

revistapodologia .com

N° 117 - agosto 2024



Revista Digital de Podología
Gratuita - En español

revistapodologia.com

Revistapodologia.com n° 117
agosto 2024

Director
Alberto Grillo
revista@revistapodologia.com

ÍNDICE

Pag.

4 - Test de estudio biomecánico en niños y adolescentes: una revisión sistemática.

María Gámez Guijarro, Ana Belén Ortega Ávila, Gabriel Gijón Noguerón y Carlos Martínez Sebastián. España.

13 - Neuroartropatía de Charcot y úlcera infectada.

Viadé Julià, Jordi. Simón Pérez, Eduardo. Lladó Vidal, Melcior Sabrià Leal, Miquel. España.

19 - La irrupción de la inteligencia artificial en la podología y el método científico, una revisión sistemática.

Podólogo Benjamín Amoedo de la Grana. España.

Revistapodologia.com

Tel: +598 99 232929 (WhatsApp) - Montevideo - Uruguay.
www.revistapodologia.com - revista@revistapodologia.com

La Editorial no asume ninguna responsabilidad por el contenido de los avisos publicitarios que integran la presente edición, no solamente por el texto o expresiones de los mismos, sino también por los resultados que se obtengan en el uso de los productos o servicios publicitados. Las ideas y/u opiniones vertidas en las colaboraciones firmadas no reflejan necesariamente la opinión de la dirección, que son exclusiva responsabilidad de los autores y que se extiende a cualquier imagen (fotos, gráficos, esquemas, tablas, radiografías, etc.) que de cualquier tipo ilustre las mismas, aún cuando se indique la fuente de origen. Se prohíbe la reproducción total o parcial del material contenido en esta revista, salvo mediante autorización escrita de la Editorial. Todos los derechos reservados.

IMPRESIÓN DE PLANTILLAS 3D

Herbitas
Laboratorios

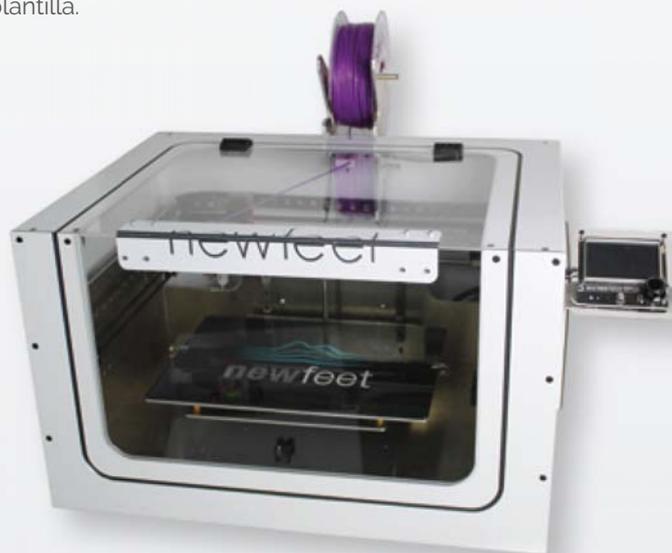
STEP TO THE FUTURE

LLEGA LA REVOLUCIÓN EN LA CREACIÓN DE PLANTILLAS PERSONALIZADAS

- ✓ Asigna la dureza (Shore) necesaria a cada parte de la plantilla.
- ✓ Replica una plantilla nueva con total exactitud.
- ✓ Realiza las variaciones en cada una de las partes de las plantillas en función de las necesidades.

NOVEDADES SOFTWARE

Balance Invertido de Blake.
Posibilidad de añadir e logo de la clínica.
Piezas para posturología.



Ref. 21.113.31

INCLUYE

Impresora
Escaner
Ordenador
Software
1 Rollo de material



**NUEVO
ESCANER BLUETOOTH**

Escanea tanto el pie
como las espumas fenólicas

EJEMPLO



herbitas.com



Periodista Badía, 13 B
46134 · Foios - Valencia (Spain)
Tlf: +34 96 362 79 00
herbitas@herbitas.com

Test de estudio biomecánico en niños y adolescentes: una revisión sistemática.

María Gámez Guijarro(1), Ana Belén Ortega Ávila(1,2), Gabriel Gijón Noguero(1) y Carlos Martínez Sebastián(3). España.

- 1- Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Enfermería y Podología. Universidad de Málaga. Málaga, España.
- 2- Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA). Málaga, España.
- 3- Clínica privada. Lorca, Murcia, España.

Correspondencia: María Gámez-Guijarro mgamez303@gmail.com

Rev Esp Podol. 2021;32(2):132-139

DOI: 10.20986/revesspod.2021.1611/2021

0210-1238 © Los autores. 2021.

Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional (www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Recibido: 09-06-2021 Aceptado: 26-10-2021

Resumen

Introducción: Las evaluaciones pediátricas de la marcha y las extremidades inferiores se realizan con frecuencia en podología. Diferentes pruebas diagnósticas han demostrado una fiabilidad aceptable dentro de la población pediátrica. Los objetivos fueron identificar test de análisis biomecánico de pie y tobillo, y evaluar la calidad metodológica y las propiedades psicométricas.

Material y método: Se realizó una búsqueda en PubMed, desde 1997 hasta marzo de 2021, analizando los estudios observacionales descriptivos transversales basados en test de estudio biomecánicos en niños y adolescentes sanos hasta 18 años. Se utilizaron los términos booleanos "AND" y "OR" y se evaluó mediante la herramienta CASPe. Criterios de inclusión: niños sanos, edad entre 0 y 18 años, test de estudio biomecánico validado.

Resultados: Un total de 293 artículos que muestran test de análisis biomecánico en niños, 2 de ellos del Foot Posture Index-6, uno del Heel Rise test, uno del índice de altura del arco con un dispositivo que mide la estructura del pie, uno de la medición estática y dinámica del arco del pie mediante calibre, uno mide la prueba de caminata de 50 pies, y el último mide y compara una serie de test como son el test de Craig, Foot Posture Index-6, ángulo tibiofemoral y la prueba Sit-and-Reach.

Conclusión: No hay suficiente investigación y fiabilidad de estos test. Los más comunes realizados

son el Heel Rise Test y el Foot Posture Index-6. Cabe destacar que no son aceptables para un protocolo riguroso, por lo que se deben utilizar, pero interpretando los resultados con la debida precaución.

Palabras clave: Niños, herramienta, resultado, cuestionario test, pie, tobillo, índice de postura del pie, fiabilidad.

Biomechanical study test in children and adolescents: a systematic review.

Abstract

Introduction: Pediatric evaluations of gait and lower extremities are frequently performed in podiatry. Different diagnostic tests have shown acceptable reliability within the pediatric population. The objectives were to identify foot and ankle biomechanical analysis tests and evaluate the methodological quality and psychometric properties.

Material and method: A search was carried out in PubMed, from 1997 to March 2021, analyzing cross-sectional descriptive observational studies based on biomechanical study tests in healthy children and adolescents up to 18 years of age. The Boolean terms "AND" and "OR" were used and studies were evaluated using the CASPe tool. Inclusion criteria: healthy children, ages between 0 and 18 years, validated biomechanical study test.

Results: A total of 293 articles showing biomechanical analysis tests in children, 2 of them from the Foot Posture Index-6, 1 from the Heel Rise Test, 1 from the arch height index with a device that measures the structure of the arch. foot, 1 the static and dynamic measurement of the arch of

the foot by caliper, 1 measures the 50-foot walk test and the last one measures and compares a series of tests such as the Craig test, Foot Posture Index-6, tibiofemoral angle and the Sit-and-Reach test.

Conclusion: There is not enough research and reliability of these tests. The most common ones performed are the Heel Rise Test and the Foot Posture Index-6. It should be noted that they are not acceptable for a rigorous protocol so they should be used, interpreting the results with due caution.

Keywords: Children, tool, outcome, questionnaire, test, foot, ankle, foot posture index, reliability.

Introducción

Las evaluaciones pediátricas de la marcha y las extremidades inferiores se realizan con frecuencia en la práctica clínica de podología, siendo una causa frecuente de preocupación para los padres(1). Una marcha normal se caracteriza por patrones normales de desarrollo motor, como el número de pasos por unidad de tiempo, velocidad de la marcha, longitud de zancada y características plantígradas normales(2).

Mantener el equilibrio durante la marcha requiere un control integrador continuo, particularmente en la dirección mediolateral debido a la inestabilidad inherente durante el apoyo de una sola extremidad; esta estabilidad debe ser controlada. Por ello, la locomoción es un componente importante de las actividades físicas diarias y un factor clave para garantizar la independencia funcional total. Se basa en una interacción delicada pero sofisticada entre el sistema nervioso central y el sistema musculoesquelético(3).

Dicho equilibrio puede verse afectado por anomalías de las extremidades inferiores: problemas de torsión (torsión tibial interna o externa), de rotación (anteversión femoral, retroversión femoral), genu varum, genu valgum, pie plano, etc.(4). Una historia clínica y un examen físico que incluyen pruebas de perfi torsional y mediciones angulares suelen ser suficientes para evaluar a los pacientes con anomalías en las extremidades inferiores(5). Factores como la edad, la masa corporal y la flexibilidad articular, alteraciones del peso o las enfermedades neuromusculares(3) se han asociado con variaciones en la postura del pie pediátrico(4).

El Foot Posture Index-6 (FPI) es una herramienta clínica rápida y fácil de usar que no requiere equipo. Evalúa la naturaleza multisegmental de la postura del pie en los 3 planos. Cada elemento del FPI se puntúa entre -2 y +2, y los 6 elementos en total se refieren a las posiciones del antepié, el mediopié y el retropié, y los 3 planos de movi-

miento. La puntuación FPI puede oscilar entre -12 (muy supinada) y +12 (muy pronada). El escrutinio del FPI demuestra que es repetible y válido, con una excelente fiabilidad entre evaluadores en la evaluación del pie pediátrico(6).

La escala de Beighton se calificará para determinar la presencia de hiper movilidad articular en la muñeca, la articulación metacarpofalángica del quinto metacarpiano, la hiperextensión del codo, hiperextensión de la rodilla (todo bilateral y sin soporte de peso) y la columna lumbosacra (flexión hacia adelante, en postura). La escala de Beighton arroja una puntuación de una calificación de 9 puntos, por lo que el corte arbitrario habitual de 5/9 o mayor indica hiper movilidad articular(7).

El Lower Limb Assessment Scale mide la hiper movilidad articular del miembro inferior. Cada extremidad produce una puntuación final de 12 puntos, por lo que el límite de 7/12 o más indica convencionalmente hiper movilidad articular(4).

El test de Lunge es una medida de carga del rango de dorsiflexión del tobillo (articulación talocrural) cuando la rodilla está flexionada(4).

Diferentes pruebas diagnósticas como el FPI (coeficiente de correlación intraclase [ICC] = 0.93-0.94), la prueba de estocada con soporte de peso (ICC = 0.85-0.95), la escala de Beighton (ICC = 0.96-0.98) y el Lower Limb Assessment Scale (ICC = 0.900.98) han demostrado una fiabilidad aceptable dentro de la población pediátrica, así como los valores de referencia del rango articular, torsión del hueso y alineación del mismo(1).

La presente revisión tiene 2 objetivos principales: 1) identificar test de análisis biomecánico específico para niños y adolescentes; 2) evaluar la calidad metodológica y las propiedades psicométricas de estos instrumentos.

Material y métodos

Diseño

Esta revisión se realizó de acuerdo con la declaración de elementos de notificación preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis (PRISMA)8. El protocolo de revisión se registró en el Registro internacional prospectivo de revisiones sistemáticas (PROSPERO).

Estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed, desde el inicio hasta marzo de 2021 con los términos booleanos "AND" y "OR". Los términos utilizados fueron: children, tool, outcome, questionnaire, test, foot, ankle, "foot posture index" y reliability.

Criterio de elegibilidad

Se aplicaron los siguientes criterios de elegibili-

dad a los artículos: niños sanos, niños y adolescentes hasta 18 años, artículos que incluyesen test de estudio biomecánico, idioma de publicación inglés o español y test que tengan fiabilidad y/o validez.

Se excluyeron los estudios de los siguientes tipos: pruebas que fuesen cuestionarios y artículos donde los niños y adolescentes presentasen anomalías congénitas, patologías neurológicas como parálisis cerebral, fracturas óseas, la enfermedad de la boca-mano-pie, problemas ungueales, artritis idiopática juvenil, cirugías, patologías cutáneas, TDA-H etc.

Extracción de datos

Los siguientes datos se extrajeron de cada estudio, utilizando una plantilla estandarizada: detalles del estudio (autor, año y país de publicación), características de los participantes del estudio (número de pacientes incluidos en la muestra, edad media, género), características de los test y estudio diseño.

Riesgo de sesgo

En esta revisión se ha evaluado el riesgo de sesgo mediante Critical Appraisal Skill Programme español (CASPe), un conjunto de 8 herramientas de evaluación crítica. Esta herramienta tiene listas para verificar cualquier evaluación en

revisiones sistemáticas, ensayos controlados aleatorios, estudios de cohortes, estudios de casos y controles, evaluaciones económicas, estudios de diagnóstico, estudios cualitativos y reglas de predicción clínica. De las 12 preguntas, las primeras 3 son preguntas de cribado y pueden responderse rápidamente. Si la respuesta a ambas es “sí”, vale la pena continuar con las preguntas restantes. Se dan varias indicaciones en cursiva después de cada pregunta para recordar por qué la pregunta es importante y se le pide que registre un “sí”, “no” o “no puedo decir”(9).

Resultados

Se identificaron 293 artículos iniciales, que se examinaron según nuestros criterios de inclusión/exclusión, utilizando los títulos, resúmenes y palabras clave, lo que dio como resultado 7 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. Después de la evaluación de la calidad (riesgo de sesgo de evaluación), se siguieron utilizando 7, que fueron los que quedaron en el análisis cualitativo final. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo PRISMA para los estudios incluidos en la revisión.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

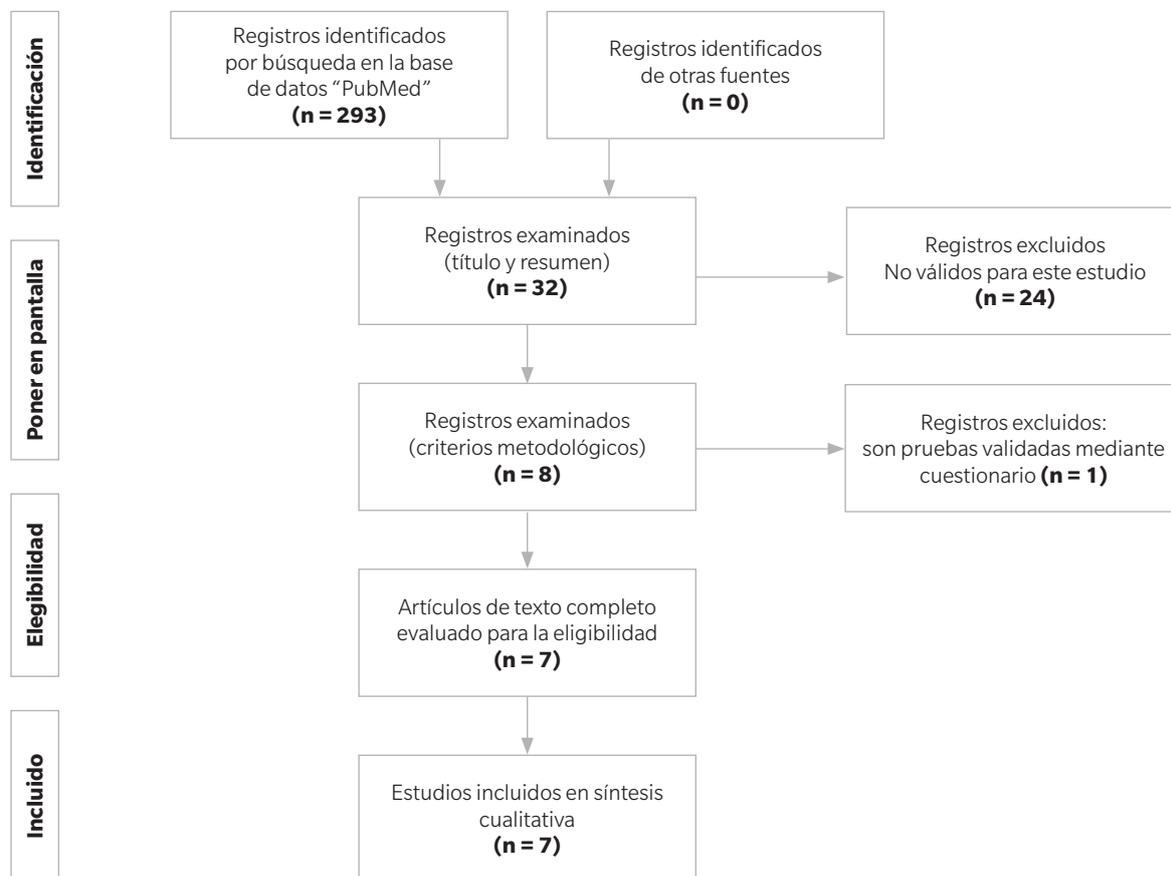


Tabla I. Resultados.

Autor/año	Número de participantes	Edad	Género	Test o herramienta utilizada	Coefficiente de correlación intraclase
Christensen y cols. ¹⁰ , 2017. Columbus, Ohio	30	6-18 años	-	Prueba de caminata de 50 pies (50-FWT)	> 0.80
Tucker y cols. ¹¹ , 2015. Orlando, Florida	50	8-12 años	-	Prueba de Craig, ángulo tibiofemoral, FPI, prueba Sit-and-Reach	0.95, 0.93-0.94, 0.93-0.94, > 0.99
Yocum y cols. ¹² , 2010. EE. UU.	91	5-12 años	-	Heel Rise Test	0.85-0.99
Defrus y cols. ¹³ , 2017. Nueva York	30	6-12 años	9 niñas, 21 niños	Índice de altura del arco con un dispositivo que mide la estructura del pie	> 0.76
Evans y cols. ¹⁴ , 2003. South Australia	89 (29 niños, 30 adolescentes, 30 adultos)	4-6 años 8-15 años 20-50 años	40 niñas/mujeres, 49 niños/hombres	FPI	0.93-0.94
Gijon-Nogueron y cols. ¹⁵ , 2016. España	1762	6-11 años	899 niñas, 863 niños	FPI	0.93-0.94
Scholz y cols. ¹⁶ , 2017. Alemania	172	5-13 años	35 niñas, 137 niños	Medición estática y dinámica del arco del pie mediante calibre	Arco estático: Posición sentada 0.80-0.90; posición de pie 0.88-0.85 Arco dinámico: 1.00

Los 7 artículos finalmente utilizados fueron transversales observacionales. Todos ellos muestran test de análisis biomecánico en niños, 2 de ellos del FPI, uno del Heel Rise Test, uno del índice de altura del arco con un dispositivo que mide la estructura del pie, uno la medición estática y dinámica del arco del pie mediante calibre, uno mide la prueba de caminata de 50 pies (50-FWT) y el último mide y compara una serie de test como son el test de Craig, FPI, ángulo tibiofemoral y la prueba Sit-and-Reach (Tabla I).

El riesgo de sesgo mediante CASP se evaluó en los 7 estudios. La mayoría de los estudios fueron de alta calidad, respondiendo cada uno de ellos con un "sí" a las 3 primeras preguntas, por lo que se continuó analizando el riesgo de sesgo (Tabla II).

Discusión

Esta revisión sistemática tiene 2 objetivos principales: primero, analizar estudios que realicen test de análisis biomecánicos específicos del pie y el tobillo en niños y adolescentes; segundo, evaluar la calidad metodológica y las propiedades psicométricas de estos instrumentos.

Con respecto al primero de estos objetivos, nuestro análisis se centró en investigar diferentes tipos de test para niños y adolescentes hasta los 18 años. Estas opciones de test incluían FPI, Heel Rise Test, 50-FWT, prueba de Craig, ángulo tibiofemoral, prueba Sit-and-Reach, índice de altura del arco y medición estática y dinámica del arco del pie mediante calibre.

Nuestros hallazgos se basan en estudios transversales observacionales, que muestran que los test para estos pacientes generalmente nos dan

mucha información del pie y el análisis biomecánico. Todos estos estudios utilizaron un instrumento de medida objetivo, que aportó validez, fiabilidad y capacidad de respuesta, sustentando las medidas obtenidas para las variables clínicas observadas en los pacientes tras la realización de cada test. Estos instrumentos proporcionan una evaluación clínica tanto del dolor como de la funcionalidad, y se utilizaron para formar parte del análisis biomecánico en niños y adolescentes.

El Heel Rise Test es un test utilizado para evaluar la flexibilidad del pie. Durante esta prueba se evalúan el arco y el retropié. Varios estudios han descrito el pie planovalgo basado en análisis 3D de la marcha y la bipedestación. Sin embargo, ningún estudio ha evaluado la flexibilidad del pie durante la elevación del talón utilizando un análisis 3D objetivo. En el estudio de Krautwurst y cols.⁽¹⁷⁾ se realizó un análisis 3D del pie durante la prueba de elevación del talón. Todos los pies mostraron movimientos dinámicos del arco medial y el retropié desde la posición en valgo a varo durante la elevación del talón. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos doloroso e indoloro. Sin embargo, la cinemática del grupo de dolor pareció diferir más de la del grupo de referencia que la cinemática del grupo indoloro. Esta prueba es una evaluación nueva, muy práctica para la evaluación de la flexibilidad del pie⁽¹⁷⁾.

Yocum y cols.⁽¹⁸⁾ desarrollaron un protocolo estandarizado para dicho test donde se informa la confiabilidad y validez. Cincuenta y siete niños con desarrollo típico y 34 niños con debilidad en flexión plantar realizaron 3 pruebas: elevación unilateral del talón, salto vertical y medición de la

Tabla II. Evaluación del riesgo de sesgo mediante la herramienta CAS.

Tabla II. Evaluación del riesgo de sesgo mediante la herramienta CAS.												
	¿Hay una pregunta clara que aborde el estudio?	¿Hay una comparación con una referencia estándar apropiada?	¿Todos los pacientes recibieron la prueba de diagnóstico y el estándar de referencia?	¿Los resultados de la prueba podrían haber sido influenciados por los resultados del estándar de referencia?	¿Se describe claramente el estado de la enfermedad de la población analizada?	¿Se describieron con suficiente detalle los métodos para realizar la prueba?	¿Cuáles son los resultados?	¿Cómo de seguros estamos de los resultados? ¿Consecuencias y costo de las alternativas realizadas?	¿Se pueden aplicar los resultados a sus pacientes / población de interés?	¿Se puede aplicar la prueba a su paciente o población de interés?	¿Se consideraron todos los resultados importantes para el individuo o la población?	¿Cuál sería el impacto de usar esta prueba en sus pacientes / población?
CASP	Christensen y cols. ¹⁰ , 2017. Columbus, Ohio	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Excelente confiabilidad entre evaluadores y validez concurrente	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto
	Tuckery cols. ¹¹ , 2015. Orlando, Florida	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	La confiabilidad intraevaluador de todas las medidas en ambos grupos fue alta. La medición de la alineación de las extremidades inferiores entre los niños con obesidad fue más reproducible que entre los niños que no eran obesos. La confiabilidad del ángulo tibiofemoral y FPI fue de moderada a sustancial	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto
	Yocum y cols. ¹² , 2010. EE. UU.	Sí	Sí	No	Sí	Sí	El protocolo estandarizado es confiable y válido para su uso en niños de 5 a 12 años con y sin debilidad en flexión plantar	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto
	Defrus y cols. ¹³ , 2017. Nueva York	Sí	Sí	No	Sí	Sí	El índice de altura del arco es una medida confiable para evaluar la estructura del pie en niños. El valor medio de altura del arco fue de 0.36 ± 0.02 sentido y de 0.32 ± 0.02 de pie	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto

Tabla II. (Continuación) Evaluación del riesgo de sesgo mediante la herramienta CAS.

Tabla II (Cont.). Evaluación del riesgo de sesgo mediante la herramienta CAS.												
	¿Hay una pregunta clara que aborde el estudio?	¿Hay una comparación con una referencia estándar apropiada?	¿Todos los pacientes recibieron la prueba de diagnóstico y el estándar de referencia?	¿Los resultados de la prueba podrían haber sido influenciados por los resultados del estándar de referencia?	¿Se describe claramente el estado de la enfermedad de la población analizada?	¿Se describieron con suficiente detalle los métodos para realizar la prueba?	¿Cuáles son los resultados?	¿Cómo de seguros estamos de los resultados? ¿Consecuencias y costo de las alternativas realizadas?	¿Se pueden aplicar los resultados a sus pacientes / población de interés?	¿Se puede aplicar la prueba a su paciente o población de interés?	¿Se consideraron todos los resultados importantes para el individuo o la población?	¿Cuál sería el impacto de usar esta prueba en sus pacientes / población?
CASP	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Ninguna de las medidas probadas mostró una confiabilidad adecuada en niños pequeños y con una confiabilidad poco deseable se demostró que la mayoría de las medidas deben interpretarse en consecuencia cuando se trata de medidas repetidas. El FPI fue el único que mostró una confiabilidad moderada entre evaluadores	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto
Gijón-Nogueira y cols. ¹⁵ , 2016. España	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Los resultados muestran valores medios de 3.74 puntos para el pie derecho y 3.83 para el pie izquierdo. El percentil 85 representa el límite entre el pie normal y el pie en pronación	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto
Scholz y cols. ¹⁶ , 2017. Alemania	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Confiabilidad excelente para el índice de altura del arco estático en posición sentada y para el índice de arco dinámico. Poca correlación para el arco longitudinal medial	Los resultados son fiables, no han ocurrido por casualidad	Sí	Sí	Sí	Muy bajo impacto

fuerza mediante dinamometría manual. Hubo una variación del 41 % en el número de repeticiones de talones que fue explicada con la edad, proporcionando evidencia de validez convergente la correlación entre las 3 pruebas. Por ello, los resultados indican que el protocolo estandarizado es confiable y válido para su uso en niños de 5 a 12 años, con y sin debilidad en flexión plantar(18).

Por otro lado, Maurer y cols.(19) exponen la fuerza y resistencia del flexor plantar mediante el Heel Rise Test con una sola pierna. Destacan que aún no se han determinado valores de referencia para niños. Noventa y cinco niños realizaron elevaciones de talón a una sola pierna hasta la fatiga, teniendo limitación funcional aquellos que realizan 13 o menos elevaciones del talón; estos deben repetir la prueba posteriormente y realizar otras pruebas para confirmar el deterioro de la fuerza-resistencia de los músculos en flexión plantar; sin este procedimiento no se podrá iniciar un programa de intervención, sería anticipado(19).

En los 3 artículos analizados los resultados coinciden en que el Heel Rise Test es un test confiable y válido, muy práctico para la evaluación de la flexibilidad del pie y la fuerza-resistencia del flexor plantar.

Otro test muy común es el FPI, que se desarrolló en respuesta a una necesidad comúnmente expresada de mejores medidas para los pies debido a la ausencia de un método ampliamente aceptado o adecuadamente validado para cuantificar la variación en la postura del pie en el entorno clínico. El FPI consiste en una serie de observaciones basadas en criterios que se combinan para proporcionar una cuantificación de la variación postural en 3 regiones principales del pie (retropié, mediopié, antepié) en los 3 planos corporales cardinales(14).

Evans y cols.(14) estudian la confiabilidad de dicho test mediante un estudio de confiabilidad realizado en 3 grupos de sujetos, 29 niños, 30 adolescentes y 30 adultos, donde las medidas clínicas examinadas fueron el FPI y una selección de medidas tradicionales de la posición del pie. Como conclusión, se mostró una fiabilidad moderada en los 3 grupos de edad estudiados. La puntuación total del FPI demostró una mayor fiabilidad que la mayoría de las otras medidas, aunque intrínsecamente es potencialmente ambiguo, pudiendo limitar su utilidad como herramienta de investigación(14). En ello también están de acuerdo Tucker y cols.(11), que determinan la confiabilidad de las medidas comunes de alineación de las extremidades inferiores en niños con obesidad; entre ellas están el test de Craig, el ángulo tibiofemoral, la prueba de sentarse y estirarse y el FPI. La confiabilidad para el FPI fue de moderada

a sustancial(11).

El siguiente estudio de Gijon-Nogueron y cols.(15) establece los valores normativos de dicho test para la población pediátrica en concreto, realizándolo en 1762 escolares, siendo los valores de la población muestral de 3.74 en pie derecho y 3.83 en pie izquierdo. En este estudio se recomienda el percentil 50 como valor normativo en los niños de 6 años, descendiendo hasta los 3 puntos de FPI para los de 11 años; este percentil 50 fue de 4 puntos para ambos sexos y para ambos pies. Sin embargo, el percentil 85 para pronación y el 4 para supinación pueden considerarse límite patológico(15).

Keenan y cols.(20) investigaron la validez de constructo interno del índice de postura del pie, concretamente las versiones FPI-8 y FPI-6. Este estudio se hizo en 143 pacientes de 8-65 años, por lo que no es específico de validez en niños. Como conclusión de dicha investigación, el FPI-8 mostró un desajuste significativo con el modelo, donde se identificaron 2 ítems problemáticos que desajustaban el modelo de Rasch. Sin embargo, este análisis proporciona más evidencia de la validez del FPI-6 como un instrumento clínico para su uso en estudios de detección y muestra que tiene el potencial de ser analizado utilizando estrategias paramétricas(20).

En relación con la altura del arco, para medirlo existen otras herramientas diferentes al FPI. Scholz y cols.(16) estudian la fiabilidad de la medición estática y dinámica del arco del pie en 86 niños donde se demostró que estas mediciones son confiables para la evaluación del arco del pie longitudinal medial en niños(16). Drefus y cols.(13) también determinan la confiabilidad de la altura del arco. La fiabilidad tuvo un coeficiente de correlación intraclase de 0.76 o más, tanto en posición sentada como de pie. El valor medio del arco fue de 0.36 ± 0.02 de pie(13).

Para valorar la marcha idiopática de puntillas podemos utilizar además la prueba de marcha de 50 pies. Presenta una excelente confiabilidad entre evaluadores y validez concurrente, pudiendo utilizarse para obtener un porcentaje de marcha de puntillas en niños de 6 a 13 años con caminata idiopática de puntillas (ITW)(10).

Los autores no han encontrado referencias/estudios en los que se utilice la escala de Beighton en niños, pero sí que se desarrolló una nueva prueba relacionada con dicha escala, que juzga la altura del talón y es utilizada para medir la agudeza propioceptiva estando de pie, utilizando cuñas de varias alturas para juzgar la discriminación de la altura de talón en niños pequeños con hiperlaxitud articular generalizada. Los niños con

hiperlaxitud articular generalizada (escala de Beighton > 5) se compararon con niños con una puntuación de Beighton de 4 o menos. Como resultados, los niños con hiperlaxitud articular generalizada se desempeñaron mejor que los controles, lo que indica mejores habilidades propioceptivas cuando se evaluaron en condiciones de carga(21).

El objetivo de muchas intervenciones fisiológicas es mejorar la eficiencia de la marcha biomecánica, siendo útil una herramienta que ayude a evaluar esta eficiencia. Para ello, Kerrigan y cols.(22) proponen y prueban una herramienta potencial, el cociente de eficiencia biomecánica, que utiliza de variables la longitud de zancada promedio, el desplazamiento vertical del tronco al caminar y la altura del sacro al estar de pie. El cociente de eficiencia biomecánica puede ser útil para evaluar específicamente el efecto sobre la eficiencia biomecánica de las intervenciones fisiológicas, a pesar de los factores no biomecánicos variables(22).

La presente revisión sistemática presenta numerosas fortalezas: a nuestro entender, esta es la primera revisión de este tipo que se centra en los test de estudio biomecánico en niños y adolescentes en la que se aplican herramientas de revisión específicas para analizar el riesgo de sesgo, la población de estudio y la aplicación de un riguroso proceso metodológico. Además, nuestra revisión se basa en una búsqueda bibliográfica sin limitación de tiempo. Sin embargo, también está sujeto a ciertas limitaciones. La primera es el pequeño número de artículos donde los test se centren específicamente en niños; además, el tamaño muestral en el que se realiza el test es pequeño en la mayoría de los artículos encontrados, estando solamente 7 de los encontrados validados. Por ello, la prospectiva sería realizar más estudios de validación de test específicos para niños. En la búsqueda no solo hemos encontrado test, sino también muchos cuestionarios centrados en la exploración pediátrica, por lo que la siguiente línea de investigación será realizar una revisión sistematizada centrada en cuestionarios autoadministrados.

En conclusión, el presente artículo muestra que existe inconsistencia en la recopilación y evaluación de datos que puede generar confusión entre los podólogos, por lo que las medidas de resultado pediátricas específicas que evalúan la eficacia del tratamiento en niños y adolescentes son cada vez más importantes y están cada vez más disponibles. Los test de estudio biomecánico en niños logran poder realizar un análisis del pie y extremidades inferiores, sin embargo, no hay evidencia suficiente de que algún test sea más efec-

tivo que otro. Los test más comunes son el Heel Rise Test y el FPI, muy útiles para realizar en clínica, aunque no son aceptables para un protocolo riguroso, y siendo utilizados es recomendable interpretar los resultados con la debida precaución. La investigación futura en este campo debe garantizar la homogeneidad en el tamaño y la composición de los grupos de estudio.

Conflictos de intereses

Todos los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses derivado de los resultados de este estudio.

Financiación

Este estudio no ha recibido ninguna financiación.

Bibliografía

1. Cranage S, Banwell H, Williams CM. Gait and lower limb observation of paediatrics (GALLOP): development of a consensus based paediatric podiatry and physiotherapy standardised recording proforma. *J Foot Ankle Res.* 2016;9(8):1-10. DOI: 10.1186/s13047-016-0139-4.
2. Bunney PE, Zink, AN Holm AA, Billington CJ, Kotz CM. Orexin activation counteracts decreases in nonexercise activity thermogenesis (NEAT) caused by high-fat diet. *Physiol Behav.* 2017;176:139-48. DOI: 10.1016/j.physbeh.2017.03.040.
3. Cimolin V, Cau N, Sartorio A, Capodaglio P, Galli M, Tringali G, et al. Symmetry of gait in underweight, normal and overweight children and adolescents. *Sensors (Basel).* 2019;19(9):2054. DOI: 10.3390/s19092054.
4. Hawke F, Rome K, Evans AM. The relationship between foot posture, body mass, age and ankle, lower-limb and whole-body flexibility in healthy children aged 7 to 15years. *J Foot Ankle Res.* 2016;9:14. DOI: 10.1186/s13047-016-0144-7.
5. Rerucha CM, Dickison C, Baird DC. Lower extremity abnormalities in children. *Am Fam Physician.* 2017;96(4):226-33.
6. Gijon-Nogueron G, Martinez-Nova A, Alfageme-Garcia P, Montes-Alguacil J, Evans AM. International normative data for paediatric foot posture assessment: a cross-sectional investigation. *BMJ Open.* 2019;9(4):e023341. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-023341.
7. Van der Giessen LJ, Liekens D, Rutgers KJM, Hartman A, Mulder PGH, Oranje AP. Validation of beighton score and prevalence of connective tissue signs in 773 Dutch children. *J Rheumatol.* 2001;28(12):2726-30.
8. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care

interventions:

explanation and elaboration. J Clin Epidemiol. 2009;62(10):e1-34. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006.

9. Critical Appraisal Skills Programme CASP CHECKLISTS (2019) [Internet]. Available at: <https://casp-uk.net/referencing/>

10. Christensen C, Haddad A, Maus E. Reliability and validity of the 50-ft Walk Test for idiopathic toe walking. Pediatr Phys Ther. 2017;29(3):238-43. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000399.

11. Tucker J, Moore M, Rooy J, Wright A, Rothchild C, Werk LN. Reliability of common lower extremity biomechanical measures of children with and without obesity. Pediatr Phys Ther. 2015;27(3):250-6. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000152.

12. Yocum A, McCoy SW, Bjornson KF, Mullens P, Burton GN. Reliability and validity of the standing heel-rise test. Phys Occup Ther Pediatr. 2010;30(3):190-204. DOI: 10.3109/01942631003761380.

13. Drefus LC, Kedem P, Mangan SM, Scher DM, Hillstrom HJ. Reliability of the arch height index as a measure of foot structure in children. Pediatr Phys Ther. 2017;29(1):83-8. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000337.

14. Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. J Am Podiatr Med Assoc. 2003;93(3):203-13. DOI: 10.7547/8750731593-3-203.

15. Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Alfageme-Garcia P, Cervera-Marin JA, Morales-Asencio JM, Martinez-Nova A. Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study. J Foot Ankle Res. 2016;9:4. DOI: 10.1186/s13047-016-0156-3.

16. Scholz T, Zech A, Wegscheider K, Lezius S, Braumann KM, Sehner S, et al. Reliability and correlation of static and dynamic foot arch measurement in a healthy pediatric population. J Am Podiatr Med Assoc. 2017;107(5):419-27. DOI: 10.7547/16-133.

17. Krautwurst BK, Wolf SI, Dreher T. Three-dimensional evaluation of heel raise test in pediatric planovalgus feet and normal feet. Gait Posture. 2016;48:146-51. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.05.003.

18. Yocum A, McCoy SW, Bjornson KF, Mullens P, Burton GN. Reliability and validity of the standing heel-rise test. Phys Occup Ther Pediatr. 2010;30(3):190-204. DOI: 10.3109/01942631003761380.

19. Maurer C, Finley A, Martel J, Ulewicz C, Larson CA. Ankle plantarfl strength and endurance in 7-9 year old children as measured by the standing single leg heel-rise test. Phys Occup Ther Pediatr. 2007;27(3):37-54.

20. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. Arch Phys Med Rehabil. 2007;88(1):88-93. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.10.005.

21. Oluwakemi Adebukola I, Smits-Engelsman B, Ferguson G, Duysens

J. Judging heel height: a new test for proprioception while standing reveals that young hypermobile children perform better than controls. Gait Posture. 2020;75:8-13. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.09.012.

22. Kerrigan DC, Thirunarayan MA, Sheffler LR, Ribaldo TA, Corcoran PJ. A tool to assess biomechanical gait efficiency: a preliminary clinical study. Am J Phys Med Rehabil. 1996;75(1):3-8. DOI: 10.1097/0002060199601000-00003.

Revista Digital y Gratuita

revistapodologia
.com

>>> 2005 >>> 2024 = 19 años >>>

Web

www.revistapodologia.com

>>> 1995 >>> 2024 = 29 años online >>>

Neuroartropatía de Charcot y úlcera infectada.

Viadé Julià, Jordi (1-2). Simón Pérez, Eduardo (1-3). Lladó Vidal, Melcior (1-4) Sabrià Leal, Miquel (1-5). España.

- (1) Profesor máster en diagnóstico y tratamiento del pie diabético. Universidad Autónoma de Barcelona.
- (2) Clínica de Peu Diabètic, Sabadell (Barcelona).
- (3) Hospital Recoletas Felipe II, Valladolid.
- (4) Coordinador UPD. Hospital Universitario Son Espases. Palma de Mallorca.
- (5) Catedrático de medicina. Universidad Autónoma de Barcelona.

Artículo extraído de: www.revistapiediabetico.org - Casos clínicos 2024

Paciente mujer de 53 años, afecta de diabetes mellitus tipo 2 con una antigüedad conocida de 10 años, en tratamiento combinado con metformina y monodosis de insulina de acción intermedia con buen grado de control metabólico.

Presentaba polineuropatía distal, complicada con neuroartropatía de Charcot, en fase III Eichenholz de localización III según la clasificación de Sanders y Frykberg. No tenía signos ni síntomas de isquemia arterial; los pulsos periféricos se palpaban y el índice tobillo-brazo no era valorable debido a calcificaciones vasculares.

Acudió por presentar una úlcera plantar derecha, de evolución tórpida, de un año de evolución, (Fig. 1) habiendo realizado múltiples tratamientos tópicos, plantillas, zapatos especiales etc.

La úlcera de diámetro 4 cm x 4 cm presentaba un cráter con abundante tejido granulomatoso que sugiere signos de infección subyacente, aunque el test de contacto óseo fue negativo.



Fig. 1

Se realizó radiografía simple en donde se apreciaron múltiples alteraciones óseas sugerentes de la neuroartropatía de Charcot (desmineralización, esclerosis subcondral, subluxaciones, pérdida arcos pie) (Figs. 2- 2a). Se efectuó una proyección con 2 cuerpos opacos (tipo moneda) y se estableció la correspondencia entre la úlcera y las estructuras óseas del tarso.



Fig. 2



Fig. 2a

Seguidamente se realizó un legrado de la toda la úlcera, procurando eliminar el tejido granulomatoso y algún fragmento óseo, que se recogieron para para cultivo microbiológico. Tras una asepsia intensa dejamos un drenaje tipo penrose en ambos lados laterales de la úlcera (Fig. 3-3a).

En los días siguientes se realizaron curas cada 24 horas con gasas con povidona yodada, previo lavado con agua y jabón antiséptico, y fieltro adhesivo de 14 mm y bota post quirúrgica, aunque se indicó que realizara el máximo reposo posible. Se pautó de forma empírica levofloxacino 750 mg/24 h + Clindamicina 450 mg/8 h.

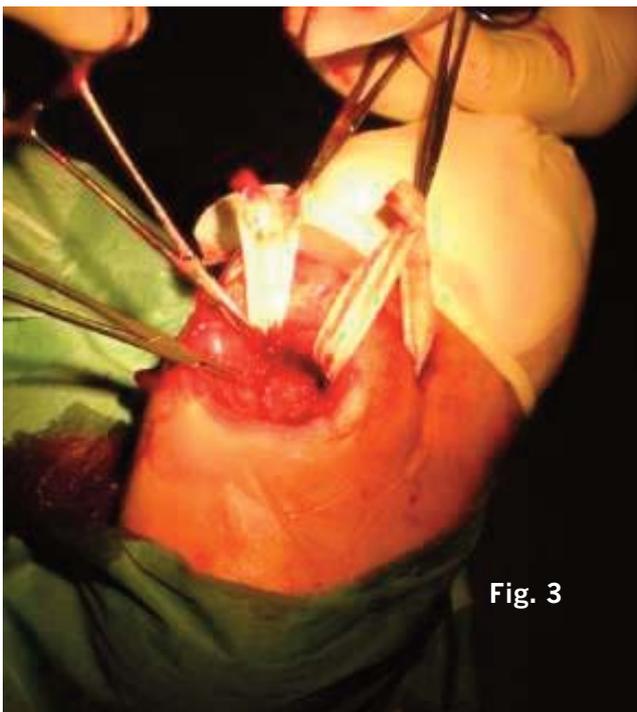


Fig. 3



Fig. 3a

Al cabo de 6 días, el resultado del cultivo fue: Abundantes colonias de *Pseudomona aeruginosa*. Sensible a Levofloxacino, Gentamicina, Ciprofloxacino y Piperacilina-Tazobactam.

Siguió tratamiento antibiótico con Levofloxacino 750mg/24h vo. Pauta de curas y descargas con fieltro igual.

Al cabo de 3 semanas la úlcera había disminuido un poco el tamaño (3 x3,4), pero la evolución era lenta y había que descartar la presencia de infección ósea. Se realizó gammagrafía ósea con ^{99m}Tc-pirofosfatos + gammagrafía con leucocitos marcados con ¹¹¹In (Fig. 4).

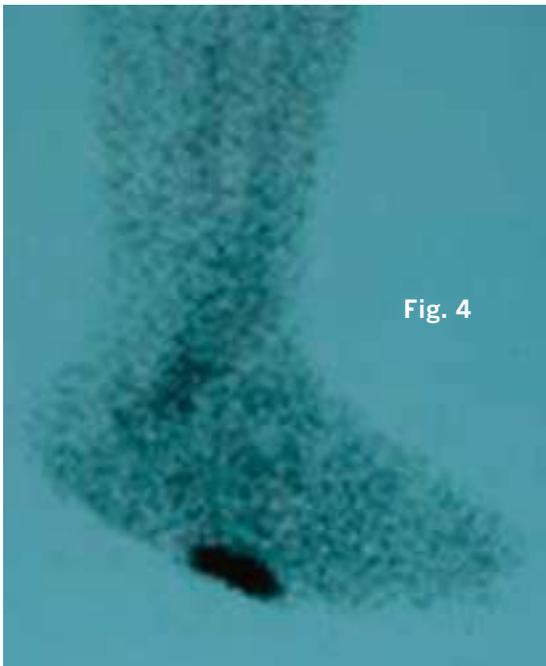


Fig. 4

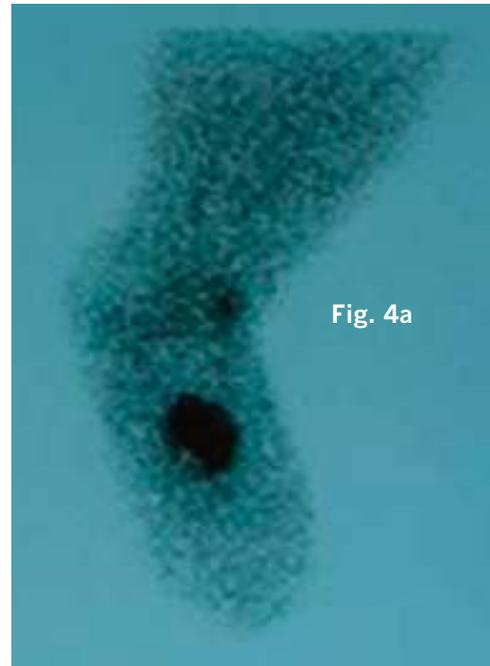


Fig. 4a

El resultado fue: Hallazgos típicos de osteítis a nivel de la articulación cuneo-metatarsal.

Debido a la confirmación de infección ósea, y a la evolución no favorable, se decidió realizar desbridamiento quirúrgico para eliminar todos los fragmentos óseos infectados.

Técnica quirúrgica (Fig. 5): Mediante anestesia regional (bloqueo poplíteo) y manguito para isquemia quirúrgica, se realizó abordaje lateral hasta alcanzar la parte más profunda de la úlcera para eliminar y poner a plano los restos óseos desvitalizados. Se recogieron nuevas muestras óseas para cultivo.



Fig. 5

Tras una limpieza exhaustiva (agua oxigenada, suero fisiológico y povidona yodada), dejamos un drenaje latero-plantar y apósito de gasas impregnadas de povidona yodada.

La paciente debió quedó ingresada durante una semana, indicando reposo absoluto.

Los cultivos de superficie fueron repetidamente positivos para *Pseudomona aeruginosa*, resistente a Levofloxacino y ciprofloxacino, y sensible a ceftazidima.

El especialista en enfermedades infecciosas pautó ceftazidima 2gr ev/8h durante 2 semanas seguido de 2 gr ev/12h otras 2 semanas, y amoxicilina 1 gr/6h por la aparición de *Enterococo* a la semana de iniciar la ceftazidima. Se mantuvo en reposo absoluto durante tres semanas;

La evolución fue favorable (Fig. 6)



Fig. 6

Al empezar a apoyar se instauró tratamiento ortopodológico con fieltros adhesivos de 1,6 cm de grosor a nivel plantar en forma de "U" ajustada al diámetro de la úlcera, pero con abertura (para evitar el edema de ventana), en sentido al arco longitudinal externo del pie, además del calzado postquirúrgico.

Siguió curas cada 48 horas con solución acuosa de clorhexidina al 0,05%, y apósitos de alginato y plata. En la fase final de cicatrización, apósitos de matriz moduladora de proteasas.

Logró la cicatrización completa al cabo de dos años (Figura 8 - 8a).



Fig. 8



Fig. 8a

En la actualidad, la paciente utiliza soportes plantares con descarga de la parte central del pie elaborados con una base de etil vinil acetato de densidad media.

Para para la contención de los arcos y alza del talón se utilizó polietileno termo conformable de densidad alta. La parte superior con poliuretano termoestable de 5mm.

El calzado de material termo adaptable abotinado especial para pie diabético (Calzamedi®) de ancho 20, que es una de las mejores soluciones para este tipo de pies que además deben de utilizar soportes plantares algo más voluminosos de lo habitual (Fig. 9).



Fig. 9

Revista Digital y Gratuita

revistapodologia
-com

>>> 2005 >>> 2024 = 19 años >>>

Web

www.revistapodologia.com

>>> 1995 >>> 2024 = 29 años online >>>

COMPRE AGORA COM
O SEU PODÓLOGO



SOLUÇÃO SAUDÁVEL EM TRATAMENTO PODOLÓGICO.

Antifúngico e antisséptico.
Combate onicomicoses.
Combate a frieira, hidrata,
recupera e fortalece as unhas.

(47) 3037-3068
inadermocosmeticos.com.br f @
Rua Hermann Hering, 573 - Bom Retiro
Blumenau/SC

ina
dermocosméticos

La irrupción de la inteligencia artificial en la podología y el método científico, una revisión sistemática.

Podólogo Benjamín Amoedo de la Grana. España.

Introducción: La inteligencia artificial (IA) está cada vez más presente en todos los ámbitos de la vida; la sanidad en general y la podología en particular no son ajenas a este cambio, la inversión económica e investigación científica ha crecido drásticamente y exponencialmente en la última década, por ello es importante analizar la irrupción de la inteligencia artificial en la sanidad, sus aplicaciones, beneficios, limitaciones y desafíos a medio y largo plazo.

Objetivo: Analizar los resultados obtenidos sobre sanidad, podología e IA, con una búsqueda básica e inespecífica, en un buscador científico tradicional (Pubmed) y compararlos con los obtenidos en un buscador asistido basado en IA (Scispace).

Metodología: Se introducen los términos “food” AND “artificial intelligence” en el motor de búsqueda Pubmed y en el buscador gratuito asistido por IA Scispace. Solo Pubmed permite filtrar los resultados por tipos de artículos (revisión sistemática, revisión, meta análisis y estudios aleatorizados controlados), salvo dicha excepción, el resto de filtros fueron comunes a ambos buscadores: artículos publicados entre 01/01/2019 – 13/02/2024, en idioma español o inglés y textos completos de acceso gratuito.

Resultados: En Pubmed se obtienen 27 artículos, se descartan 6 por no obedecer los criterios de búsqueda. Scispace muestra 30 artículos, 22 se descartan por no obedecer los criterios de búsqueda más 1 artículo duplicado, obteniendo un total de 28 textos entre ambos. La temática principal mayoritaria es el pie diabético. Pubmed ofrece artículos con mejor calidad y cantidad de información, elaborados siguiendo el método científico y revisados por expertos, Scispace ofrece artículos simples, en su mayoría editoriales, conceptos básicos y generalidades sin evidencias científicas ni análisis extensos.

Conclusiones: Los buscadores científicos basados en IA por el momento no aportan datos científicos significativos de calidad. La implantación de (IA) en sanidad puede suponer un punto de inflexión histórico, lleno de desafíos nunca antes experimentados. Junto a prodigiosos beneficios tenemos incertidumbres éticas y morales, incógnitas para garantizar la privacidad y seguridad del

paciente; retos técnicos, tecnológicos y humanos. El análisis bibliográfico muestra que se necesita mucha más investigación e inversión económica para conseguir que la IA en sanidad sea efectiva, precisa, eficaz y segura.

Palabras clave: Inteligencia artificial, sanidad, podología, diabetes y cuidados de la salud.

Abstract: Artificial intelligence (AI) is increasingly present in all areas of life; Healthcare in general and podiatry in particular are not immune to these changes, economic investment and scientific research has grown drastically and exponentially in the last decade, which is why it is important to analyze the emergence of artificial intelligence in healthcare, its applications, benefits, limitations and challenges in the medium and long term.

Objective: Analyze the results obtained on healthcare, podiatry and AI, with a basic and non-specific search, in a traditional scientific search engine (Pubmed) and compare them with those obtained in an assisted search engine based on AI (Scispace).

Methods: The terms “food” AND “artificial intelligence” are entered into the Pubmed search engine and the free search engine assisted by AI Scispace. Only Pubmed allows you to filter the results by types of articles (systematic review, review, meta-analysis and randomized controlled studies), except for this exception, the rest of the filters were common to both search engines: articles published between 01/01/2019 – 02/13/2024, in Spanish or English and full texts with free access.

Results: In Pubmed, 27 articles are obtained, 6 are discarded for not obeying the search criteria. Scispace shows 30 articles, 22 are discarded for not obeying the search criteria plus 1 duplicate article, obtaining a total of 28 texts between them. The main topic for the majority is the diabetic foot. Pubmed offers articles with better quality and quantity of information, prepared following the scientific method and reviewed by experts, Scispace offers simple articles, mostly editorials, basic concepts and generalities without scientific evidence or extensive analysis.

Conclusion: Scientific search engines based on AI at the moment do not provide significant quality data. The implementation of (AI) in healthcare can represent a historic turning point, full of challenges never before experienced. Along with prodigious

gious benefits we have ethical and moral uncertainties, unknowns to guarantee the privacy and safety of the patient; technical, technological and human challenges. The bibliographic analysis shows that much more research and economic investment are needed to make AI in healthcare effective, precise, efficient and safe.

Keywords: artificial intelligence, health, podiatry, diabetes and healthcare.

Introducción

La sanidad y el mundo en general está experimentando una de las revoluciones más importantes y desafiantes de la historia reciente del conocimiento. La irrupción y exponencial crecimiento de la inteligencia artificial (IA) abre un abanico apasionante de posibilidades al mundo de la salud(1) en general y de la podología en particular, no sin ello ir de la mano de innumerables desafíos, incógnitas y dilemas. Como cualquier novedad o innovación existe un inmenso campo de actuación, se podría decir que las posibilidades son casi infinitas, de igual modo, cada procedimiento, cada avance lleva aparejado márgenes éticos, legales y desafíos nunca antes explorados, los cuales deben ser resueltos y estudiados sobre la marcha para hacer que la tecnología y la sanidad vayan de la mano en consonancia respetando los derechos humanos, privacidad, buena praxis y ética de las ciencias de la salud(2).

La IA plantea un futuro prometedor, pero también grandes desafíos e incertidumbres de las cuales no disponemos apenas de datos al ser una tecnología incipiente y novedosa, nos encontramos ante un campo de investigación, tecnológico, técnico, y de capacidad de análisis de datos casi inabarcable, quizás un punto de inflexión histórico para la sanidad, una antes y un después nunca antes visto; todavía estamos en proceso de comprender la complejidad de desarrollo y perfeccionamiento de la inteligencia artificial, su capacidad potencial, límites, su implementación y aplicación en sanidad(3-4), cada paso adelante implica un desafío en la ética, moral y legislación sanitaria sobre la cual se debe sentar precedente de una forma igualmente innovadora(5), con el fin último de poder, a corto plazo, reducir costes, aumentar eficiencia, mejorar precisión diagnóstica, mayor volumen de pacientes, prevención y predicción temprana de patologías, incrementar la rapidez de procesos sanitarios, automatizar tareas rutinarios, analizar gran cantidad de datos en cuestión de segundos, detectar enfermedades prematuramente con mayor precisión que las técnicas actuales, sistematizar procesos básicos y repetitivos, reducir tiempos de espera(1-2), optimizar la telemedicina remota, disponible desde cualquier lugar a cual-

quier hora, sin necesidad de acudir a un centro de salud, control y motorización de enfermedades desde casa a tiempo real y un largo etcétera que hace que las aplicaciones de IA en un futuro sean casi infinitas para cualquier rama de la sanidad(3-4-6).

En los años cuarenta, en el ámbito de la psicología fue donde comenzó a surgir por primera vez la idea de la IA, un sistema informático complejo formado por una red neuronal artificial con capacidad de autoaprendizaje y toma de decisión propia(7), una década después, en 1956 se celebraría la primera conferencia de IA en Darmouth donde se esbozan las primeras referencias serias de redes neuronales artificiales y las primeras bases de IA(1-8). Pasarían muchos años hasta que los avances tecnológicos consiguieran aplicar esta tecnología a la sanidad de forma activa, llegando incluso a existir una tendencia mayoritaria de investigadores a finales de la década de los 60 que dudó de la verdadera aplicabilidad de estos sistemas tanto en el presente como en el futuro, desencadenando en una ausencia casi total de investigación durante las siguientes décadas de los 70 y 80 donde la idea de aplicar IA y desarrollar esta tecnología se desplazó por falta de interés, al considerarse una idea utópica, un avance tecnológico que nunca estaría al alcance del ser humano o que requeriría una inversión desorbitada para la época con unos beneficios ínfimos, por ello pocos investigadores continuaron con esta línea de desarrollo científico(8).

En la década de los 90 de la mano de una mayor capacidad tecnológica, la IA aplicada a la ciencia renació, culminando en 1992 cuando por primera vez el proyecto ROBODOC un robot basado en IA realizó cortes femorales de manera automática supervisada por humanos en una operación de cadera(1). A mediados de los 90 el crecimiento de la IA comenzó a ser una realidad, no proyectos aislados, como objetivos reales de futuro, su aplicación en todas las áreas de la ciencia y la vida en general no ha hecho otra cosa que crecer exponencialmente de la mano con los avances tecnológicos pertinentes(2-3-8).

Se estima que los medios técnicos y tecnológicos basadas en IA aplicados a resolver problemas o asistir ámbitos sanitarios tenían un valor de mercado aproximado 4900 millones de dólares en 2020, se espera que en 2026 este valor supere los 45.000 millones de dólares(9). En la actualidad las principales aplicaciones de IA en sanidad se basan en análisis de datos, reconocer fracturas en radiografías y técnicas diagnósticas por imagen(1), clasificar úlceras en pie diabético y tratar de prevenirlas a tiempo real(11), monitorizar y

analizar constantes vitales, síntesis datos de intervenciones quirúrgicas, modelos de asistencia automatizada en los sistemas sanitarios en forma de bots para responder preguntas o ayudar en procedimientos a través de Internet, emuladores de prevención y predicción de patologías o simuladores para prevenir posibles resultados tras aplicar un tratamiento(1-3-4-5-10). En general automatizar procesos básicos, repetitivos o monótonos y tratar de asistir o facilitar tareas más complejas en el futuro con la mejora de la tecnología con el objetivo de mejorar la eficiencia y eficacia de los tratamientos, reducir tiempos de espera y costes(1-10).

Una vez conocidas las ventajas, futuras aplicaciones y el potencial de la inteligencia artificial queda definir y acotar con precisión ¿qué es la inteligencia artificial? La definición técnica más aceptada es: capacidad de un sistema informático de imitar funciones cognitivas humanas, como el aprendizaje, toma de decisiones o la solución de problemas de manera automática(7).

Expuesto esto surgen muchas dudas a resolver propias de la juventud de una herramienta tan poderosa, cuestiones como: ¿Ética de la IA en la sanidad? ¿Como se va a garantizar la seguridad de una cantidad abismal de datos extremadamente sensibles?(5) ¿Pueden convertirse nuestros datos sanitarios en un activo valioso para las compañías de software?(2-9) ¿Cuánto podrían llegar a valer nuestros datos?(2) ¿Estar monitorizados constantemente y la presencia de información personal en un sistema informático capaz de tomar decisiones con autonomía vulnerará para siempre nuestra privacidad? ¿Puede llegar la IA a conclusiones y razonamientos superiores a los del ser humano que no seamos capaces de comprender? ¿Deberemos de limitar en algún momento la capacidad de autoaprendizaje e independencia de la IA por miedo a no poder controlarla?

Por el momento todas estas preguntas son una gran incógnita a futuro pues la tecnología de IA aplicada a la sanidad apenas puede realizar acciones extremadamente básicas, pero todas estas dudas y muchas más están sobre la mesa pues lo expuesto no es ciencia ficción, es realidad a medio o largo plazo, son problemas que deberemos ir solventando sobre la marcha, según avance la tecnología surgirán todavía más límites legales y éticos sobre los cuales deberemos ir sentando precedentes paso a paso, por el momento son rompecabezas que se vislumbran en el futuro los cuales hemos comenzado a plantearnos y analizar pero sin llegar a solucionarlos ni a comprender la complejidad en su totalidad(2-5-6-7).

En esta revisión se experimentó aplicando IA en la búsqueda y análisis de información sanitaria ra-

cionada con la podología, comparando los resultados que ofrece un sistema basado 100% en IA con los resultados que ofrece un buscador científico tradicional, con el objetivo de encontrar puntos en común y diferencias relevantes.

Conceptos de la inteligencia artificial

Introducido ya el concepto de IA quedaría exponer brevemente su funcionamiento y subdivisiones. La IA funciona mediante un sistema informático que a través de la lógica y las matemáticas simula el razonamiento humano para aprender o tomar decisiones a partir de información, hacer predicciones o realiza acciones basándose en los patrones de datos disponibles(7), de igual modo, las nuevas tecnologías de IA son capaces incluso de aprender de sus propios errores automáticamente por si solas; uno de los principales problemas, en sus inicios, para aplicar esta tecnología en diversos campos, era el hecho de que al ser programada por humanos, la IA iba a repetir exactamente los mismos errores que los facultativos en cuestión por lo que su utilidad se veía limitada y caíamos de este modo en el dilema de estar cometiendo errores sistemáticos en bucle independientemente de si actuaba la IA o no(12).

El avance tecnológico ha permitido que la IA sea capaz de captar nueva información por si sola sin la necesidad de un operador y en base a esta información que ella misma capta evolucionar en tiempo real, procesar esos datos y generar una respuesta acorde y adaptada a necesidades individuales y puntuales(13), claro ejemplo de esto es la conducción autónoma de los coches, donde los dispositivos son capaces no solo de actuar automáticamente con máxima precisión, independientemente de las circunstancias y las variables, sino que también son capaces de aprender por si solos a tiempo real para adaptarse a cualquier situación, lluvia, accidentes, objetos extraños en la calzada etc.(12), si bien es una tecnología que no es perfecta y tiene sus limitaciones, el funcionamiento de la IA en la conducción autónoma es el modelo a seguir, el objetivo en un futuro de la aplicación de la IA en sanidad, procedimientos autónomos, individualizados, específicos, adaptativos a tiempo real y de autoaprendizaje dinámico. A diferencia de ámbitos como la conducción autónoma, donde los resultados de aprendizaje se pueden utilizar directamente para tomar decisiones a tiempo real, los datos médicos requieren una comprensión integral antes de aplicar uno o varios tratamientos(1-5-8-12).

Una vez expuesto esto es importante saber que es el aprendizaje automático (ML) definiéndolo como un subconjunto de la IA mediante el cual se

utilizan algoritmos para identificar patrones en los datos, esos patrones a su vez se utilizan para crear modelos matemáticos de datos para ayudar a un sistema informático a aprender sin instrucciones directas para crear un modelo de datos que puede hacer predicciones(7-12). Con más experiencia y datos, los resultados del aprendizaje automático son más precisos, de forma muy similar a cómo los humanos mejoran con más práctica. La adaptabilidad de este sistema lo hace muy útil en condiciones donde los datos cambian constantemente como puede ser el caso de la sanidad, donde las variables de cada individuo cambian a diario(7-8-12).

Los modelos de aprendizaje automático se entrenan con subconjuntos de datos. Cuando los datos que se usan para entrenar el modelo representan con precisión el conjunto de datos completo que se va a analizar, el algoritmo calcula resultados más precisos. Cuando el modelo de aprendizaje automático se ha entrenado para realizar su tarea de forma lo suficientemente rápida y precisa como para que sea útil y confiable, ha conseguido inteligencia artificial estrecha(7).

Como resultado, al avance del aprendizaje automático surge el aprendizaje profundo que utiliza redes de algoritmos complejos inspirados en la estructura del cerebro a las que se denomina igualmente redes neuronales, una red neuronal profunda tiene nodos neuronales, cada pregunta que responde conduce a nuevas preguntas de ahí que sea autónoma y capaz de aprender por sí misma; para que este proceso de autoentrenamiento exponencial (donde de cada respuesta surgen nuevas preguntas que a la vez desencadenan en más respuestas sucesivas) se lleve a cabo es necesario un conjunto de datos de gran tamaño, generalmente los conjuntos de entrenamiento para el aprendizaje profundo se componen de millones de datos, así se da capacidad a las redes neuronales para resolver problemas de gran ambigüedad(1-7-8-13), esto lo hace de gran utilidad por ejemplo para reconocer variables en imágenes, como fracturas, puntos óseos para calcular ángulos, cambios de temperatura, cortes en tejidos etc. Podemos concluir con esto que una IA es tan buena como la cantidad y la calidad de los datos con los que se entrena, si tenemos datos de máxima calidad, indirecta y exponencialmente la IA será capaz de solventar problemas más complejos, realizar predicciones más precisas, convirtiéndose así los datos en un activo con un valor incalculable en un futuro(1-5-7).

Para finalizar este punto queda matizar la relación que existe entre la inteligencia artificial y la robótica(5), pues en muchos casos tendemos a

unificar los términos o a usarlos indistintamente como sinónimos. Habitualmente un robot tiene una forma física determinada y un software que lo controla, este robot puede ser controlado por un operador, una persona, o a su vez tener un sistema de IA en su software que le permita moverse de forma autónoma sin instrucciones directas de un usuario, con esto queda claro que no todos los robots tienen IA ni todas las IA requieren de una forma física(7-8), pueden ser dos tecnologías que se complementen o ser independientes pero en ningún caso utilizadas como sinónimos. También es importante puntualizar la diferencia entre digitalización e IA, comprendiendo a la digitalización como acción y efecto de digitalizar, proceso por el cual objetos o documentación física se convierte a formato digital(15), echo a su vez fundamental y necesario, pues es la clave para aumentar las bases de datos, que estas bases sean extensas, complejas y de calidad y que a su vez la IA de aprendizaje autónomo sea exponencialmente cada vez mejor(5-7), si la digitalización no es de máxima calidad la IA y la robótica nunca lo serán(15).

Estrategia de búsqueda

Se realizaron dos estrategias de búsqueda y selección de información: la primera realizada en buscadores científicos tradicionales y una segunda búsqueda realizada en sistemas basados 100% en inteligencia artificial. Se trató de realizar una búsqueda extremadamente simple, en primer lugar para facilitar los resultados de la IA, con términos concisos, cortos y claros la búsqueda debería ser mucho más focalizada y acertada, pues a mayor complejidad de algoritmo de búsqueda mayor es el riesgo de que los resultados obtenidos sean completamente inconexos con los términos buscados, es por ello que se ha tratado de simplificar al extremo, de igual modo siguiendo este criterio también se consigue mostrar que a nivel usuario, sin ser un experto ni saber manejar buscadores o bases de datos científicas profesionales se pueden obtener resultados útiles de forma sencilla fácil e intuitiva, que a fin de cuentas es lo que promete hacer la IA en un futuro simplificar procesos complejos y tediosos.

La búsqueda realizada de forma tradicional siguiendo los patrones normales del método científico se realizó en el motor de búsqueda de Pubmed introduciendo términos extremadamente genéricos y simples “food” AND “artificial intelligence” los resultados obtenidos se filtran en: textos completos y de acceso gratuito, artículos realizados sobre humanos y en tipos de estudios, utilizando: meta análisis, estudios aleatorizados controlados, revisiones y revisiones sistemáticas publicadas entre: 01/01/2019- 13/02/2024 en

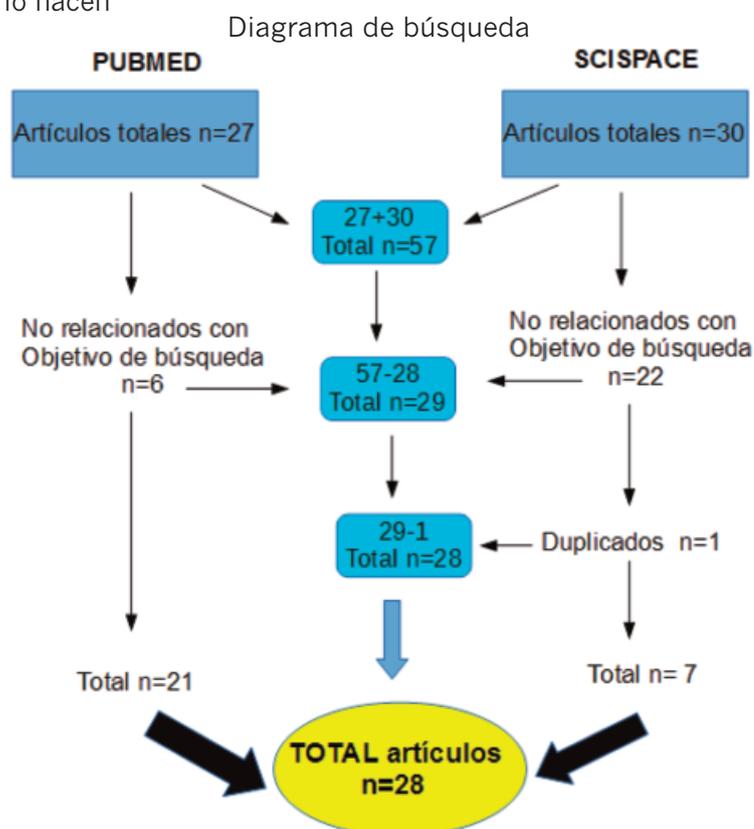
idioma español o inglés. Se obtuvieron 27 resultados de los cuales se descartaron 6 artículos porque su contenido no se correspondía con el objetivo de la búsqueda.

A continuación se realiza la segunda búsqueda, existen varios buscadores basados en inteligencia artificial, se optó por utilizar SCISPACE, buscador gratuito, intuitivo, el cual hace preguntas y procesa respuestas no solo busca términos aislados; el buscador basado en IA por antonomasia a día de hoy es consensuado. IA, siendo este una versión de pago. No existe unanimidad en el uso de estos servidores ya que a día de hoy los buscadores científicos tradicionales siguen siendo la base de datos global de evidencia científica utilizada por la totalidad de la comunidad científica internacional, la fuente de conocimiento más extensa, prestigiosa e influyente, donde cada investigación ha sido revisada por expertos antes de ser admitida e indexada, contando con un filtro previo que garantiza un nivel de calidad mínimo requerido. Los buscadores basados en IA quedan desplazados al uso popular o recreativo, es una tecnología aun en desarrollo.

Es por ello que se ha querido testar estos nuevos buscadores basados en inteligencia artificial, siendo conocedor del potencial que pueden tener en el futuro, pero teniendo en cuenta también sus limitaciones actuales. Se decidió usar el buscador SCISPACE no por ser el mejor técnicamente pero si por aunar criterios que en su conjunto lo hacen interesante pues cualquier persona puede encontrar información de validez de una forma extremadamente fácil sin la necesidad de ser un experto, es un sistema gratuito, sencillo, intuitivo y que responde preguntas y analiza diferentes opciones de manera automática además de clasificar los artículos y presentarlos en tablas descriptivas, de esta manera, una persona ajena a la sanidad no solo puede buscar términos sino también interactuar con el buscador que de manera automática te plantea preguntas para tratar de enfocar de mejor manera la búsqueda.

La búsqueda en SCISPACE se realiza de la siguiente manera, se introduce en el buscador las palabras “foot” AND “artificial intelligence”, la IA automáticamente sugiere tres preguntas basadas en los términos indexados y en los artículos presentes a los que tiene acceso de manera gratuita en su base de datos, cada pregunta arroja y clasifica 10 artículos en orden de relevancia, ca-

rece de búsqueda avanzada, presenta los artículos encontrados en tablas donde resume brevemente de manera automática puntos clave, resultados o conclusiones, pudiendo variar el contenido de estas tablas mediante filtros, quitar o poner columnas en función de tu interés, pero en ningún caso puedes clasificar por tipo de artículo o año, también dispones de un boot a tiempo real, puedes hacerle nuevas preguntas o solicitarle ayuda o dudas con respecto a la búsqueda actual. Una vez introducidos los términos de búsqueda anteriormente citados las preguntas sugeridas fueron las siguientes “What are the most promising applications of artificial intelligence in foot medicine?” tras analizar los resultados se seleccionan 3 artículos, “What are the challenges to using artificial intelligence in medicine?” de dicha búsqueda se seleccionan 3 artículos, “How can artificial intelligence be used to improve patient care?” y por último se seleccionan 4 artículos para concluir con una selección de 10 artículos en total obtenidos a través de un buscador asistido por IA. Los descartes se basan en artículos que no se ajustan correctamente a los criterios de búsqueda o por que los datos o preguntas a estudiar se alejan del objetivo de análisis. Luego se realizó un segundo cribado y se eliminó 1 artículo duplicado y dos libros de acceso libre que tampoco se corresponden con la aplicación de IA en podología y se centran exclusivamente en temas informáticos. A continuación se muestra el diagrama de flujo de búsqueda y el número total de artículos a analizar.



Resultados

A continuación se exponen y analizan los datos extraídos de los artículos: Tabla (1), tabla (2) y tabla (3).

Tabla 1

Título	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Current understanding on artificial intelligence and machine learning in orthopaedics - A scoping review.	Se analizan varios avances tecnológicos de IA aplicados a la ortopedia, los problemas y limitaciones.	Se ha obtenido mayor precisión en fijación de tornillos con sistemas basados en IA. En traumatología, medición de ángulos o identificación de fracturas los sistemas de IA obtienen resultados prometedores. En general son técnico dependientes.	Se obtienen resultados prometedores, se necesitan algoritmos más complejos que ayuden a los pacientes y a los facultativos. Aunque la tecnología suponga un avance el factor humano sigue siendo esencial.
Artificial intelligence in foot and ankle surgery: current concepts.	Analizar las aplicaciones actuales de IA en cirugía de pie y tobillo, sus limitaciones y futuro.	Detecta con éxito y clasifica con precisión entre el 92% y el 98% de los tipos de fracturas de calcáneo. Precisión general del 62,9% para las imágenes tibio-peroneas y precisión del 61,1% para las imágenes de fracturas por estrés y precisión aceptable del 76,4% de HAV.	Los modelos actuales carecen de validación externa, los modelos no son sólidos para predicciones clínicas, se necesita mas evolución e investigación.
Advancements in Artificial Intelligence for Foot and Ankle Surgery: A Systematic Review.	Clasificar temas y objetivos de los estudios que utilizan IA en cirugía de pie y tobillo, evaluar el desempeño de sus modelos y evaluar su validez.	Los estudios analizaron la IA en fracturas de tobillo y calcáneo, hallux valgus, patologías del tendón de Aquiles, fascitis plantar y lesiones deportivas. Los resultados oscilaron entre: 0,64 (mala) y 0,99 (excelente).	La IA en cirugía de pie y tobillo está en expansión, sobre todo en interpretación de imágenes, el rendimiento varía de pobre a excelente sin validación externa, se necesita más investigación.
Cardiovascular/Stroke Risk Stratification in Diabetic Foot Infection Patients Using Deep Learning-Based Artificial Intelligence: An Investigative Study.	Una investigación novedosa de soluciones de aprendizaje profundo basado en IA para predecir el riesgo de ECV/accidente cerebrovascular en pacientes con DFI.	Importancia de seleccionar enfoques de evaluación del riesgo de ECV y accidente cerebrovascular para los pacientes con DFI. Los modelos de IA pueden ayudar a proporcionar una evaluación más precisa del riesgo de ECV.	Los modelos basados en IA podrán clasificar de manera confiable a los pacientes diagnosticados en grupos de riesgo de ECV y accidente cerebrovascular con un alto grado de predicción de ECV. Es necesaria más investigación y desarrollo de IA en relación a DFI en el paradigma de ECV.
The role of artificial intelligence technology in the care of diabetic foot ulcers: the past, the present, and the future.	Recopilar evidencias sobre IA y ulcera de pie diabético para capacitar a los médicos con los últimos avances en el campo.	El seguimiento fotográfico de UPD es total y evoluciona a gran velocidad. La IA puede ayudar a identificar con precisión las UPD automáticamente basándose solo en fotografías.	Los avances en IA deberían revolucionar la capacidad de los pacientes con pie diabético para autocontrolarse. Es necesario evolucionar técnica y tecnológicamente para alcanzar dicho punto.
Artificial intelligence in detecting early RA.	Conceptos generales e historia de la IA y cómo podrían aplicarse estas técnicas para detectar cambios inflamatorios en resonancia magnética.	La IA puede analizar gran cantidad imágenes diagnosticas en poco tiempo que ayuden a agilizar y mejorar la calidad de los estudios aleatorios controlados. No se obtuvieron resultados relevantes.	El aprendizaje profundo de la IA puede resolver tareas clínicas complejas analizando gran cantidad de datos que permitan una detección temprana de patología.

Tabla 1 - continuación

Título	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Machine learning in vascular surgery: a systematic review and critical appraisal.	Evaluación de las aplicaciones de IA en cirugía vascular, su avance y utilidad en la actividad sanitaria.	Los resultados de los sistemas basados en IA fueron: sensibilidad (30–100%, 62/77 [80,5%] estudios \geq 80%), especificidad (52–100%, 64/75 [85,3%] estudios \geq 80%), precisión (67–100%, 100/109 [91,7%] estudios \geq 80%). Los algoritmos de ML actuales tienen una excelente capacidad predictiva, con una mediana de AUROC de 0,88. el riesgo general de sesgo fue alto en el 94,8%.	A pesar de las mejoras con el tiempo, la calidad de los estudios sigue siendo inadecuada, excelente poder predictivo en cirugía vascular con una mediana de AUROC de 0,88. Los estudios futuros necesitan herramientas estandarizadas para mejorar la calidad, reducir sesgos y la aplicabilidad clínica.
A review of non-invasive sensors and artificial intelligence models for diabetic foot monitoring.	Proporcionar una revisión exhaustiva de la literatura sobre los métodos de monitoreo de DFU asistidos por IA.	Los sensores no invasivos pueden medir con gran precisión la temperatura, saturación de oxígeno, nivel de glucosa, el tamaño y la forma de la UPD.	Es necesario más investigación para conseguir que estos dispositivos se puedan comercializar y su precio sea asequible, se necesita mejorar la tecnología y bases de datos. Necesita perfeccionar algoritmo.
Artificial Intelligence Methodologies Applied to Technologies for Screening, Diagnosis and Care of the Diabetic Foot: A Narrative Review.	Analizar los principales hallazgos en relación con el síndrome de pie diabético y la utilidad de la IA, sus principales resultados fisiológicos y clínicos.	La aplicación de la IA a datos derivados de diferentes tecnologías proporciona resultados prometedores escasamente explorados por falta de protocolos estándar y medidas cuantitativas basadas en sensores simples.	Dada la complejidad multifactorial de este síndrome la IA plantea un futuro prometedor para analizar gran cantidad de información, asociar e identificar variables. se necesita evolucionar técnicamente para mejorar eficiencia y reducir coste de los sensores.
Insole Systems for Disease Diagnosis and Rehabilitation: A Review.	Aplicar sistemas de plantillas para el diagnóstico y rehabilitación de enfermedades.	Descripción completa de los sistemas de plantillas, su aplicación en análisis médicos, los desafíos que enfrentan y las posibles soluciones para el desarrollo futuro. Correlaciones entre 6 enfermedades crónicas y la posible aplicabilidad de plantillas y sistemas de IA para mejorar los procesos de rehabilitación.	Al Desarrollar algoritmos es posible predecir y analizar diversas actividades diarias, proporcionando información valiosa para la rehabilitación y facilitando planes de tratamiento personalizados. Hace falta más investigación, mayores bases de datos y herramientas de medición más precisas.
Effects of wearable ankle robotics for stair and over-ground training on subacute stroke: a randomized controlled trial.	Evaluar los efectos una AFO robótica asistida por IA en los supervivientes de un accidente cerebrovascular y sus posibles beneficios.	Número significativo mayor de escaleras (+ 6 pasos/min en la sesión 20, IC del 95 % [+ 0,0, + 1,2], $t = 2,085$, $p = 0,049$), caminaron a una velocidad significativamente más rápida (+ 0,15 m/s en la sesión 20, IC del 95 % [+ 0,04, + 0,25], $t = 2,837$, $p = 0,009$). Más del 56 % de los sujetos pasaron de ser caminantes dependientes (FAC < 4) al inicio del estudio a convertirse en caminantes independientes.	La asistencia activa del tobillo podría desempeñar un papel importante para que los pacientes que han sufrido un ACV caminen más y más rápido por escaleras y sobre el suelo junto con mejorar los procesos de rehabilitación. Se necesitan más estudios, grupo muestral más grande y mayor capacidad tecnológica.

Tabla 1 - continuación

Título	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Towards Home-Based Diabetic Foot Ulcer Monitoring: A Systematic Review.	Revisar las últimas publicaciones sobre el uso de inteligencia artificial para la detección y segmentación de áreas de UPD.	Más datos ayudan a diseñar arquitecturas personalizadas complejas. Los mejores resultados se lograron con redes basadas en convoluciones paralelas y arquitecturas personalizadas. Existen estrategias de preprocesamiento deficientes cuando las imágenes se toman de múltiples fuentes. Se deben analizar métodos para mejorar la uniformidad.	Los conjuntos de datos públicos se pueden utilizar para formar conjuntos más grandes y diversos. Un preprocesamiento de imágenes más amplio y su aplicación requieren más investigación.
The Present and Future of Artificial Intelligence-Based Medical Image in Diabetes Mellitus: Focus on Analytical Methods and Limitations of Clinical Use.	Se realizó una búsqueda para tratar de determinar un algoritmo de aprendizaje automático para las complicaciones de la diabetes, detección, predicción, prevención y ayuda diagnóstica.	La mayoría de los modelos de IA actuales se basan en datos de un solo tipo. Es necesario desarrollar tecnología de IA médica para avanzar hacia intervenciones clínicas basadas en evidencia. Es necesario integrar modelos de IA complementarios para diagnosticar y monitorizar la DM.	Este estudio mejora nuestra comprensión del análisis de imágenes de diagnóstico basado en IA para las complicaciones de la diabetes y podría contribuir al avance de sistema de detección y diagnóstico temprano. Se requiere desarrollo tecnológico de recopilación y síntesis de datos.
Adherence and the Diabetic Foot: High Tech Meets High Touch?.	Examinar los beneficios de sistemas portátiles basados en IA para monitorizar factores de riesgo de pie diabético y la adherencia de uso de los mismos.	La adherencia a dispositivos portátiles con IA fue del 86%, según los resultados del estudio monitorizando la presión plantar la incidencia de UPD se redujo un 86%. Se necesita validación externa y grupo muestral más grande.	La tecnología basada en IA mejora la adherencia y el control de los pacientes con pie diabético, reduce la incidencia de UPD, se optimiza la atención al paciente y se reducen las complicaciones. Se necesita más investigación.
Wound assessment, imaging and monitoring systems in diabetic foot ulcers: A systematic review.	Revisar la literatura existente sobre los sistemas disponibles de evaluación y seguimiento de heridas para UPD.	La espectroscopia en la predicción de la cicatrización de heridas tiene una sensibilidad y especificidad del 80% al 90% y del 74% al 86%, respectivamente. La mayoría de los sistemas de evaluación de heridas disponibles comercialmente no han sido revisados en la literatura.	La mayoría de los sistemas de imágenes son superiores a la evaluación tradicional de heridas. Los sistemas de imágenes de heridas deben usarse como complemento en la monitorización de la UPD. Se necesita más investigación en sistemas basados en IA.
Diabetic wounds and artificial intelligence: A mini-review.	Plantea el marco para la evaluación de heridas de pie diabético con IA. Mejorar los servicios médicos futuros para pie diabético a través de IA.	En los diversos estudios analizados se predijo la presencia o ausencia de UPD entre un 83%-90% de los casos.	La IA tiene potencial aplicación en todas las áreas de investigación de UPD, ninguno tiene un GOLD STANDARD. Se necesita más investigación y avances tecnológicos al respecto.

Tabla 1 - continuación

Título	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Diabetic Foot Ulcer Identification: A Review.	Proporcionar a los investigadores un estado actual detallado de las tareas de identificación automática (IA) de DFU.	Se ha demostrado que los avances en los sistemas basados en IA son de gran ayuda para los médicos en la toma de decisiones. El rendimiento de estas arquitecturas debe mejorarse aún más para aumentar su confiabilidad.	Debido al aumento de pacientes con diabetes y casos de UPD, es necesario mayor número de podólogos y profesionales expertos. Necesidad de desarrollar un sistema automatizado basado en IA para crear una solución sanitaria rentable, confiable y fácil de usar para identificar UPD.
A comprehensive review of methods based on deep learning for diabetes-related foot ulcers.	Revisar las aplicaciones actuales de aprendizaje profundo para la detección temprana de UPD para evitar la amputación o infección de una extremidad.	Las mejoras en los modelos YOLO v3 lograron una precisión del 91,95% para la clasificación de UPD y el modelo con arquitectura R-CNN adaptativa más rápida logró una precisión promedio (mAP) del 91,4%. Para la segmentación semántica el modelo U-Net superó a los demás con precisión de 94,96%.	La investigación actual es prometedora en cuanto a la capacidad del aprendizaje profundo para mejorar la calidad de vida del paciente. Se requiere más investigación para comprender los mecanismos de aprendizaje profundo en UPD.
Weight-bearing CT in foot and ankle pathology.	Defender el uso de CBCT como herramienta fundamental en la cirugía actual de pie y tobillo.	Interpretar la enorme cantidad de información captada por WBCT lleva mucho tiempo, son necesarias nuevas herramientas diagnósticas, pronósticas y terapéuticas basadas en aprendizaje profundo IA, que permitirán aprovechar toda su capacidad.	El sistema WBCT pretende obtener mediciones en 3D fiables de pie y tobillo en carga, reduciendo la radiación recibida, tiempos y costes, son necesarias más herramientas basadas en IA e investigación.
Effect of assist-as-needed robotic gait training on the gait pattern post stroke: a randomized controlled trial.	Comparar el efecto del robot AANmDOF frente al entrenamiento convencional sobre el patrón de la marcha y tareas funcionales de la marcha durante rehabilitación hospitalaria posterior a un ACV.	La velocidad de la marcha aumentó en ambas evaluaciones. En ambos grupos, la mayoría de los parámetros espaciotemporales de la marcha y tareas funcionales mejoraron, excepto la anchura y longitud del paso parético. No hubo diferencias significativas. En los participantes con objetivo predefinido destinado a la separación del pie, la flexión parética de la rodilla mejoró más en el grupo robótico.	El entrenamiento robótico AANmDOF no fue superior al entrenamiento convencional en pacientes que sufrieron ACV. El entrenamiento robótico AAN mDOF podría ser más efectivo para mejorar anomalías específicas de la marcha posteriores al ACV, como la reducción de la flexión de la rodilla durante el balanceo.
Toward improved understanding of foot shape, foot posture, and foot biomechanics during running: A narrative review.	Explorar asociaciones conocidas entre, forma del pie, postura y las condiciones del pie durante la carrera.	La IA es útil para la métrica de la postura del pie, puede medirse rápidamente y asociarse con el movimiento y el dolor articular en adultos sin embargo, puede ser menos útil en grupos de población como personas en desarrollo y obesas.	Deben aumentar las bases de datos y protocolos standard que permitan compartir información entre diferentes IA, se necesita más investigación para solucionar las lagunas literarias y las barreras tecnológicas.

Tabla 2

Título	Revista	Temática	País	Tipo artículo
Current understanding on artificial intelligence and machine learning in orthopaedics – A scoping review.	Journal of Orthopaedics.	Cirugía.	India.	Revisión sistemática.
Artificial intelligence in foot and ankle surgery: current concepts.	Die Orthopädie.	Cirugía.	Alemania e India.	Revisión sistemática.
Advancements in Artificial Intelligence for Foot and Ankle Surgery: A Systematic Review.	Foot & Ankle Orthopaedics.	Cirugía.	Estados unidos.	Revisión sistemática.
Cardiovascular/Stroke Risk Stratification in Diabetic Foot Infection Patients Using Deep Learning-Based Artificial Intelligence: An Investigative Study.	Journal of clinical medicine.	Diabetes.	India, Estados Unidos y Canadá.	Estudio investigación.
The role of artificial intelligence technology in the care of diabetic foot ulcers: the past, the present, and the future.	World journal of diabetes.	Diabetes.	Reino unido y Estados Unidos.	Revisión sistemática.
Artificial intelligence in detecting early RA.	Seminars in arthritis and rheumatism journal.	Artritis reumatoide/cirugía.	Países bajos.	Revisión sistemática.
Machine learning in vascular surgery: a systematic review and critical appraisal.	Nature partner journal.	Cirugía.	Canadá y Corea del sur.	Revisión sistemática.
A review of non-invasive sensors and artificial intelligence models for diabetic foot monitoring.	Frontiers in physiology.	Diabetes.	Grecia.	Revisión sistemática.
Artificial Intelligence Methodologies Applied to Technologies for Screening, Diagnosis and Care of the Diabetic Foot: A Narrative Review.	Biosensors journal.	Diabetes.	Italia.	Revisión narrativa.
Insole Systems for Disease Diagnosis and Rehabilitation: A Review.	Biosensors journal.	Biomecánica / plantillas.	China y Estados Unidos.	Estudio retrospectivo.
Effects of wearable ankle robotics for stair and over-ground training on sub-acute stroke: a randomized controlled trial.	Journal of neuroengineering and rehabilitation.	Biomecánica.	Hong Kong.	Estudio controlado aleatorizado.

Tabla 2 - continuación

Título	Revista	Temática	País	Tipo artículo
Towards Home-Based Diabetic Foot Ulcer Monitoring: A Systematic Review.	Sensors journal.	Diabetes.	Lituania.	Revisión sistemática.
The Present and Future of Artificial Intelligence-Based Medical Image in Diabetes Mellitus: Focus on Analytical Methods and Limitations of Clinical Use.	Journal of Korean medical science.	Diabetes.	Corea del Sur.	Revisión sistemática.
Adherence and the Diabetic Foot: High Tech Meets High Touch?.	Sensors journal.	Diabetes.	Estados Unidos.	Revisión sistemática.
Wound assessment, imaging and monitoring systems in diabetic foot ulcers: A systematic review.	International wound journal.	Diabetes.	Singapur.	Revisión sistemática.
Diabetic wounds and artificial intelligence: A mini-review.	World journal of diabetes.	Diabetes.	India.	Revisión sistemática.
Diabetic Foot Ulcer Identification: A Review.	Diagnostics journal.	Diabetes.	India.	Revisión sistemática.
A comprehensive review of methods based on deep learning for diabetes-related foot ulcers.	Frontiers in endocrinology.	Biomecánica. Diabetes.	China.	Revisión sistemática.
Weight-bearing CT in foot and ankle pathology.	Orthopaedics & Traumatology journal.	Imágenes diagnósticas.	Francia.	Revisión sistemática..
Effect of assist-as-needed robotic gait training on the gait pattern post stroke: a randomized controlled trial.	Journal of neuroengineering and rehabilitation.	Biomecánica.	Países Bajos.	Estudio controlado aleatorizado.
Toward improved understanding of foot shape, foot posture, and foot biomechanics during running: A narrative review.	Frontiers in Physiology.	Biomecánica.	China, Estados Unidos y Nueva Zelanda.	Revisión narrativa.

Tabla 3

Título	Revista	Temática	País	Tipo de artículo
A Study on Scope of Artificial Intelligence in Diagnostic Medicine.	Recent Research Reviews Journal.	Aplicaciones de IA en medicina.	India.	Revisión sistemática.
Role of Artificial Intelligence in Health Care Sector.	Journal of Clinical Research and Applied Medicine.	Aplicaciones IA en medicina.	India.	Editorial.
Artificial intelligence-enabled tools in cardiovascular medicine: A survey of current use, perceptions, and challenges.	Cardiovascular Digital Health Journal.	IA y cardiología.	Estados Unidos.	Revisión sistemática.
Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine	Future Healthcare Journal.	Aplicaciones IA en medicina.	Reino unido.	Estudio investigación.
The Emerging Role of Artificial Intelligence in Healthcare	The Journal of the Pakistan Medical Association.	Aplicaciones IA en medicina.	Pakistán.	Editorial.
Artificial intelligence in healthcare: Setting new algo RHYTHM in medicine.	Asian journal of medical sciences.	Aplicaciones IA en medicina.	India.	Editorial.

Tras analizar todos los artículos y las pertinentes tablas realizadas observamos los siguientes resultados, en cuanto a la búsqueda tradicional en Pubmed (tabla 1), (tabla 2), se obtuvo: 21 artículos seleccionados, 15 fueron revisiones sistemáticas (71,43%), 2 revisiones narrativas (9,52%), 2 estudios controlados aleatorizados (9,52%), 1 estudio de investigación prospectivo (4,76%) y un estudio de investigación retrospectivo (4,76%).

En cuanto al buscador basado en IA (tabla 3) los resultados fueron menos precisos, genéricos y básicos, mucho más aleatorios en cuanto a temática, estructura y características, de menor calidad en lo que a densidad de información cantidad y relevancia de la misma, los artículos seleccionados se distribuyen de la siguiente forma: 3 editoriales (42,86%), 2 revisiones sistemáticas (28,5%), 1 análisis conceptual (14,28%) y 1 estudio de investigación (14,28%).

Por otra parte también resulta interesante analizar la cantidad de artículos encontrados y cuando fueron publicados siguiendo los patrones de búsqueda previamente especificados, dato importante a resaltar, solo el buscador científico tradicional, la base de datos Pubmed, nos permite ver este gráfico, los 27 artículos totales (contando los descartes ya mencionados) se publicaron en este orden: 2019 un artículo (3,70%), 2020 tres artículos (11,11%), 2021 dos artículos (7,40%), 2022 diez artículos (37,03%) y 2023 once artículos (40,74%), a pesar de que aquí estamos contando también los artículos descartados, este gráfico nos sirve para ver de una forma extremadamente básica y simple que el interés por la IA asociada al cuidado de los pies está creciendo exponencialmente en el área de la investigación, siguiendo estos criterios de búsqueda, solo teniendo en cuenta los dos últimos años obtenemos el 77,77% de la información total de análisis utilizada en esta revisión en el apartado dedicado a Pubmed, también nos muestra que por el momento los buscadores científicos tradicionales son mucho más complejos y completos en todas las áreas de investigación y método científico que los basados en IA, bien es cierto que los buscadores científicos tradicionales requieren una pequeña curva de aprendizaje para sacar todo su potencial, ajustar bien los filtros, el algoritmo de búsqueda y los términos o palabras clave; en ocasiones no resulta fácil ni intuitivo pero manejados correctamente ofrecen una búsqueda extremadamente precisa con una calidad de evidencia científica máxima.

Por último el buscador basado en IA no ofrece la complejidad, cantidad de información, evidencias y el abanico de posibilidades de los buscadores científicos tradicionales pero si es más intuitivo,

la calidad de los artículos, precisión y evidencias son bajas, pero permite una búsqueda más fácil y asistida con un boot interactivo y dinámico, donde no solo introduces términos sino que también el sistema te plantea preguntas para tratar de enfocar lo que buscas específicamente, asociar temas o para alimentar tu curiosidad en determinados ámbitos, de nuevo, sacrificando profesionalidad y evidencia científica pero aportando una experiencia apta para todos los públicos que acerca no en vano información científica de calidad a cualquier tipo de público sin necesidad de ser un profesional o una persona formada y entrenada para manejar determinados motores de búsqueda tradicionales mucho más complejos y precisos.

Subdivisión de resultados

En lo que a temática se refiere de nuevo el buscador científico tradicional aporta resultados mucho más concisos, a pesar de que la búsqueda, como se ha indicado, fue muy genérica y simple el buscador científico nos aporta artículos centrados en temas concretos, más específicos, mientras que el buscador basado en IA se centra sobre todo en generalidades y conceptos básicos a grandes rasgos de IA aplicado a sanidad sin concretar en patologías o áreas en concreto. A continuación se muestra la subdivisión de los artículos analizados prestando especial atención a la temática y el lugar donde se realizaron.

El buscador basado en IA no muestra una temática concreta, como ya se ha especificado (tabla 3), se enfoca en generalidades, conceptos básicos y desafíos a los que se enfrenta la sanidad en el futuro con la implementación de la IA, pero no pone el foco en una temática concreta o una patología, la IA aplicada a la sanidad, con aspectos teóricos, limitaciones, problemas y futuro prometedor, alguna pincelada hacia enfermedades cardiovasculares o diabetes, pero sin realizar un análisis extenso y preciso. En relación con los lugares donde se realizaron los artículos obtenemos los siguientes resultados: India tres artículos 42,85% (3/7), Estados Unidos 14,28% (1/7), Pakistán 14,28% (1/7), Reino Unido 14,28% (1/7) y Alemania 14,28% (1/7) con un artículo cada uno. En conjunto: Asia 57,14% (4/7), Europa 28,57% (2/7) y América 14,28% (1/7).

Con respecto al buscador científico tradicional, a pesar de realizar una búsqueda extremadamente simple, como ya se indicó, se obtienen resultados mucho más especializados y concisos relacionados estrechamente con las patologías más presentes, con mayor prevalencia e incidencia de la podología (tabla 1), sin necesidad de especificarlo, simplemente con la palabra "FOOT" se consigue

ron resultados más precisos enfocados en patologías de extrema relevancia e interés para la comunidad científica, sin necesidad de una búsqueda avanzada, con resultados más completos, complejos, extensos y mayor evidencia científica. Subdividimos los resultados en tres grandes grupos (tabla 2): diabetes 47,62% (10/21), plantillas-bio-mecánica 23,81% (5/21), cirugía 19,04% (4/21), y dos artículos más aislados sobre artritis reumatoide (1/21) e imagen diagnóstica (1/21) con un 4,76% cada uno.

Se realiza una subdivisión por países, teniendo en cuenta que los artículos y estudios encontrados en Pubmed son mucho más extensos y complejos, lo que implica equipos de trabajo multidisciplinar de diferentes lugares, se necesita un gran número de investigadores y áreas de conocimiento diferentes (sanitarios, informáticos, matemáticos, ingenieros, etc.) para realizar trabajos de máxima evidencia científica, por lo tanto las nacionalidades son muy diversas, la globalización ha permitido que investigadores separados por miles de kilómetros trabajen con éxito en consonancia simultáneamente en el mismo proyecto a distancia, como por ejemplo vimos en infinidad de casos durante el COVID-19.

Hecho este apunte se realizó una estadística acumulada entre todos los investigadores de todos los artículos seleccionados en el motor de búsqueda Pubmed y se clasificaron por continentes obteniendo los siguientes resultados (tabla 2): En 12/21 estudios hubo investigadores asiáticos 57,14%, en 8/21 hubo colaboradores europeos 38,09% y en 7/21 estudios hubo colaboradores americanos 33,33%.

Sin seguir ningún criterio estadístico puro, estos datos son meramente orientativos e ilustrativos de una posible tendencia, al igual que vemos que en los dos últimos años los artículos relacionados con podología e inteligencia artificial han crecido exponencialmente, pudiendo concluir que el interés científico en el tema está creciendo, también podemos inferir que las corrientes de investigación vienen de asía en su mayoría (en ambos buscadores), estando Europa y América igualadas entre si.

Si bien estos datos no son relevantes ni significativos nos sirven para asociar que la investigación en IA en diversos campos de la sanidad está creciendo y de dónde vienen las corrientes de información obtenidas para esta revisión específicamente, pues en base a características poblacionales, patogenéticas y socioculturales la IA también puede desarrollar sesgos importantes en función de donde y como se desarrolle, pues probablemente la metodología de trabajo o las bases de datos sanitarias difieran mucho entre continentes.

Discusión

Tras haber comparado ambas metodologías y los resultados de búsqueda, luego de analizar y clasificar la información de los diferentes artículos, podemos deducir que la IA aplicada a la podología tiene un potencial inimaginable al igual que en todas las áreas de ciencias de la salud(1-2-3-5), no exentos estos avances de grandes incógnitas, problemas y vacíos que deben ir encontrando solución conjuntamente con el avance de la tecnología: criterios, marcos y límites, legales y éticos son fundamentales para poder definir cómo aplicar este nuevo paradigma de la sanidad(5) de manera justa, eficaz y eficiente. Los beneficios prometen ser esperanzadores reduciendo costes, mejorando eficiencia y eficacia, analizando gran cantidad de datos en segundos para obtener conclusiones inmediatas, eliminando tareas rutinarias y repetitivas, previniendo enfermedades, llevar la telemedicina a cualquier lugar y momento, reduciendo tiempos de espera, optimizar tratamientos y en definitiva, entre otros muchos avances plausibles, mejorar la calidad de vida no solo de los pacientes sino también del personal sanitario(16).

Estos beneficios se asocian a incógnitas igualmente desafiantes, es el comienzo del desarrollo de potenciales habilidades que permitirán mejorar nuestra salud, no sin exponernos a grandes desafíos de privacidad, ética, protección de datos y vulnerabilidad(1-5), a los que se sumará en un futuro la falta de confianza en la IA por parte de determinados pacientes, inseguridad, miedo, preferir el factor y error humano a confiar su salud a un ordenador o una fórmula matemática(17), retos nunca antes experimentados por la sanidad, pues este avance tecnológico, como marcan la mayoría de los artículos, puede suponer un antes y un después en el mundo de la sanidad, lo que a su vez creará precedentes históricos para un marco legal innovador, pues existirá un algoritmo con capacidad de razonar, interpretar, procesar información para solucionar problemas, tomar decisiones, elaborar diagnósticos de manera autónoma, decidir e influir directamente sobre nuestro estado de salud(4-5-7).

Si unificamos todos los conceptos de ambas búsquedas tenemos lo siguiente: la totalidad de artículos coinciden en términos generales, presente, futuro y posibles aplicaciones, independientemente del motor de búsqueda utilizado(1-3-4-5-8). El uso de la IA está creciendo exponencialmente en el ámbito sanitario(5-16), con beneficios claros: reduciendo costes, tiempos de espera, monitorizando constantes de manera remota las 24 horas, analizando datos, realizando tareas rutinarias y repetitivas, permitiendo no solo

acelerar todos los procesos sanitarios, sino también liberar de trabajo rutinario a los profesionales, lo que permitirá que estos tengan más tiempo útil para tareas complejas más exigentes y relevantes como investigación o formación(1-2-5-18). Sus limitaciones por el momento también están bastante definidas, dar un marco sólido en términos legales, éticos y de seguridad para el paciente, estandarizar protocolos de desarrollo de software, crear bases de datos concisas, de máxima precisión y evidencia científica, digitalizar más información para mejorar la calidad de las conclusiones y respuestas autónomas de la IA, optimizar eficiencia y eficacia(12-15-19). Por último, mejorar los dispositivos tecnológicos y técnicos para unificar IA y robótica, crear app y dispositivos que lleven controles sanitarios básicos a tiempo real a cualquier parte del mundo las 24 horas del día y que estos dispositivos tengan un coste reducido y asumible(5-6-11-15-20). Todo ello es común en la totalidad de los artículos analizados, las generalidades, beneficios y limitaciones son claras.

Como se ha puntualizado ya, el buscador basado en IA aporta artículos donde se tratan a grandes rasgos conceptos básicos, todos ellos exponen las mismas generalidades con respecto a la implantación de la IA en la sanidad, historia, su pasado, presente y futuro, pero no se pormenoriza en ningún tema en concreto, por lo que la información, definiciones, conceptos y aplicaciones(5-17-18) han sido ya ampliamente tratadas, los buscadores científicos tradicionales siguen siendo la fuente de evidencia científica y conocimiento a nivel mundial, por el momento las bases de datos asistidas por IA son proyectos a futuro, sin posibilidad de búsqueda avanzada, sin impacto en la comunidad científica internacional, los artículos indexados en los buscadores basados en IA son escasos, con datos pobres, las búsquedas imprecisas, los resultados erráticos, la capacidad de repetir una búsqueda es improbable, pues las preguntas que el algoritmo plantea a las palabras clave iniciales son diferentes en cada ocasión independientemente de que la búsqueda sea exactamente igual, son aleatorios, por el momento carecen de relevancia, complejidad y de criterios de calidad y protocolos de revisión por comités de expertos que den garantías de excelencia a los datos aportados.

Si bien estos buscadores aportan información profesional de forma fácil e intuitiva, por el momento son más idóneos para el público general que para el ámbito científico profesional puro. El motor de búsqueda Pubmed aportó artículos complejos, detallados, con evidencias, protocolos y líneas de investigación precisas, innovadores, ori-

ginales, focalizados en patologías y ámbitos con gran relevancia en podología sin necesidad de realizar una búsqueda avanzada, con solo una palabra clave fue capaz de enfocar con mucha mayor precisión, para aportar artículos de gran calidad científica, con conceptos que van de lo general y básico a lo conciso, concreto, específico y experto, aportando información y conocimiento con garantías de calidad, revisados por expertos(4-6-19).

Para comparar los resultados e información obtenida en el motor de búsqueda Pubmed se dividieron los originales en tres grandes grupos en función de la temática principal relacionada con grandes áreas específicas de la podología: diabetes, biomecánica y cirugía, las cuales analizaremos un poco más específicamente para tratar de contrastar datos. El buscador basado en IA aporta información más simple, menos relevante pero no por ello carente de importancia, el buscador basado en IA no aportó información específica de patologías o datos susceptibles de ser subdivididos en categorías, la totalidad de los artículos aportaron información sobre antecedentes e historia de la IA en sanidad, estado actual y posibles aplicaciones futuras, de ahí la dificultad de enfrentar los datos aportados por el buscador basado en IA y los del motor de búsqueda Pubmed, aun así se compararán los datos que igualmente resulten reseñables, pues el objetivo de esta revisión es comparar ambos buscadores y analizar el estado actual y el futuro de la aplicación de IA en podología y sanidad en general. Las diferencias entre ambos buscadores han sido ya ampliamente expuestas, son claras, significativas y evidentes.

La temática más repetida con amplia diferencia en el motor de búsqueda Pubmed fue la diabetes, presente en el 47,62% de los artículos, en los cuales la IA se presenta en dos grandes grupos, sensores que miden diferentes variables: temperatura, glucosa, presión o saturación de oxígeno entre otros(6-10-11-14-20-21) y un segundo gran grupo que analiza el uso de fotografías o aplicaciones fotográficas para clasificar el estadio de las úlceras de manera remota o evaluar su evolución(6-11).

Con respecto a la medición de variables en tiempo real la IA encuentra un gran desafío en la diabetes pues cada individuo es específico, único y diferente al resto, no hay dos personas iguales, además la diabetes tiene infinidad de variables que pueden cambiar drásticamente en cuestión de minutos, por lo que la IA es perfecta para monitorizar a este tipo de pacientes ya que puede procesar gran cantidad de datos en segundos(10-11), pero al mismo tiempo para poder hacerlo necesita un algoritmo extremadamente complejo y una

base de datos propia, amplia, extensa y precisa(22), por lo cual es una ventaja a futuro en tareas de predicción y prevención, pues a día de hoy no se disponen de algoritmos tan complejos ni del big data necesario como para analizar tantas variables de una forma precisa, eficiente y eficaz.

Kaselimi et al(10) en su revisión sistemática revela que los sensores ópticos y la IA jugarán un papel fundamental y eficiente en el monitoreo y autocuidado de pie diabético para prevenir la aparición de complicaciones, los sensores rojo-verde-azul (RGB) y los térmicos tienen costes de adquisición relativamente bajos, no son voluminosos y pueden integrarse en dispositivos portátiles, para ello a su vez se necesita mejorar la cantidad y calidad de las bases de datos para que la IA pueda dar respuestas precisas a tiempo real. Actualmente, ninguno de los sensores existentes disponibles comercialmente admite un autocontrol de: nivel de glucosa, deformidades o heridas en los pies, temperatura y concentración de hemoglobina; fundamentales para un correcto autocuidado de la diabetes.

Srass et al(20) Coincide en que la tecnología doméstica de monitoreo a tiempo real, de fácil uso aumenta la adherencia y seguimiento de los tratamientos, por lo tanto mejora la evolución y la salud general del paciente, este proceso debe ir igualmente de la mano de un avance tecnológico y de big data que lo haga posible, A pesar de la creciente evidencia sobre el control de la temperatura de la piel en el cuidado del pie diabético, no existen algoritmos de diagnóstico actuales en ninguna guía de práctica clínica, al igual que no existen protocolos estándar para hacer compatibles diferentes algoritmos, tecnologías o sensores entre empresas de software diferentes, se resalta especialmente que la tecnología debe a su vez ser fácil de usar para que el paciente se implique y el seguimiento sea correcto, sobre todo en pacientes con enfermedades asociadas como depresión o problemas cognitivos con más tendencia a abandonar tratamientos o a no realizar seguimientos.

Con la utilización del tapete SMARTMAT se obtiene una adherencia del 86% en la monitorización domiciliaria, con un 97% de precisión en las medidas de temperatura, pero también con la presencia de un 57% de falsos positivos, el 87% de los pacientes destacó que el dispositivo era fácil de usar y 67% se mostró motivado para continuar usando el dispositivo a largo plazo.

De igual modo, al analizar las presiones a través de plantillas con sensores conectados a un reloj inteligente se estimó que se podría reducir la aparición de úlceras al mandar un aviso al paciente

cuando la presión fuera excesiva en puntos claves del pie, ambos estudios cuentan con baja evidencia científica por lo que se necesita más investigación al respecto. Sarass et al(20) y Kaselimi et al(10) coinciden en que la tecnología de monitorización doméstica a tiempo real tiene una buena adherencia por parte del paciente y un futuro prometedor midiendo infinidad de variables asociadas directa o indirectamente con el pie diabético, de una forma fácil, portátil y económica con el objetivo de prevenir y predecir la aparición de complicaciones.

Khanna et al(4), igual que los dos autores anteriores también coincide en que la IA es idónea para monitorizar las múltiples variables de la diabetes, en este caso asociada con enfermedad cardiovascular, apunta a su vez que es esencial la creación de big data para permitir que esta tecnología avance. Tanto Sarass et al(20), Kaselimi et al(10) y Khanna et al(4) coinciden en que este avance puede ser un punto de inflexión para los sistemas sanitarios modernos y especialmente en patología asociada a pie diabético. En términos generales, todos los artículos analizados en relación a monitorización de variables asociadas a diabetes coinciden en las conclusiones expuestas ya mencionadas, si bien es cierto que los datos son muy difusos y la calidad de la evidencia baja, el potencial futuro de esta tecnología es muy prometedor, eficiente, eficaz, fácil de usar, portátil y de bajo coste(4-10-11-20).

El segundo gran punto en el que se dividen los artículos que versan sobre diabetes es la toma de imágenes, el análisis automático, autónomo y remoto por parte de la IA; Chan et al(21) afirman que las imágenes ópticas consiguen una precisión por encima del 90%, también que las aplicaciones y cámaras móviles, si bien facilitan mucho la toma de imágenes en cualquier momento y lugar tienen resultados bastante dispares dependiendo del dispositivo, la luz, la distancia con el pie, calidad de la imagen, color de la piel, brillo, tamaño del pie o perspectiva, valores muy variables que van desde sensibilidad (32%-97%), especificidad (20%-87%) y confiabilidad entre observadores (0,09-0,71), por lo que las imágenes con teléfonos móviles no consiguieron demostrar una validez sólida. La espectroscopia sin embargo mostró una sensibilidad y especificidad del 80% al 90% respectivamente, datos mucho más sólidos pero que de nuevo precisan de más investigación.

Das et al(23) También incide en la necesidad de reducir costes y en la posibilidad, en un futuro cercano, de implantar aplicaciones en smartphones que permitan el seguimiento fiable y económico de las úlceras de pie diabético a distancia, resal-

tando las dificultades anteriores: problemas de iluminación, raza, color de la piel, distancia del objetivo al pie, el procesado de la fotografía por parte de la IA o ángulo de la fotografía. La falta de protocolos es una constante común a la hora de que la IA analice fotografías e imágenes, como se ha explicado las capacidades e “inteligencia” de la IA la marcan la calidad y cantidad de datos con los que trabaja, en la actualidad las bases de datos son pequeñas y no existen protocolos gold standard pudiendo caer en sesgos con gran facilidad por lo que la eficiencia y eficacia de la IA varía bruscamente en función de la calidad de la imagen, operador y sus variables (iluminación, color de piel, perspectiva, tamaño...) y la base de datos del algoritmo(6-21-23-24).

Como segundo gran apartado en la discusión de artículos analizados, los relativos a cirugía se centran en la detección de fracturas, cortes o fijaciones quirúrgicas en diferentes prótesis, anomalías anatómicas o alteraciones vasculares en imágenes diagnósticas(1-2-3—9), analizadas con sistemas basados en IA para estudiar su eficiencia y eficacia, Gupta et al(3) encontraron datos que oscilan entre AUC 0,64 a 0,99, para detectar fracturas y diferentes anomalías osteomusculares de pie y tobillo, contando solo uno de los métodos de investigación analizados con validación externa, siendo este de muy baja calidad, se observaron varios modelos de alta precisión, incluso superiores a los conseguidos por humanos, pero sin rendimiento sólido para la predicción clínica, mostrando a su vez que los algoritmos bien entrenados con datos de calidad tienen un potencial de excelencia y precisión casi perfecta.

Vaish et al(2) observan resultados muy similares, no encuentran validación externa, ni resultados sólidos para la predicción clínica, en este caso Vaish et al(2) analizan un método que fue Validado interna y externamente, un modelo IA para detectar, clasificar y localizar fracturas de tobillo a partir de radiografías simples con un AUC excelente de 0,92 y una precisión del 99%, en general se obtuvo un 97% de sensibilidad en todos los artículos que analizaron detección de fracturas, también fue más rápido que las mediciones manuales hechas por humanos de ángulo intermetatarsal, se correlacionó bien con las mediciones manuales y tuvo una confiabilidad casi perfecta con coeficiente de correlación intraclase intrasoftware de 0,99.

Vishal et al(1) añaden una precisión del 95,6% en detección de prolapso de disco intervertebral, de nuevo sin validación externa. Li et al(9) obtienen valores de sensibilidad, especificidad y precisión superiores al 80% y una capacidad predictiva, con

una mediana de AUROC de 0,88 en el conjunto de todos los estudios, variables y condiciones vasculares analizadas. En los estudios analizados por Li et al(9) en ningún caso la IA obtuvo peor resultado que el análisis realizado por humanos, los resultados fueron superiores o iguales. Por último, Li et al(9) analizan dos artículos de alta calidad con validación externa que se mostraron efectivos en predecir complicaciones de la diabetes con un 78% y otro estudio para predecir efectos cardiovasculares adversos con un 80% de eficacia. Todos estos datos expuestos por Li et al(9), Gupta et al(3) y Vaish et al(2) están sujetos y tienen una relación directa con la cantidad y calidad de datos científico presentes, se observó que los estudios con mejores resultados en procesos automáticos realizados por IA eran a su vez estudios con variables que contaban con mayores bases de datos, citaciones y publicaciones científicas de máxima calidad a su disposición, obteniendo medianas más altas, valores más precisos y mejores resultados.

En estas cuatro revisiones sistemáticas de temáticas semejantes observamos que los datos de sensibilidad y especificidad son similares, la inmensa mayoría de los estudios analizados no tienen validación externa, los que tienen validación externa no tienen rendimiento sólido ni solvente para predicción clínica y sus resultados dependen directamente de la calidad y la cantidad de datos de los que dispone el algoritmo, bases de datos limitadas dan como resultado deducciones y conclusiones pobres, no significativas. La mejora progresiva de las bases de datos, la calidad de las imágenes y las tecnologías de última generación como las tomografías en carga o los rayos x de mínima exposición aportarán imágenes más precisas, reducirán el tiempo de exposición a radiación, costes, tiempos de recuperación(25) y crearán a su vez bases de datos más sólidas, precisas, extensas, capaces de resolver tareas complejas con resultados significativos.

En términos de biomecánica dos artículos se basaron en sistemas robóticos asociados a IA. Alingh et al(26) analizaron características de la marcha en pacientes en rehabilitación tras haber sufrido un ACV, compararon la rehabilitación normal con rehabilitación asistida con elementos robóticos activos que ayudan a la marcha, los resultados no mostraron diferencias significativas en una recuperación temprana, aumento de la velocidad de la marcha o longitud del paso, si bien la tecnología es muy joven y las bases de datos y la IA adaptada también, la información recabada es prometedora para una aplicación futura aumentando el tamaño muestral, reduciendo los sesgos y las limitaciones técnicas y tecnológicas. Sin embargo, en el estudio de Yeung et al(13) la aplicación de asistencia

robótica coordinada con IA si que obtuvo resultados significativos en comparación con el entrenamiento convencional en pacientes que utilizaban ortesis tipo AFO, en este caso se trató de una ortesis AFO asistida con IA capaz de facilitar la dorsiflexión y la plantarflexión frente a una AFO convencional.

En este caso cada AFO asistida por IA era única y específica, pues como se ha expuesto el algoritmo tiene capacidad de autoaprendizaje, por lo tanto, con la información recabada diariamente la IA “aprendía” a partir de los datos y características específicas de cada paciente y hacia pequeñas correcciones individuales ajustadas exclusivamente a las necesidades del usuario de esa AFO y a su evolución en el proceso, a mayor progreso menor era la asistencia que prestaba la IA, a base de captar datos identificaba las necesidades específicas de momentos puntuales para asistir o no determinadas funciones, es por ello que es una asistencia activa y dinámica, por que evoluciona activamente con los progresos o retrocesos de cada paciente para adaptarse a cualquier circunstancia de manera individual.

El objetivo fundamental fue tratar de superar obstáculos como escaleras o bordillos, después de 20 sesiones un 56% de los pacientes caminaban de manera independiente con la AFO robótica asistida activamente por IA, frente al 29% del entrenamiento tradicional(13). Con sus similitudes y sus diferencias ambos artículos muestran el futuro prometedor del autoaprendizaje individual y específico de la IA combinada con asistencia activa de tobillo para mejorar la calidad de vida de pacientes con limitaciones físicas.

Zhang et al(12) analizaron diferentes sensores incorporados en plantillas para tratar de prevenir diversas patologías y generar emuladores virtuales individualizados para predecir enfermedades o evolución de posibles tratamientos aplicados, los más relevantes fueron los sensores de presión, temperatura y humedad, la tecnología de estos sistemas está todavía en desarrollo, su fiabilidad y especificidad es baja, son dispositivos caros y de poca durabilidad, las bases de datos son insuficientes por el momento para que la IA realice aprendizaje profundo complejo y una buena función, pero su potencial es extraordinario. Se necesita más investigación, dispositivos menos costosos, más fiables, duraderos y que ofrezcan medidas precisas para poder desarrollar bases de datos y algoritmos de alta calidad.

Mei et al(27) También se centra en analizar como la IA es capaz de captar infinidad de datos a través de sensores activos y procesarlos en cues-

tion de segundos, destaca la importancia de incorporar IA para recabar información a tiempo real sobre la forma del pie, postura y su relación o no con posibles episodios de dolor, tratar de asociar estos con movimientos o actos precisos, y así, a través del análisis de datos en tiempo real encontrar una solución casi de inmediato, prediciendo y previniendo complicaciones, siendo especialmente útil en colectivos de riesgo. Con el aumento de la tecnología de imágenes y el intercambio de bases de datos, existe la oportunidad de aplicar métodos estadísticos para derivar información aprendida a partir de big data y utilizarla para hacer una inferencia individualizada y específica para paciente.

De formas diferentes tanto Zang et al(12) y Mei et al(27) coinciden en que el aprendizaje automático complejo de la IA es fundamental para individualizar tratamientos, pues al incorporar sensores activos en el calzado u ortesis ese sensor recopilará datos específicos de pacientes concretos y la IA aprenderá exclusivamente de sus características y necesidades a tiempo real, por lo tanto el dispositivo se adaptará al individuo que lo use y proporcionará soluciones individualizadas y específicas a cada momento y situación, ambos estudios apuntan a la necesidad de mejorar la tecnología y bases de datos para reducir las claras limitaciones, costes y sesgos que por el momento tienen estos sistemas.

Para finalizar, como se ha expuesto, comparar los resultados de ambos buscadores es irrelevante, pues actualmente el buscador basado en IA solo aporta generalidades e información básica donde la totalidad de artículos de esta revisión coinciden, la precisión y la relevancia, si queremos sacar alguna conclusión, viene dada gracias al motor de búsqueda Pubmed, base de datos científica que aporta textos más complejos, búsquedas más específicas y en definitiva información de mayor validez y evidencias científicas significativas, obedeciendo protocolos y habiendo sido revisados por expertos para cumplir unos estándares de calidad requeridos.

Aun a sabiendas de que un buscador es referencia a nivel internacional en evidencias científicas y el otro un proyecto de futuro incipiente por desarrollar, existen dos artículos, uno aportado por el buscador basado en IA y otro aportado por el buscador científico tradicional, que resultan interesantes en cuanto a sus similitudes y temáticas. Ulmenstein et al(15) al igual que lo hacen Zang et al(12) exponen la idea de crear gemelos virtuales a través de amplia base de datos médicos, genéticos, biológicos, constantes vitales y parámetros captados con sensores dinámicos de IA activa a tiempo real, para crear emuladores específicos,

especializados e individuales que a su vez evolucionen en paralelo al paciente pero en el ámbito virtual, con el objetivo de predecir enfermedades, efectos de posibles tratamientos, resultados de operaciones quirúrgicas, tiempos de rehabilitación, deterioros propios del envejecimiento etc., en definitiva testar virtualmente de manera integral cualquier procedimiento sanitario o anticiparse a patologías futuras, para generar una estimación fiable, lo más cercana posible a la realidad o al futuro cercano del paciente, pero sin exponerlo en la vida real, testar de manera precisa y segura todo tipo de procesos en emuladores, en nuestro "gemelo virtual", antes que en el paciente mismo, de esta forma predecir y prevenir enfermedades, mejorar tiempos de recuperación, optimizar tratamientos, reducir costes y carga sobre la asistencia sanitaria. De nuevo se necesita una gran evolución técnica, tecnológica y unas bases de datos extremadamente extensas, autónomas, dinámicas, complejas, precisas y seguras para poderlo llevar a cabo y garantizar la eficacia, eficiencia y seguridad del paciente(1-12-15).

En conjunto, las generalidades y el presente de la IA en sanidad quedan ampliamente cubiertas con el análisis bibliográfico realizado (el futuro todavía tiene infinitas posibilidades e incertidumbres) independientemente de si la búsqueda se realiza en buscadores científicos tradicionales o en sistemas basados 100% en IA(1-3-4-5-8).

Si queremos dar el salto de lo general a lo específico y profundizar más en el contexto, complejidad, calidad de datos y evidencia científica debemos sin duda utilizar buscadores científicos tradicionales, para poder realizar búsquedas avanzadas extremadamente precisas, encontrar información científica de referencia a nivel mundial, los cimientos y la base de conocimiento de la comunidad científica internacional, el lugar donde se publican las primicias y las evidencias científicas más relevantes, revisada por expertos siguiendo estrictos protocolos para garantizar un mínimo de calidad exigido.

De igual modo, para sacar todo el potencial del motor de búsqueda Pubmed se requiere una pequeña curva de aprendizaje en comparación al buscador asistido por IA, más intuitivo y con herramientas automatizadas para guiar, asistir la búsqueda en tiempo real y clasificar los resultados en tablas automáticamente resumiendo y sintetizando información por sí solo. Aun con estas facilidades los buscadores basados en IA deben crecer a nivel científico en consistencia y tamaño de sus bases de datos, pues actualmente su relevancia es nula quedando completamente relegados al uso popular o recreativo, pero en ningún caso útiles para el ámbito científico puro.

Limitaciones de la implantación de IA en sanidad

Tras analizar la bibliografía de ambos buscadores se pueden constatar las siguientes limitaciones a corto y largo plazo de la aplicación de la IA en podología y sanidad en general.

La primera, más evidente y ampliamente mencionada es la falta de bases de datos sólidas, complejas, extensas y confiables, junto con la ausencia de tecnología adecuada: aplicaciones, dispositivos portátiles, sensores domésticos o fijos de alta calidad, fiables, precisos, duraderos y económicos(6-10-11-14-23), como se ha dicho el algoritmo es independiente, aprende automáticamente gracias a los datos de los que dispone, si no se recopilan datos de calidad a consecuencia de aparataje impreciso los datos serán pocos, sin consistencia ni evidencia constatable, por lo cual la IA crecerá muy despacio y tendrá conclusiones básicas y arcaicas(1-7-8).

Por un lado la falta de capacidad tecnológica y técnica (errores humanos) hace que los datos aportados al algoritmo no sean óptimos, estén sesgados, duplicados, sean pobres, no significativos etc., por otra parte la falta de protocolos estandarizados provoca que cada empresa de software cree dispositivos, sensores y algoritmos independientes y exclusivos para sus sistemas operativos, lo que los hace incompatibles con sistemas, programas, sensores o bases de datos de otras marcas o empresas, pues el procesamiento de la información es diferente, de este modo se dificulta el crecimiento exponencial y la extrapolación de datos pues no se sigue una misma corriente de investigación, siendo imposible sumar esfuerzos, unificar bases de datos o seguir un protocolo internacional común(1-3-11-17-19).

A su vez por el momento las licencias de software son extremadamente caras(10) por lo que la recopilación de datos se hace compleja, lenta e imprecisa teniendo en cuenta las limitaciones anteriores. Bien es cierto que existen dispositivos y sensores baratos capaces de recopilar gran cantidad de información de calidad y de manera rápida(10) pero en la actualidad los software asociados siguen siendo costosos y en muchos casos muy específicos siendo la inversión inicial necesaria muy elevada, más si cabe si tenemos en cuenta la incompatibilidad entre sensores, software y bases de datos(2-9-25), dando constancia a su vez que estamos entrando de lleno en la edad de oro de los datos sanitarios, donde en un futuro estas bases de datos con millones de parámetros biomédicos personales y de extrema sensibilidad tendrán un valor incalculable(1-2-4), por lo cual una limitación a futuro (y que incrementará los

costes) es garantizar la seguridad y el uso activo que se le da a datos personales de extrema sensibilidad, como se usan, para que se usen, quien los usa y quien tiene acceso a ellos; estando sujetos de nuevo a crear precedentes, protocolos y marcos legales universales muy estrictos desde 0 para evitar que exista un mercado negro de big data sanitaria, aplicaciones pirata o tráfico de información entre empresas(1-2-5-17).

Suponiendo que las limitaciones legales, tecnológicas, éticas y de seguridad se superarán en el futuro, surge una nueva limitación a medio plazo, si la IA funciona mediante un sistema informático que a través de la lógica y las matemáticas simula el razonamiento humano para aprender o tomar decisiones de forma autónoma, cabe la posibilidad de que su proceso de toma de decisiones evolucione y cometa exactamente los mismos errores que comete el ser humano, el operador que maneja el robot asistido por IA o el programador del algoritmo(9-12-28), es cierto que la IA también tiene capacidad para aprender de sus propios errores y corregirlos, pero si esa auto corrección no es temprana se pueden generar conclusiones erróneas que desencadenen en un bucle imposible de corregir por la IA por sí sola, esta es una posibilidad altamente probable en el futuro sobre la cual se deberá de trabajar para no acabar cometiendo sistemáticamente los mismos errores, también deja constancia de que por el momento la IA de una u otra forma debe de estar asistida y depende directamente del ser humano(7-12).

Por otra parte es importante analizar el fenómeno de “black box” por el cual la IA llega a unas conclusiones, afirmaciones o resultados correctos sin que el operador entienda como ha podido llegar a esa conclusión(1-28), este proceso siembra muchas dudas al respecto de hasta qué punto la independencia y autonomía de la inteligencia artificial es positiva y cómo podemos controlarla para que no se escape de nuestro control, que no sobrepase sus funciones. La IA a día de hoy es una tecnología incipiente sin explotar su potencial real, aun así ya estamos observando comportamientos erráticos que no podemos explicar o predecir lo que genera incertidumbre en los investigadores, pues llegar a una conclusión correcta sin que los desarrolladores sean capaces de explicar cómo ese algoritmo ha llegado a esa deducción es una limitación extremadamente importante de cara al futuro cuando las potenciales IA cuenten con miles de millones de datos extremadamente sensibles de alta calidad a su disposición, es un misterio hasta que punto su autonomía de autoaprendizaje puede evolucionar o incluso corromperse para llevarnos a errores de manera deliberada, ocultarnos información o superarnos y llegar a deducciones

correctas que ni siquiera nosotros mismos lleguemos a entender(1-17-28).

Otra limitación importante es la posible barrera sanitaria que la implementación de la IA pueda crear. La IA va de la mano de un importante avance tecnológico, esto puede suponer un punto de inflexión sobre como entendemos la sanidad a todos los niveles(4-5-6-19), desde la educación de los futuros sanitarios a la práctica clínica, puede que este salto genere una gran desigualdad para países que tecnológicamente no dispongan de los medios necesarios, siendo la sanidad entre países desarrollados y del tercer mundo en el futuro extremadamente diferentes, la tecnología puede suponer una barrera sanitaria insalvable para miles de millones de personas(4-9-25).

De la mano de este avance tecnológico exponencial surgen dos posibles variables, la primera, que al eliminar las tareas rutinarias más simples y tediosas los profesionales sanitarios tengan más tiempo para dedicarse a labores complejas y que la ciencia avance exponencialmente(18) o por otra parte, al ser los procedimientos sanitarios mucho más simples y asistidos cabe la posibilidad de que el personal sanitario se “relaje” y se pierdan capacidades técnico teóricas básicas(28) por lo consiguiente el personal sanitario tendrá menos formación pura y empírica en detrimento de las facilidades que le otorgan las diversas IA y tecnologías relacionadas. A su vez también existe la posibilidad de que la implementación de la IA suponga el despido de un gran número de trabajadores en centros sanitarios pues sus tareas pasarán a estar completamente automatizadas(28). Se plantea así un paradigma futuro a largo plazo donde la enseñanza en sanidad deba ser remodelada por completo, tenga un amplio abanico tecnológico y técnico para que los profesionales sanitarios se adapten, sepan manejar sistemas informáticos, sensores y software avanzados, una sanidad asistida por tecnología menos teórico-empírica y más fundamentada en el desarrollo de procesos asistidos por IA(7-28).

Por último, a medio plazo existe una gran limitación social, todo gran cambio requiere un periodo de adaptación sociocultural, la alta tecnología genera un fuerte rechazo en diversos colectivos poblacionales siendo en algunos casos una barrera cultural e incluso religiosa imposible de superar, lo desconocido siempre crea incertidumbre, la falta de confianza de los pacientes en la IA supondrá un importante proceso de adaptación, la salud es un tema extremadamente sensible, es cierto que a largo plazo la IA siempre estará asistida por facultativos y su toma de decisiones va a pasar y estar respaldada siempre por

un profesional(7-12), se calcula que un porcentaje importante de los pacientes serán rehaceos a confiar su salud a procesos de IA y seguirán prefiriendo los tratamientos convencionales independientemente de si tienen más o menos éxito(28).

Conclusiones

Como principal conclusión se puede afirmar que; la búsqueda de artículos y evidencias en la base de datos científica Pubmed fue más precisa, eficaz y de mayor calidad que la realizada en el buscador basado en IA. La búsqueda en el motor pubmed mostró 21 artículos científicos indexados en revistas con estrictos protocolos y revisados por expertos. Los resultados obtenidos con el buscador basado en IA fueron artículos en su mayoría de dudosa validez o no relacionados con la búsqueda en cuestión, sin la posibilidad de hacer una búsqueda avanzada, filtrar entre idiomas o tipo de artículo, ofreciendo en general resultados mucho más genéricos, populares y menos científicos o profesionales.

Las generalidades, limitaciones, bases fundamentales y el potencial futuro de la aplicación de IA en sanidad en general y en podología en particular están presentes y coinciden en la totalidad de los artículos revisados, independientemente del motor de búsqueda. Los datos muestran que la aplicación de IA en sanidad está creciendo exponencialmente en términos de investigación científica, volumen y calidad de información, por el momento no son datos significativos.

Se necesita mucha investigación científica e inversión económica en recursos materiales, técnicos, tecnológicos, teóricos y medios humanos; junto con bases de datos extremadamente sólidas, complejas, precisas, dinámicas y extensas para conseguir una aplicación práctica, eficaz, eficiente y con garantías de la IA en los sistemas sanitarios. Podemos estar ante el inicio de un punto de inflexión histórico, un antes y un después en el mundo de la sanidad sin precedentes sobre el que debemos sentar innovadores límites éticos, morales, legales y nuevas praxis para hacer frente a desafíos de seguridad y privacidad nunca antes experimentados, limitar y delimitar el futuro de una tecnología con un poder casi ilimitado garantizando nuestra salud, pero también nuestra seguridad.

Podólogo Benjamín Amoedo de la Grana.
Grado Podología Universidad de la Coruña.
Diploma medicina del fútbol de la FIFA.
benjamindelagrana8@gmail.com

Bibliografía

1. Kumar, V., Patel, S., Baburaj, V., Vardhan, A., Singh, P. K., & Vaishya, R. (2022). Current understanding on artificial intelligence and machine learning in orthopaedics - A scoping review. *Journal of orthopaedics*, 34, 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2022.08.020>.
2. Vaish, A., Migliorini, F., & Vaishya, R. (2023). Artificial intelligence in foot and ankle surgery: current concepts. *Künstliche Intelligenz in der Fuß- und Sprunggelenkchirurgie: aktuelle Konzepte. Orthopädie (Heidelberg, Germany)*, 52(12), 1011–1016. <https://doi.org/10.1007/s00132-023-04426-x>.
3. Gupta, P., Kingston, K. A., O'Malley, M., Williams, R. J., & Ramkumar, P. N. (2023). Advances in Artificial Intelligence for Foot and Ankle Surgery: A Systematic Review. *Foot & ankle orthopaedics*, 8(1), 24730114221151079. <https://doi.org/10.1177/24730114221151079>.
4. Khanna, N. N., Maindarkar, M. A., Viswanathan, V., Puvvula, A., Paul, S., Bhagawati, M., Ahluwalia, P., Ruzsa, Z., Sharma, A., Kolluri, R., Krishnan, P. R., Singh, I. M., Laird, J. R., Fatemi, M., Alizad, A., Dhanjil, S. K., Saba, L., Balestrieri, A., Faa, G., Paraskevas, K. I., ... Suri, J. S. (2022). Cardiovascular/Stroke Risk Stratification in Diabetic Foot Infection Patients Using Deep Learning-Based Artificial Intelligence: An Investigative Study. *Journal of clinical medicine*, 11(22), 6844. <https://doi.org/10.3390/jcm11226844>.
5. Santhoshkumar, S. P., et al. "A Study on Scope of Artificial Intelligence in Diagnostic Medicine." *Recent Research Reviews Journal*, vol. 2, no. 1, June 2023, pp. 39–53. <https://doi.org/10.36548/rrrj.2023.1.04>. Accessed 15 Mar. 2024.
6. Pappachan, J. M., Cassidy, B., Fernandez, C. J., Chandrabalan, V., & Yap, M. H. (2022). The role of artificial intelligence technology in the care of diabetic foot ulcers: the past, the present, and the future. *World journal of diabetes*, 13(12), 1131–1139. <https://doi.org/10.4239/wjd.v13.i12.1131>
7. "¿Qué Es La Inteligencia Artificial?" *Azure.microsoft.com*, 17 Mar. 2020, azure.microsoft.com/es-es/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-artificial-intelligence#autom%C3%B3viles-sin-conductor. Accessed 23 Jan. 2024.
8. Stoel B. C. (2019). Artificial intelligence in detecting early RA. *Seminars in arthritis and rheumatism*, 49(3S), S25–S28. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2019.09.020>.
9. Li, B., Feridooni, T., Cuen-Ojeda, C., Kishibe, T., de Mestral, C., Mamdani, M., & Al-Omran, M. (2022). Machine learning in vascular surgery: a systematic review and critical appraisal. *NPJ digital*

- medicine, 5(1), 7. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00552-y>.
10. Kaselimi, M., Protopapadakis, E., Doulamis, A., & Doulamis, N. (2022). A review of non-invasive sensors and artificial intelligence models for diabetic foot monitoring. *Frontiers in physiology*, 13, 924546. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.924546>.
11. Chemello, G., Salvatori, B., Morettini, M., & Tura, A. (2022). Artificial Intelligence Methodologies Applied to Technologies for Screening, Diagnosis and Care of the Diabetic Foot: A Narrative Review. *Biosensors*, 12(11), 985. <https://doi.org/10.3390/bios12110985>.
12. Zhang, Z., Dai, Y., Xu, Z., Grimaldi, N., Wang, J., Zhao, M., Pang, R., Sun, Y., Gao, S., & Boyi, H. (2023). Insole Systems for Disease Diagnosis and Rehabilitation: A Review. *Biosensors*, 13(8), 833. <https://doi.org/10.3390/bios13080833>.
13. Yeung, L. F., Lau, C. C. Y., Lai, C. W. K., Soo, Y. O. Y., Chan, M. L., & Tong, R. K. Y. (2021). Effects of wearable ankle robotics for stair and over-ground training on sub-acute stroke: a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00814-6>.
14. Kairys, A., Pauliukiene, R., Raudonis, V., & Ceponis, J. (2023). Towards Home-Based Diabetic Foot Ulcer Monitoring: A Systematic Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(7), 3618. <https://doi.org/10.3390/s23073618>.
15. Moonesar, Immanuel, et al. Limiting Medical Certainties? Funding Challenges for German and Comparable Public Healthcare Systems due to AI Prediction and How to Address Them. 1 Aug. 2022.
16. Verma, R K. "Role of Artificial Intelligence in Health Care Sector." *Journal of Clinical Research and Applied Medicine*, vol. 3, no. 2, 28 June 2023, pp. 13–14, <https://doi.org/10.5530/jcram.3.2.4>. Accessed 15 Mar. 2024.
17. Schepart, Alexander, et al. "Artificial Intelligence-Enabled Tools in Cardiovascular Medicine: A Survey of Current Use, Perceptions, and Challenges." *Cardiovascular Digital Health Journal*, vol. 4, no. 3, June 2023, pp. 101–110, <https://doi.org/10.1016/j.cvdhj.2023.04.003>. Accessed 16 Mar. 2024.
18. Bajwa, Junaid, et al. "Artificial Intelligence in Healthcare: Transforming the Practice of Medicine." *Future Healthcare Journal*, vol. 8, no. 2, July 2021, pp. e188–e194, <https://doi.org/10.7861/fhj.2021-0095>. Accessed 16 Mar. 2024.
19. Chun, J. W., & Kim, H. S. (2023). The Present and Future of Artificial Intelligence-Based Medical Image in Diabetes Mellitus: Focus on Analytical Methods and Limitations of Clinical Use. *Journal of Korean medical science*, 38(31), e253. <https://doi.org/10.3346/jkms.2023.38.e253>.
20. Sraas, H., Ead, J. K., & Armstrong, D. G. (2023). Adherence and the Diabetic Foot: High Tech Meets High Touch?. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(15), 6898. <https://doi.org/10.3390/s23156898>.
21. Chan, K. S., & Lo, Z. J. (2020). Wound assessment, imaging and monitoring systems in diabetic foot ulcers: A systematic review. *International journal*, 17(6), 1909–1923. <https://doi.org/10.1111/ijwj.13481>.
22. Tehsin, S., Kausar, S., & Jameel, A. (2023). Diabetic wounds and artificial intelligence: A mini-review. *World journal of clinical cases*, 11(1), 84–91. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v11.i1.84>.
23. Das, S. K., Roy, P., Singh, P., Diwakar, M., Singh, V., Maurya, A., Kumar, S., Kadry, S., & Kim, J. (2023). Diabetic Foot Ulcer Identification: A Review. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 13(12), 2198. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13121998>.
24. Zhang, J., Qiu, Y., Peng, L., Zhou, Q., Wang, Z., & Qi, M. (2022). A comprehensive review of methods based on deep learning for diabetes-related foot ulcers. *Frontiers in endocrinology*, 13, 945020. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.945020>.
25. Lintz, F., Beaudet, P., Richardi, G., & Brillhault, J. (2021). Weight-bearing CT in foot and ankle pathology. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*, 107(1S), 102772. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.102772>.
26. Alingh, J. F., Fleerkotte, B. M., Groen, B. E., Rietman, J. S., Weerdesteyn, V., van Asseldonk, E. H. F., Geurts, A. C. H., & Buurke, J. H. (2021). Effect of assist-as-needed robotic gait training on the gait pattern post stroke: a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00800-4>.
27. Mei, Q., Kim, H. K., Xiang, L., Shim, V., Wang, A., Baker, J. S., Gu, Y., & Fernandez, J. (2022). Toward improved understanding of foot shape, foot posture, and foot biomechanics during running: A narrative review. *Frontiers in physiology*, 13, 1062598. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1062598>.
28. Rathore, F. A., & Rathore, M. A. (2023). The Emerging Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 73(7), 1368–1369. <https://doi.org/10.47391/JPMA.23-48>.
29. Ruby Dhar, Kumar, A., & Subhradip Karmakar. (2022). Artificial intelligence in healthcare: Setting new algo RHYTHM in medicine. *Asian Journal of Medical Sciences*, 13(11), 1–2. <https://doi.org/10.3126/ajms.v13i11.48575>.

Não deixe a diabetes afetar sua pele.

Pés, cotovelos e joelhos mais hidratados.

Proporciona hidratação específica aos pés, cotovelos e joelhos dos portadores de diabetes.



ina
dermocosméticos



Contra a pele seca e áspera.



Hidrata as áreas mais difíceis do corpo.

ina
dermocosméticos

NUTRI FEET PARAFINADO:

O spa completo para os seus pés e áreas ressecadas

Descubra o toque suave dos pés e áreas ressecadas com os compostos hidratantes do Nutri Feet Parafinado.



ina
dermocosméticos

Ativos: parafina, óleo de tea tree, hortelã pimenta e manteiga de cupuaçu.



Coadjuvante nos procedimentos podológicos de calos e verrugas na região plantar.

A solução para os seus pés.



ina
dermocosméticos

(47) 3037-3068

inadermocosméticos.com.br f @

Rua Hermann Hering, 573 – Bom Retiro
Blumenau/SC

ina
dermocosméticos