Osteoporosis International*. Springer London; 2017, Vol. 28 p. 2507–19.
32. Karlsson MK, Magnusson H, Karlsson C, Seeman E. The duration of exercise as a regulator of bone mass. *Bone*. 2001;28(1):128–32.
33. Krzykała M. Dual energy X-Ray absorptiometry in morphological asymmetry assessment among field hockey players. *Journal of Human Kinetics*. 2010 Sep 30;25(1):77–84.
34. McClay IS, Robinson JR, Andriacchi TP, Frederick EC, Gross T, Martin P, et al. A Profile of Ground Reaction Forces in Professional Basketball. *Journal of Applied Biomechanics*. 1994;10(3):222–36.

35. NILSSON J, THORSTENSSON A. Ground reaction forces at different speeds of human walking and running. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1989;136(2):217–27.
36. Daly RM, Saxon L, Turner CH, Robling AG, Bass SL. The relationship between muscle size and bone geometry during growth and in response to exercise. *Bone*. 2004;34(2):281–7.

9. ANEXOS

Anexo 1

Tabla 2. Puntuación de calidad para estudios transversales que investigan la DMO en hockey hierba, otros deportes y sedentarios.

| Item | Información descriptiva | | | | | | | VE | | VI | Puntuación | Descripción |
|--------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|----|---|----|------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | % | |
| Bellver et al. (20) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 80% | Bueno |
| Dobrosielski et al. (26) | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 50% | Regular |
| Dook et al. (17) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 80% | Bueno |
| Mudd et al. (27) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 70% | Bueno |
| Krzykała et al. (24) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 80% | Bueno |
| Krzykała et al. (25) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 80% | Bueno |
| Beck et al. (23) | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 50% | Regular |

1= hipótesis/meta/objetivos claro; 2= resultados principales claros a medir; 3= características claras de los participantes para la inclusión; 4= descripción clara del estudio; 5= descripción clara de los principales hallazgos; 6= valores reales de probabilidad informados (excepto $p < 0,001$); 7= Muestra representativa; 8= prueba estadística adecuada; 9= medidas de resultado válidas y fiables; 10= potencia suficiente para detectar un efecto clínicamente importante cuando el valor de probabilidad de que una diferencia se deba al azar es inferior al 5%; descripción= 0-20% = malo, 21-40% = pobre, 41-60% = regular, 61-80% = bueno y 81%-100% = excelente. VE= validez externa, VI= validez interna