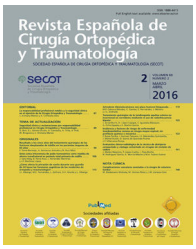
Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2020;64(4):244–250

Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Medición ecográfica del grosor del cartílago femoral en rodilla de jóvenes universitarios sanos

G.A. Herrera H[a,b], P.J. Llinás[a,b], L. Flórez[c], C. Blanco Montes[d], D. Vernaza Obando[c,*], A. Díaz Solorzano[b], D. Loaiza[b] y C. Guillen Astete[e]

[a] *Departamento de Ortopedia, Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia*
[b] *Universidad Icesi, Cali, Colombia*
[c] *Fundación Valle del Lili. Centro de Investigaciones Clínicas, Cali, Colombia*
[d] *Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España*
[e] *Departamento de Reumatología, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid, España*

Recibido el 28 de octubre de 2019; aceptado el 18 de abril de 2020
Disponible en Internet el 1 de junio de 2020

PALABRAS CLAVE
Cartílago;
Rodilla;
Ultrasonido;
Índice de masa corporal;
Deportes

Resumen

Antecedentes y objetivo: El cartílago articular (CA) siempre está afectado en cualquier articulación con artrosis (A). La ecografía puede ser una herramienta útil en la monitorización de los cambios en el CA. El propósito del presente estudio es medir ecográficamente el grosor del CA en el fémur distal en jóvenes estudiantes y determinar su relación con el índice de masa corporal (IMC), masa muscular, grasa corporal y la práctica deportiva.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio transversal observacional con voluntarios sanos, entre 15 y 25 años. Se recogieron datos antropométricos y se midió el grosor del cartílago femoral de la rodilla en cinco puntos. Además, se midió en un subgrupo el porcentaje de músculo y de grasa corporal.

Resultados: En el estudio se incluyeron 100 sujetos. La edad promedio fue de 20 años (± 2,5). El IMC promedio fue 23 kg/m^2 (± 3,1). El CA tuvo un mayor grosor en los hombres y en los deportistas vs. las mujeres y los sedentarios, con diferencia estadísticamente significativa. Al comparar el IMC con el grosor del CA no se encontró ninguna relación significativa; sin embargo, sólo dos participantes tenían IMC > 30.

Conclusiones: El grosor del cartílago tiene una relación directamente proporcional con el porcentaje de músculo, e inversamente proporcional con el porcentaje de grasa. El IMC no es un buen parámetro al evaluar el comportamiento dinámico del cartílago en jóvenes no obesos.
© 2020 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: daniel.vernaza@fvl.org.co (D. Vernaza Obando).

https://doi.org/10.1016/j.recot.2020.04.001
1888-4415/© 2020 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS
Cartilage;
Knee;
Ultrasonography;
Body mass index;
Sports

Ultrasound measurement of femoral cartilage thickness in the knee of healthy young university students

Abstract
Background and objective: Articular cartilage (AC) is always affected in any joint with osteoarthritis. Ultrasound can be a useful tool in monitoring changes in the AC. The purpose of the present study is to ultrasound measure the thickness of the AC in the distal femur in young students and determine its relationship with body mass index (BMI), muscle mass, body fat and sports practice.
Materials and methods: An observational cross-sectional study was conducted with healthy volunteers, between 15 and 25 years old. Anthropometric data were collected and the thickness of the femoral cartilage of the knee was measured at 5 points. In addition, the percentage of muscle and body fat was measured in a subgroup.
Results: 100 subjects were included in the study. The average age was 20 years (± 2.5). The average BMI was 23 kg/m^2 (± 3.1). AC was thicker in men and sportsmen, versus women and sedentary people, with a statistically significant difference. When comparing BMI with AC thickness no significant relationship was found; however, only 2 participants had BMI > 30.
Conclusions: Cartilage thickness has a direct relationship with the percentage of muscle, and inversely with the percentage of fat. BMI is not a good parameter when evaluating the dynamic behaviour of cartilage in non-obese youths.
© 2020 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El cartílago articular (CA) tiene un potencial de curación reducido y siempre está afectado en cualquier articulación con artrosis (A)[1]. Existen diferentes teorías fisiopatológicas que intentan explicar el daño articular en la A. La más aceptada asegura que esta se genera por la pérdida de equilibrio entre los procesos anabólicos y catabólicos del condrocito, causando alteraciones entre la síntesis y degradación de la matriz extracelular (MEC) y como resultado final hay destrucción acelerada de la MEC y pérdida de la integridad del CA[2]. Sin embargo, recientemente surgió una hipótesis que sugiere que el origen de la enfermedad es consecuencia de un desorden sistémico que afecta la diferenciación de las células estromales y el metabolismo lipídico. Esta teoría se basa en diferentes observaciones: La estrecha relación de A con la obesidad, el origen común de las células que constituyen todos los tejidos que forman la cavidad y el posible factor de los mediadores neuroendocrinos (ejemplo leptina) en la regulación de la masa ósea[3].

La obesidad es un factor de riesgo bien conocido para A[4]. El índice de masa corporal (IMC) está asociado con el riesgo de desarrollar A de rodilla, sin embargo el mecanismo por el cual la obesidad aumenta el riesgo de presentar la enfermedad no está claro; se desconoce si es el peso en sí mismo o son los componentes específicos de la composición corporal, como la masa, la distribución de los músculos y la grasa los que aumentan este riesgo[4,5]. Otros factores de riesgo son el sexo, la edad, predisposición genética, condiciones ocupacionales, antecedentes de trauma y prácticas deportivas de alto impacto[6–8].

La A es el resultado del daño de la homeostasis del cartílago asociado a ciertos factores de riesgo, pero no es claro si existen mecanismos de adaptación del cartílago a dichos factores, y si fuera así, la ecografía potencialmente podría ser una herramienta útil en su monitorización. Por lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar si el IMC, la práctica deportiva y variables específicas de la composición corporal (masa muscular y grasa corporal), están relacionadas con el grosor del cartílago de la rodilla medido ecográficamente en jóvenes universitarios sanos en un único momento.

Materiales y métodos

Participantes

Se trata de un estudio transversal observacional realizado en el 2019. Se reclutaron 100 voluntarios (estudiantes universitarios) de ambos sexos, entre 15 y 25 años, sin antecedentes de patologías sistémicas o articulares que afecten el cartílago como artritis, A, infección articular, fracturas o cirugía en la rodilla. Se excluyeron aquellos con historia previa de infiltración articular o drenajes de colecciones o derrames articulares. En todos los participantes se realizó una medición de la talla con un tallímetro pegado a la pared y con el sujeto parado de espaldas y descalzo, el peso fue medido con una balanza digital teniendo en cuenta dos decimales, con el sujeto descalzo. Se calculó además el IMC y se indagó sobre la práctica deportiva. Se utilizó un analizador de composición corporal DSM-BIA Multifrecuencia Inbody S10 para medir el porcentaje de músculo y de grasa corporal en 82 participantes.

El comité de ética de nuestra institución aprobó el estudio mediante la carta número 263-2019 y todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

Medición ecográfica

La medición ecográfica se realizó por el mismo investigador con experiencia en ecografía musculoesquelética utilizando un equipo Hitachi Aloka F37 con una sonda lineal con rango de frecuencia de 5 a 13,3 MHZ en cinco puntos diferentes, de manera similar a mediciones realizadas en otros estudios[9,10]. El participante se encontraba en sedestación con la extremidad dominante sobre una superficie plana. Se exploró la rodilla en hiperflexión máxima procurando la aproximación del talón a la región glútea (fig. 1). Se colocó la sonda en disposición transversal al eje largo de la rodilla y proximal a la rótula de forma que se visualizó el cartílago articular troclear. Con la cortical intercondílea en máxima nitidez se procedió a hacer la medición del cartílago en el espacio anecoico entre el cóndilo y meseta en tres posiciones distintas: central del valle intercondíleo, en la porción más profunda de la tróclea femoral donde se unen las curvas condíleas medial y lateral (medición A, fig. 1a), márgenes mediales (medición B) y laterales (medición C), cada uno de estos a una distancia de 1,30 cm del primero procurando hacer la medición en el punto en el que se obtuvo el trazado de mayor altura perpendicular a la cortical condílea (fig. 2). Posteriormente, en igual posición del participante examinado, disponiendo la sonda de forma longitudinal al eje largo de la rodilla sobre los cóndilos y con la máxima nitidez cortical alcanzable se midió el punto de mayor altura de cartílago en el reborde parapatelar a la altura del cuadrante superior-medial de la rótula (medición D, fig. 1b); y por último se midió el punto de mayor altura del cartílago en el reborde parapatelar a la altura del cuadrante superior-externo de la rótula (medición E, fig. 1c).

Análisis estadístico

Se realizó inicialmente un análisis descriptivo. Para las variables de caracterización se utilizó el promedio y la desviación estándar. Mientras que las variables del grosor de cartílago se analizaron con medianas y rangos intercuartílicos por presentar asimetría en su distribución. Para comparar las medianas del grosor del cartílago según el IMC, la actividad física y el sexo, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis; y finalmente para determinar la correlación entre las variables de interés del cartílago con el porcentaje de grasa y músculo se calculó el índice de correlación de Sperman. Se consideró estadísticamente significativo el valor $p < 0.05$.

Resultados

De los 100 participantes incluidos en el estudio, 55% fueron mujeres. La edad promedio fue de 20 años, (DE: $\pm$ 2,5). El IMC promedio fue de 23 (DE: $\pm$ 3,2). El promedio de grasa (n = 82) y de músculo (n = 82) fue de 22% y 43%, respectivamente (tabla 1).

El porcentaje de jóvenes que realizaban algún deporte fue del 58% (58/100), con frecuencia promedio de seis horas por semana (DE = 3,8). Las prácticas deportivas más frecuentes fueron el gimnasio con 42%, seguido del fútbol con 17%. Dentro de los 58 jóvenes que tenían algún hábito deportivo, el 29% practicaban deportes de alto impacto.

Al evaluar el grosor del cartílago teniendo en cuenta el sexo, se encontró que en todos los puntos de medición el grosor fue mayor en los hombres; con una diferencia estadísticamente significativa (tabla 2).

Igualmente, al comparar el grosor del cartílago con la presencia o no de práctica deportiva, se encontró que el grosor fue mayor en las personas que realizaban deporte, y la mayor diferencia se observó en el punto A, donde el grosor del cartílago en los sedentarios fue 0,3 mm menor que en los deportistas de bajo impacto y 0,4 mm menor que en los deportistas de alto impacto, con valor $p < 0,05$ (tabla 3).

Al comparar las mediciones con la clasificación del IMC, se encontró con sólo tres pacientes con bajo peso y dos con obesidad, lo que hace que la muestra no permita sacar conclusiones, y al comparar el grupo con peso normal y sobrepeso, no se encontraron variaciones en el grosor del cartílago (tabla 4).

Al evaluar la relación entre el porcentaje de grasa corporal y el grosor del cartílago se halló que fue inversamente proporcional, con valores estadísticamente significativos en todos los puntos a excepción del punto A. Esto demuestra que a medida que aumenta la grasa, disminuye el grosor del cartílago. Por el contrario, la relación entre el porcentaje de músculo y el grosor del cartílago fue directamente proporcional, demostrando que a medida que aumenta el músculo, aumenta también el grosor del cartílago, con diferencias estadísticamente significativas en todas las mediciones excepto en el punto A (tabla 5).

Discusión

En el presente estudio se confirma la relación directamente proporcional que existe entre el grosor del cartílago femoral y el porcentaje corporal de músculo. De hecho, en los puntos obtenidos para valoración ecográfica, exceptuando el punto A, se observó que a medida que aumenta el porcentaje muscular en los individuos, se incrementa también el grosor del cartílago con validez estadísticamente significativa. Estos hallazgos concuerdan con los datos obtenidos por Cicuttini que sugieren que incrementos en la masa muscular, serán un factor protector para el desgaste articular[5].

De igual importancia cabe destacar que encontramos relación inversamente proporcional entre el porcentaje de grasa corporal y grosor en el CA femoral en las mediciones obtenidas. A pesar de que existe mucha controversia sobre este tema, pues algunos estudios han determinado que no existe relación entre la distribución de grasa corporal y la disminución del CA[11–13], otros estudios relacionan el porcentaje de grasa con el volumen en el cartílago articular, con un valor estadísticamente significativo[4]. Nosotros encontramos que valores mayores en el porcentaje de grasa corporal están relacionados con valores menores de grosor del CA, en los diferentes puntos exceptuando la medición A que representa la porción más profunda de la tróclea femoral en el sitio de unión entre las curvas condíleas medial y lateral.

Por otra parte, se encontró un aparente aumento progresivo en el grosor del cartílago en la medida que aumenta el IMC. De este modo, si tomamos el resultado obtenido en la medida A, el grosor aumenta de 18 a 23, 23,5 y 24,5 (p = 0,07). Lo que a primera vista parece confuso, pues la literatura indica que el daño en el cartílago con relación a la

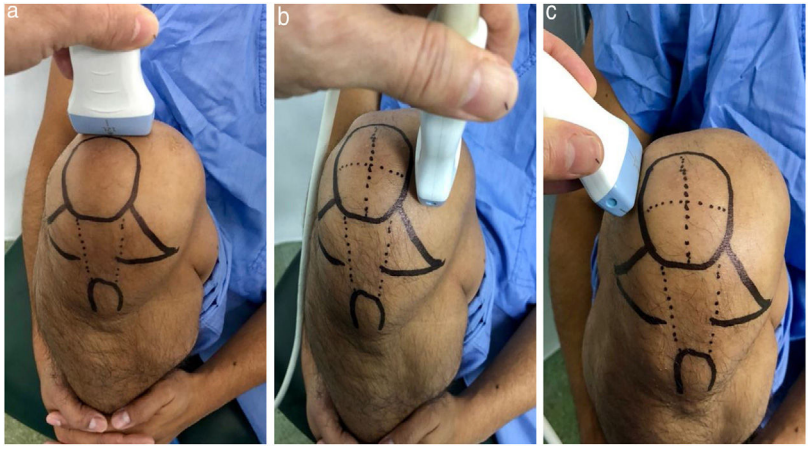


Figura 1 Posición de la pierna y el transductor para la toma de ecografía
1a: Sonda en disposición transversal al eje largo de la rodilla, medición de los puntos A, B y C. 1b: Sonda de forma longitudinal al eje largo de la rodilla sobre el cóndilo medial, punto D. 1c: Sonda de forma longitudinal al eje largo de la rodilla sobre el cóndilo lateral, punto E.

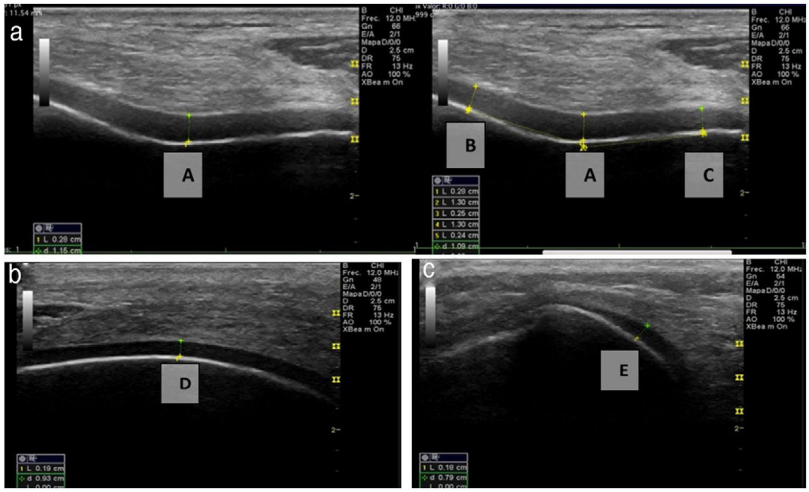


Figura 2 Medidas ecográficas del cartílago articular
2a: Medición del cartílago femoral en los puntos (A, B, C) 2b: Medición del cartílago femoral en el punto D. 2c: Medición del cartílago femoral en el punto E.

Tabla 1 Características sociodemográficas

Característica	n	$\bar{X}$	± DE	Min	Máx
Sexo	100				
Femenino 55%					
Edad, años	100	20	± 2,5	16	24
Talla, cm	100	167	± 9,4	148	194
Peso, kg	100	65	± 12,6	45	102
IMC	100	23	± 3,1	16,9	34
% Grasa	82	22	± 7,8	8,2	40
% Músculo	82	43	± 5,0	32	52

obesidad está asociado con valores elevados en el IMC[14]. No obstante, se debe advertir que al evaluar los dos grupos extremos del IMC ambos presentan tamaños de muestra muy pequeños, los participantes de bajo peso son tres y los obesos sólo dos, por lo que el tamaño de la muestra sería la explicación para que nuestros resultados sean opuestos a lo encontrado en la literatura. Para poder establecer una relación entre el IMC y el grosor del CA se requiere de un

Tabla 2 Comparación entre la medida del cartílago y el sexo

	Femenino, n = 55 Me (Q-Q3)	Masculino, n = 45 Me (Q-Q3)	Valor *p*
Tróclea A	23 (20-25)	24 (21-29)	0,008
Tróclea B	20 (18-23)	23 (21-26)	0,0002
Tróclea C	20 (18-22)	23 (20-25)	0,0001
Medial D	19 (17-22)	22 (21-24)	0,0001
Lateral E	21 (18-23)	23 (20-25)	0,004

Los valores de medición se expresan en décimas de milímetro.

Tabla 3 Comparación entre la medida del cartílago y la práctica deportiva

	Práctica deportiva			
	Alto impacto n = 17 Me (Q-Q3)	Bajo impacto n = 41 Me (Q-Q3)	Ninguna n = 42 Me (Q-Q3)	Valor *p*
Tróclea A	25 (23-27)	24 (20-27)	21 (20-25)	0,04
Tróclea B	23 (21-26)	22 (19-25)	20 (18-23)	0,04
Tróclea C	24 (21-24)	22 (19-24)	20 (18-23)	0,03
Medial D	22 (21-23)	21 (19-24	19 (17-22)	0,01
Lateral E	22 (21-23)	22 (20-24)	20 (17-24)	0,08

Los valores de medición se expresan en décimas de milímetro.

Tabla 4 Comparación entre la medida del cartílago y el IMC

	Índice de masa corporal				
	Bajo peso n = 3 Me (Q-Q3)	Peso adecuado n = 69 Me (Q-Q3)	Sobrepeso n = 26 Me (Q-Q3)	Obesidad n = 2 Me (Q-Q3)	Valor *p*
Tróclea A	18 (17-21)	23 (20-26)	23,5 (22-29)	24,5 (23-26)	0,07
Tróclea B	16 (15-18)	22 (19-24)	22,5 (20-26)	21 (19-23)	0,08
Tróclea C	18 (17-20)	21 (19-24)	20,5 (19-25)	25,5 (24-27)	0,09
Medial D	15 (15-17)	21 (18-23)	21 (18-24)	21 (20-22)	0,07
Lateral E	16 (16-22)	21 (19-24)	19 (22-25)	22,5 (22-23)	0,35

Los valores de medición se expresan en décimas de milímetro.

Tabla 5 Relación entre el porcentaje de músculo, grasa e IMC adecuado y con sobrepeso y el grosor del cartílago

mm	Grasa	Músculo	IMC adecuado	IMC sobrepeso
Tróclea A	−0,17	0,21	0,12	−0,28
P valor	0,11	0,05	0,40	0,16
Tróclea B	−0,21*	0,24*	0,26*	−0,31
P valor	0,04	0,02	0,02	0,12
Tróclea C	−0,27*	0,30*	0,20	−0,33
Valor *p*	0,01	0,005	0,12	0,09
Medial D	−0,38*	0,35*	0,18	−0,52*
Valor *p*	0,0004	0,001	0,013	0,004
Lateral E	−0,22*	0,24*	0,07	−0,41*
Valor *p*	0,04	0,02	0,70	0,04

Los valores que aparecen con asterisco equivalen a un valor $p < 0,05$.
Los valores de medición se expresan en décimas de milímetro.

estudio con mayor heterogeneidad y tamaño de muestra. Igualmente, es importante denotar que la composición corporal en los individuos es difícil de predecir sólo con el IMC[15] por ser impreciso, no lineal y sesgado por edad, especialmente en mujeres[16–18]. Lo que genera pensar que es un error usar el IMC para estimar la cantidad de grasa corporal[19] y debe usarse con precaución como indicador de obesidad, siendo mejor la impedanciometría[17,20,21].

En cuanto al sexo se encontró que los hombres tenían mayor grosor del CA que las mujeres en todos los puntos evaluados. Una posible explicación es que los hombres tienen mayor porcentaje de masa muscular que las mujeres, como lo reportado por Cicuttini et al.[5]. Así mismo, dicho estudio demostró que existe una relación directamente proporcional entre el porcentaje de músculo y el grosor del CA, por lo tanto, estos hallazgos explican que los hombres tengan en promedio un CA más grueso que las mujeres, al igual que el nuestro.

De forma similar, los jóvenes que practicaban deporte presentaron mayor grosor del CA en todos los puntos medidos al compararlos con la población sedentaria; y además se observó que el grosor era mayor en los participantes que practicaban deportes de alto impacto que en los que practicaban deportes de bajo impacto. Cabe resaltar que todos los participantes practicaban deportes de manera recreacional y no de manera profesional/competitiva. Este hallazgo va acorde con lo encontrado en un metaanálisis en el que reportaron que los participantes que realizaban atletismo recreacional tenían menor prevalencia de A que los participantes sedentarios[22]. Aunque nuestro estudio no evalúa la presencia de A de rodilla, se puede intuir que aquellos pacientes con menor grosor del CA van a desarrollar A con mayor frecuencia que los pacientes con mayor grosor del CA.

Dentro de las limitaciones del estudio se destacan la limitada heterogeneidad de la muestra, por ejemplo, que el número de participantes obesos según la clasificación que utiliza el IMC fue muy bajo (n = 2), motivo por el cual no se pudo encontrar una relación entre dicha variable y el grosor del cartílago. Esta limitación está condicionada por los criterios de inclusión del estudio, ya que, al ser jóvenes universitarios entre 15 y 25 años, hace menos probable encontrar participantes obesos. Por otro lado, el muestreo realizado no fue probabilístico, aumentando el sesgo de selección, y esto a su vez disminuyendo la validez del trabajo. Por último, es importante recalcar que el diseño transversal del estudio sólo permite hablar del grosor medido un solo tiempo, sin poder llegar a conclusiones sobre factores de riesgo o factores protectores del CA.

Conclusiones

El grosor del CA femoral de la rodilla tiene una relación directamente proporcional con el porcentaje de músculo, e inversamente proporcional con el porcentaje de grasa corporal. Adicionalmente, el CA femoral tiene mayor grosor en hombres que en mujeres, y en jóvenes que realizan prácticas deportivas comparado con los sedentarios. El grosor del cartílago en jóvenes sin obesidad no muestra variación en relación con el IMC, pero se requieren otros estudios en población obesa que permitan evaluar mejor esta relación.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial ni entidades sin ánimo de lucro.

Conflictos de intereses

Los autores del presente estudio declaramos no tener ningún conflicto de interés.

Bibliografía

1. Loeser RF, Goldring SR, Scanzello CR, Goldring MB. Osteoarthritis: A disease of the joint as an organ. Arthritis Rheum. 2012;64:1697–707, http://dx.doi.org/10.1002/art.34453.
2. López Armada MJ, Blanco García FJ. Fisiopatología de la artrosis. En: Manual SER de las Enfermedades Reumáticas. Madrid; 2002. p. 77-100.
3. Aspden RM, Scheven BAA, Hutchison JD. Osteoarthritis as a systemic disorder including stromal cell differentiation and lipid metabolism. Lancet. 2001;357:1118–20, http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(00)4-1 0426.
4. Wang Y, Wluka AE, English DR, et al. Body composition and knee cartilage properties in healthy, community-based adults. Ann Rheum Dis. 2007;66:1244–8, http://dx.doi.org/10.1136/ard.2006.52 0643.
5. Cicuttini FM, Teichtahl AJ, Wluka AE, Davis S, Strauss BJG, Ebeling PR. The relationship between body composition and knee cartilage volume in healthy, middle-aged subjects. Arthritis Rheum. 2005;52:461–7, http://dx.doi.org/10.1002/art. 1 2079.
6. Johnson VL, Hunter DJ. The epidemiology of osteoarthritis. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2014;28:5–15, http://dx.doi.org/10.1016/j.berh. 01.0042014.
7. Vina ER, Kwoh CK. Epidemiology of osteoarthritis: Literature update. Curr Opin Rheumatol. 2018;30:160–7, http://dx.doi.org/10.1097/BOR.0000000000000479.
8. Sharma L, Kapoor D, Issa S. Epidemiology of osteoarthritis: An update. Curr Rheumatol Rep. 2006;18:147–56, http://dx.doi.org/10.1097/01.bor.0000209426. 5.f88477.
9. Yoon CH, Kim HS, Ju JH, Jee WH, Park SH, Kim HY. Validity of the sonographic longitudinal sagittal image for assessment of the cartilage thickness in the knee osteoarthritis. Clin Rheumatol. 2008;27:1507–16, http://dx.doi.org/10.1007/s10067-008-3 0956.
10. Naredo E, Acebes C, Möller I, et al. Ultrasound validity in the measurement of knee cartilage thickness. Ann Rheum Dis. 2009;68:1322–7, http://dx.doi.org/10.1136/ard.2008. 38 0907.
11. Hart DJ, Spector TD. The relationship of obesity, fat distribution and osteoarthritis in women in the general population: the Chingford Study. J Rheumatol. 1993;20:331–5.
12. Hochberg MC, Lethbridge-Cejku M, Scott WWJ, Reichle R, Plato CC, Tobin JD. The association of body weight, body fatness and body fat distribution with osteoarthritis of the knee: data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. J Rheumatol. 1995;22:488–93.

13. Davis MA, Neuhaus JM, Ettinger WH, Mueller WH. Body fat distribution and osteoarthritis. Am J Epidemiol. 1990;132:701–7, http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a 111157.
14. Mezhov V, Ciccutini FM, Hanna FS, et al. Does obesity affect knee cartilage? A systematic review of magnetic resonance imaging data. Obes Rev. 2014;15:143–57, http://dx.doi.org/10.1111/obr.1211 0.
15. Otero M, Gomez Reino JJ, Gualillo O. Synergistic induction of nitric oxide synthase type II: in vitro effect of leptin and interferon-gamma in human chondrocytes and ATDC5 chondrogenic cells. Arthritis Rheum. 2003;48:404–9, http://dx.doi.org/10.1002/art. 11081.
16. Roubenoff R, Dallal GE, Wilson PWF. Predicting body fatness: The body mass index vs estimation by bioelectrical impedance. Am J Public Health. 1995;85:726–8, http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.85.5.726.
17. Ranasinghe C, Gamage P, Katulanda P, Andraweera N, Thilakarathne S, Tharanga P. Relationship between Body mass index (BMI) and body fat percentage, estimated by bioelectrical impedance, in a group of Sri Lankan adults: A cross sectional study. BMC Public Health. 2013;13(797.), http://dx.doi.org/10.1186/1471-13-7972458.
18. Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. Nutrition. 2001;17:26–30, http://dx.doi.org/10.1016/S0899-9007(00)1-80047.
19. Revicki DA, Israel RG. Relationship between body mass indices and measures of body adiposity. Am J Public Health. 1986;76:992–4, http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.76.8.992.
20. Smalley KJ, Knerr AN, Kendrick ZV, Colliver JA, Owen OE. Reassessment of body mass indices. Am J Clin Nutr. 1990;52:405–8, http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/52.3.405.
21. Sharpe JK, Byrne NM, Stedman TJ, Hills AP. Bioelectric impedance is a better indicator of obesity in men with schizophrenia than body mass index. Psychiatry Res. 2008;159(1–2):121–6, http://dx.doi.org/10.1016/j.psychres. 08.0102007.
22. Alentorn-Geli E, Samuelsson K, Musahl V, Green C, Bhandari M, Karlsson J. The association of recreational and competitive running with hip and knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. J Orthop Sport Phys Ther. 2017;47:373–90, http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2017.7137.