



¿Sabías que el arco del pie es fundamental para estudiar su evolución?

EP | El arco del pie humano, que se ha ignorado desde hace mucho tiempo en la investigación, es clave para saber cómo funciona, cómo evolucionó y cómo caminamos y corremos, según destaca ahora un equipo de investigadores dirigido por la Universidad de Yale. El descubrimiento invierte casi un siglo de pensamiento convencional sobre el pie humano y podría abrir nuevas vías para explorar en biología evolutiva, así como guiar nuevos diseños para pies robóticos y protésicos, según dice el equipo del estudio.

El descubrimiento, realizado por un equipo internacional de investigadores y dirigido por el ingeniero de Yale Madhusudhan Venkadesan, se publica en la revista 'Nature'. El equipo fue dirigido conjuntamente por Venkadesan, Shreyas Mandre, de la Universidad de Warwick, y Mahesh Bandi, del Instituto de Ciencia y Tecnología de Okinawa (OIST, por sus siglas en inglés).

Cuando los humanos caminan y corren, la parte delantera de cada pie empuja repetidamente el suelo con una fuerza que excede varias veces el peso del cuerpo. A pesar de estas fuertes fuerzas, el pie humano mantiene su forma sin doblarse severamente. Tales pies rígidos, exclusivos de los humanos entre los primates, fueron importantes para la evolución del bipedalismo.

¿Qué hace que los pies humanos sean tan rígidos? Según el pensamiento convencional, es principalmente el arco longitudinal del pie. Este arco va desde el talón hasta el antepié y está reforzado por tejidos elásticos debajo de él. El arco y los tejidos crean una estructura de arco y cuerda que durante casi un siglo se consideró la principal fuente de rigidez del pie. Pero el pie tiene un segundo arco que atraviesa el ancho del mediopié, conocido como el arco transversal.

Venkadesan y sus colegas investigaron el arco transversal, que no había sido estudiado previamente. Realizaron una serie de experimentos, utilizando imitaciones mecánicas del pie, pies humanos cadavéricos y muestras fósiles de ancestros y parientes humanos (homínidos) extintos hace mucho tiempo. Sus resultados muestran que el arco transversal es la principal fuente de rigidez del pie.

Utilizando análisis matemáticos y experimentos, descubrieron el principio mecánico de por qué la curvatura induce rigidez, es decir, que doblar una estructura curva hace que el material también se estire. Incluso una hoja delgada de papel es bastante rígida si intenta estirla. La curvatura transversal involucra esta rigidez de estiramiento para endurecer toda la estructura, explicaron los investigadores.

Debido a que el pie es una estructura complicada y multifuncional, no es posible modificar solo el arco transversal para probar la teoría sin afectar otras partes. Entonces, utilizando experimentos en imitaciones mecánicas del pie, a los investigadores se les ocurrió una idea novedosa para ver si el arco transversal funciona de la misma manera en los pies humanos reales.

«Descubrimos que los resortes transversales, que imitan tejidos que abarcan el ancho de su pie, son cruciales para la rigidez inducida por la curvatura -explica Ali Yawar, estudiante en el laboratorio de Venkadesan-. Así que esperábamos que la rigidez disminuyera en los pies humanos reales si tuviéramos que eliminar los tejidos transversales y dejar todo lo demás intacto».

Junto con Steven Tommasini, científico investigador de la Escuela de Medicina de Yale, realizaron experimentos en los pies de cadáveres humanos. «Descubrimos que el arco transversal, que actúa a través de los tejidos transversales, es responsable de casi la mitad de la rigidez del pie, considerablemente más de lo que contribuye el arco longitudinal», añade Carolyn Eng, científica investigadora asociada en el laboratorio de Venkadesan.

Estos resultados también pueden explicar cómo el 'Australopithecus afarensis', de 3,66 millones de años, la misma especie que el fósil Lucy, podría haber caminado y dejado una huella humana a pesar de no tener un arco longitudinal aparente. Trabajando con Andrew Haims, profesor de la Facultad de Medicina de Yale, los investigadores desarrollaron una nueva técnica para medir la curvatura transversal utilizando esqueletos parciales del pie. Al aplicar esta técnica a muestras fósiles, incluido 'A. afarensis', rastrearon cómo evolucionó el arco transversal entre los primeros homínidos.

«Nuestra evidencia sugiere que un arco transversal similar a un humano puede haber evolucionado hace más de 3,5 millones de años, un total de 1,5 millones de años antes de la aparición del género Homo, y fue un paso clave en la evolución de los humanos modernos», apunta Venkadesan.

Los hallazgos también abren nuevas líneas de pensamiento para la podología, así como los campos de la biología evolutiva y la robótica, dijeron los investigadores.