



ORIGINAL

# Caracterización por *Ultrasound Tissue Characterization* de los tendones rotulianos de jugadores de baloncesto; comparación entre profesionales versus formativos y asintomáticos versus sintomáticos<sup>☆</sup>



Gemma Hernández<sup>a</sup>, David Domínguez<sup>a</sup>, Jordi Moreno<sup>b</sup>, Lluís Til<sup>a,c</sup>,  
Lluís Capdevila<sup>b</sup>, Carles Pedret<sup>d,e,\*</sup>, Hans van Schie<sup>f,g</sup> y Gil Rodas<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicios Médicos, Futbol Club Barcelona, Barcelona, España

<sup>b</sup> Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, España

<sup>c</sup> CAR Sant Cugat-Consorci Sanitari de Terrassa, Terrassa, Barcelona, España

<sup>d</sup> Clínica Mapfre de Medicina del Tenis, Barcelona, España

<sup>e</sup> Clínica Diagonal, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España

<sup>f</sup> Department of Scientific Research, UTC Imaging, Stein, Países Bajos

<sup>g</sup> ISEH, University College London Hospitals, London, Reino Unido

Recibido el 12 de octubre de 2016; aceptado el 11 de noviembre de 2016

Disponible en Internet el 19 de enero de 2017

## PALABRAS CLAVE

Tendón rotuliano;  
Ultrasound Tissue  
Characterization;  
Baloncesto

## Resumen

**Introducción:** La ecografía convencional permite identificar los cambios macroscópicos que se producen en el tendón patológico, sin embargo, estos cambios no se correlacionan bien con los síntomas o la respuesta al tratamiento. La *Ultrasound Tissue Characterization* (UTC) evalúa la estructura del tendón en 3 dimensiones y la clasifica en 4 eco-tipos. El objetivo de este estudio fue investigar la estructura del tendón rotuliano de jugadores de baloncesto utilizando la técnica de la UTC y estudiar las diferencias entre jugadores profesionales y formativos, comparando la pierna dominante con la pierna no dominante, y sintomáticos con asintomáticos.

**Material y métodos:** Un total de 40 tendones rotulianos (20 jugadores de baloncesto) se incluyeron en el estudio. La estructura del tendón rotuliano (proximal, medial y distal) se cuantificó mediante UTC en el inicio de la pretemporada. La fiabilidad inter e intraobservador se estudió mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

**Resultados:** La edad media de los 10 jugadores profesionales y la de los 10 jugadores formativos fue de 28,1 años (DE 4,5) y 17,6 (DE 1,13), respectivamente. El espesor del tendón

<sup>☆</sup> Este trabajo forma parte del proyecto de investigación de la tesis doctoral de la Sra. Gemma Hernández, inscrita en la Universitat Autònoma de Barcelona en el Departament de Cirurgia.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [drpedret@gmail.com](mailto:drpedret@gmail.com) (C. Pedret).

rotuliano fue mayor en los jugadores profesionales ( $p < 0,05$ ), en la pierna dominante ( $p < 0,05$ ) y en los tendones sintomáticos ( $p < 0,05$ ). No se encontraron diferencias significativas para los eco-tipos, excepto en el caso del eco-tipo II del tendón rotuliano derecho en la porción proximal entre los jugadores profesionales y los académicos ( $p = 0,05$ ), y en los eco-tipo III y IV del tendón derecho en su porción proximal entre los jugadores sintomáticos y los asintomáticos ( $p < 0,05$ ). Se encontró una buena-alta fiabilidad con estas técnicas ( $CCI = 0,80-0,99$ ).

**Conclusiones:** Se ha caracterizado el patrón ecográfico de los tendones rotulianos de jugadores de baloncesto utilizando UTC. El espesor del tendón rotuliano es mayor en los jugadores profesionales que en los jugadores académicos. También se ha observado mayor grosor de los tendones sintomáticos que de los asintomáticos. No hubo diferencias importantes en el patrón de UTC entre los jugadores profesionales y los académicos ni entre los sintomáticos y los asintomáticos.

© 2016 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## KEYWORDS

Patellar tendon;  
Ultrasound tissue  
characterization;  
Basketball

## Patellar tendon analysis by ultrasound tissue characterization; comparison between professional and amateur basketball players. Asymptomatic versus symptomatic

### Abstract

**Introduction:** Conventional ultrasound helps to identify the macroscopic changes produced in the injured tendon. However, these changes do not correlate well with the symptoms or the response to treatment. The 'characterization of tissues by ultrasound' (UTC) evaluates the structure of the tendon in 3 dimensions and classifies it into 4 echo-types. The aim of this study was to investigate the structure of the patellar tendon in basketball players using the UTC technique, and to study the differences between professional and amateur players by comparing the dominant leg with the non-dominant one, and the asymptomatic with the asymptomatic ones.

**Material and methods:** The study included 40 patellar tendons (20 basketball players). The structure of the patellar tendon (proximal, medial, and distal) was quantified by means of UTC at the beginning of the pre-season. The within and between observer reliability was measured using the intraclass correlation coefficient (ICC).

**Results:** The mean ages of the 10 professional players and 10 amateur players were 28.1 years (SD 4.5) and 17.6 years (SD 1.3), respectively. The thickness of the patellar tendon was greater in the professional players ( $P < .05$ ), in the dominant leg ( $P < .05$ ), and in symptomatic tendons ( $P < .05$ ). There were no significant differences in the echo-types, except in the case of echo-type II in the proximal portion of the right patellar tendon, between professional and amateur players ( $P = .05$ ). Similarly, there was a difference in echo-type III and IV of the proximal portion of the right tendon between symptomatic and asymptomatic players ( $P < .05$ ). A good, high reliability was found with these techniques ( $ICC = .80-.99$ ).

**Conclusions:** The ultrasound pattern of the patellar tendons of basketball players has been characterised using UTC. The thickness of the tendon is greater in professional players than in amateur players. It has also been observed that the symptomatic tendons are thicker than in asymptomatic ones. There were no significant differences in the UTC patterns between professional and amateur players, or between symptomatic and asymptomatic ones.

© 2016 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El tendón es un tejido conectivo mecánicamente sensible que responde a los cambios de carga a corto (24-72 h) y largo plazos (12 semanas-años)<sup>1</sup>. La tendinopatía rotuliana es una patología muy frecuente en los deportistas, con una prevalencia del 55% en jugadores de baloncesto<sup>2</sup>, asociada a la sobrecarga de muchos años de práctica de deporte<sup>3</sup>.

En el caso de la tendinopatía de Aquiles, se observa una desintegración de la matriz de colágeno como consecuencia de la degeneración, formándose un tejido fibrótico en respuesta a la reparación<sup>4</sup>. Con la ecografía convencional, la ecogenicidad del tendón está basada en la densidad y en la disposición de la matriz de colágeno dando un patrón de la escala de grises, sin embargo, esto es insuficiente para poder monitorizar y objetivar cambios en la eco-estructura

**Tabla 1** Características de los participantes (media  $\pm$  desviación estándar)

	Jugadores profesionales (n = 10)		Jugadores edades formativas (n = 10)		Total (n = 20)	
	Media $\pm$ DE	IC 95%	Media $\pm$ DE	IC 95%	Media $\pm$ DE	IC 95%
Edad (años)	28,2 $\pm$ 4,57	25,46–30,87	17 $\pm$ 1,05	16,38–17,64	22,6 $\pm$ 6,59	19,8–25,5
Estatuta (cm)	202,8 $\pm$ 9,85	196,38–208,27	201,8 $\pm$ 8,3	197–206,67	202,3 $\pm$ 8,89	198,25–206,4
Peso (kg)	99,4 $\pm$ 16,55	88,63–108,75	96,1 $\pm$ 17,13	86,1–106,98	97,75 $\pm$ 16,48	90,52–105,4
Años entrenamiento	17,1 $\pm$ 3,76	14,86–19,14	8 $\pm$ 2,11	6,67–9,29	12,55 $\pm$ 5,53	10,25–14,95

interna en el tiempo<sup>5,6</sup>. En el otro extremo, la desintegración de los fascículos lleva a una pérdida considerable de la ecogenicidad; en consecuencia, las lesiones hipoecoicas son frecuentemente descritas en casos de tendinosis<sup>7</sup>, además de poder observar otros hallazgos como el engrosamiento del tendón y el aumento de señal en eco-doppler<sup>8,9</sup>. Sin embargo, no existe una clara correlación entre estos cambios y la sintomatología<sup>10</sup>, ni tampoco en la mejora después de aplicar distintos tratamientos<sup>11</sup>. Recientemente, se ha desarrollado una nueva técnica de imagen, el *ultrasound tissue characterization* (UTC). Esta técnica, mediante la utilización del ultrasonido en modo B, valora la estructura tridimensional y la cuantificación de la organización del tendón mediante el análisis de la estabilidad del brillo de los píxeles, permitiendo categorizar en 4 eco-tipos que se correlacionan con el grado de homogeneidad (alineación fibrilar) del tendón<sup>5,6</sup>.

La mayoría de los estudios realizados con UTC han estudiado el tendón de Aquiles en caballos de carreras<sup>12</sup> y en jugadores de fútbol australiano<sup>13</sup>, y son pocos los que analizan el tendón rotuliano. De los estudios que analizan el tendón rotuliano, en jugadores de voleibol se ha visto que la estructura del tendón no se ve afectada durante 5 días de carga acumulada durante un torneo<sup>14</sup>. Sin embargo, son necesarios más estudios que analicen cómo se ve afectado el tendón rotuliano en otras modalidades deportivas como, por ejemplo, el baloncesto.

Debido a la falta de estudios que analicen los cambios que suceden en el proceso de adaptación y lesión del tendón rotuliano en jugadores de baloncesto de competición, iniciamos este estudio cuyo objetivo es analizar la estructura-patrón del tendón rotuliano mediante la caracterización de 4 eco-tipos por UTC, además de definir un patrón de normalidad de los tendones de los jugadores de baloncesto y buscar diferencias entre jugadores profesionales respecto a formativos y entre sintomáticos y asintomáticos.

## Material y métodos

### Participantes

En agosto de 2015 se analizaron un total de 40 tendones rotulianos derechos e izquierdos de jugadores masculinos de baloncesto, siendo 20 de jugadores profesionales (n = 10) y 20 de jugadores en edades formativas (n = 10). Los criterios de inclusión fueron: 1) tener una edad comprendida entre 15 y 35 años, y 2) pertenecer al mismo club. Como criterios de exclusión se consideró no haber sido tratado en los tendones de manera sistemática con sustancias tales como

glucocorticoides, fluoroquinolonas en los últimos 6 meses ni con terapia hormonal sustitutiva, ni haber sufrido hipercolesterolemia ni rotura en el tendón rotuliano.

Este estudio fue aprobado por el comité ético local y todos los participantes firmaron el consentimiento informado antes de empezar el estudio.

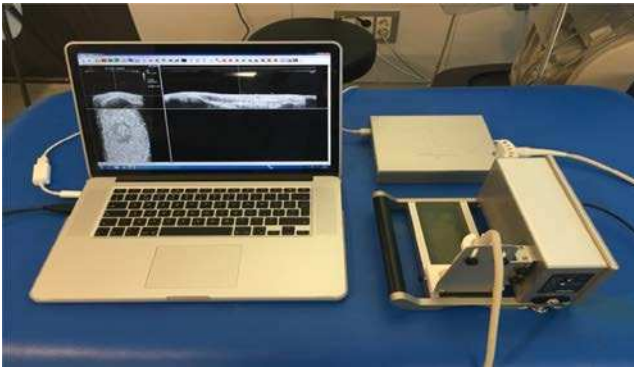
### Valoración clínica

Todos los jugadores fueron valorados clínicamente y conjuntamente por los médicos del primer equipo (GR) y segundo equipo (GH) del club. Se registraron la talla, el peso, la edad, los años de práctica de baloncesto y la presencia o ausencia de síntomas de tendinopatía rotuliana en las últimas 2 temporadas. De los 20 jugadores, 12 habían presentado síntomas al menos 2 veces por temporada en los últimos 2 años en el tendón de la rodilla dominante. En el momento de realizar el test todos los jugadores se encontraban asintomáticos en lo que a dolor a nivel del tendón rotuliano se refiere. En la [tabla 1](#) se muestran las características de la muestra analizada.

### Valoración por *ultrasound tissue characterization*

Todas las valoraciones se hicieron durante la mañana de inicio de la pretemporada, los jugadores en edades formativas el día 18 de agosto, y los jugadores profesionales el 25 de agosto. Se realizó exploración por el mismo experto en ultrasonografía y UTC (GH) de ambos tendones rotulianos mediante ecografía en modo B con un transductor lineal de 7-10 MHz (SmartProbe 10L5; Terason 2000, Teratech, EE. UU.) montado sobre el dispositivo que mueve el transductor de forma automática en el eje perpendicular del tendón y que graba las imágenes transversales a intervalos de 0,2 mm sobre una distancia de 12 cm (600 imágenes axiales) ([fig. 1](#)). El dispositivo estandarizó el ángulo de inclinación de la sonda, la ganancia, el foco y la profundidad. La captura de las imágenes y las mediciones de UTC se realizaron siguiendo un protocolo estandarizado, aplicado en otros estudios<sup>6</sup>.

El jugador se posicionó sentado con la rodilla flexionada a 90° y con el pie apoyado en una superficie elevada. El dispositivo se colocó paralelo al eje largo del tendón rotuliano desde su inserción distal en la tuberosidad tibial anterior hasta su inserción proximal en el polo inferior de la rótula. Se aplicó gel entre la piel, el soporte de silicona y entre este y la sonda de ultrasonidos antes de realizar la exploración ([fig. 2](#)).



**Figura 1** Aparataje utilizado para la realización de las medidas. UTC device.

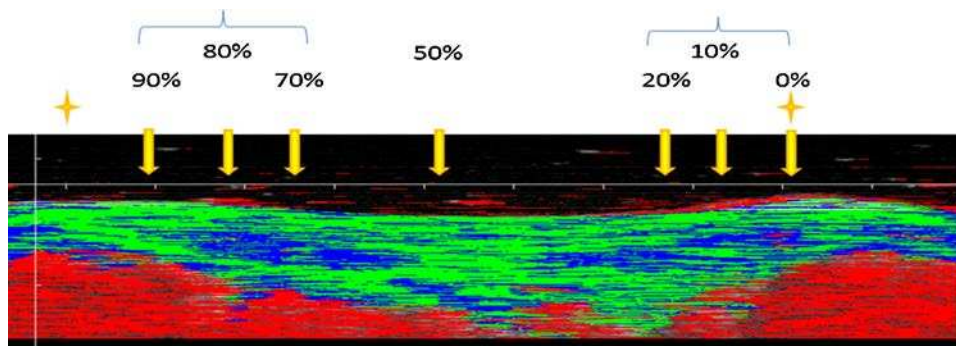
De la longitud total libre del tendón se calcularon 7 zonas de interés: a nivel proximal (0, 10 y 20%), medial (50%) y distal (70, 80 y 90%) (fig. 3). Se calculó el diámetro antero-posterior (AP) a nivel proximal, medial y distal así como la longitud libre del tendón rotuliano, desde la inserción proximal a nivel del polo inferior de la rótula hasta la parte más prominente de la tuberosidad tibial anterior a nivel distal (fig. 4). Se cuantificó el eco-patrón de la UTC por un mismo observador ciego para el historial del paciente. Para cada punto de corte propuesto, se determinó una región de interés (ROI). El observador determina el ROI trazándolo alrededor del borde del tendón en la visión transversal. El análisis del eco-patrón lo realiza el propio software de la UTC (UTC 2010), utilizado para el escaneo, en cada punto de corte. El software interpola las ROI creando un volumen de tendón en el que la proporción de cada eco-tipo (I, II, III, y IV),



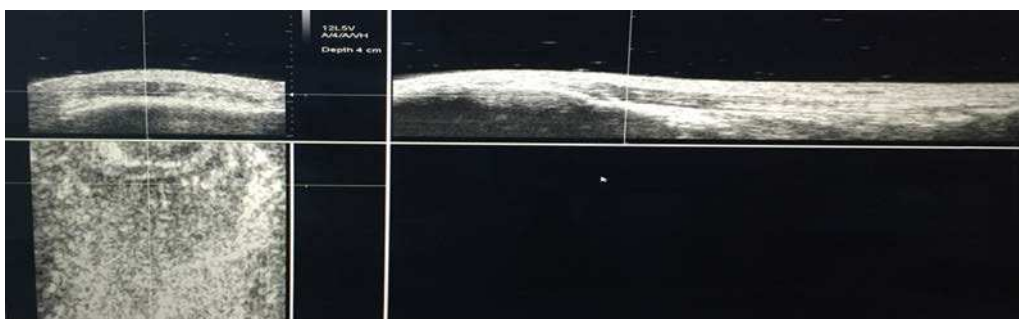
**Figura 2** Colocación del paciente y colocación del sistema UTC.

basado en la estabilidad del brillo de los píxeles sobre imágenes continuas, permite valorar el correcto alineamiento de las fibras (fig. 5).

Los 4 eco-tipos validados pueden ser discriminados y relacionados con la integridad del tendón. El eco-tipo I representa a los fascículos intactos, continuos y alineados. El eco-tipo II representa a los fascículos menos continuos y/o más ondulados. El eco-tipo III representa una matriz principalmente fibrilar. El eco-tipo IV representa una desintegración completa con tejido conectivo sustituido por líquido y una matriz amorfa<sup>5,6</sup>.



**Figura 3** Distribución de las zonas de interés del tendón rotuliano.



**Figura 4** Valoración inicial del tendón rotuliano y área de medición.



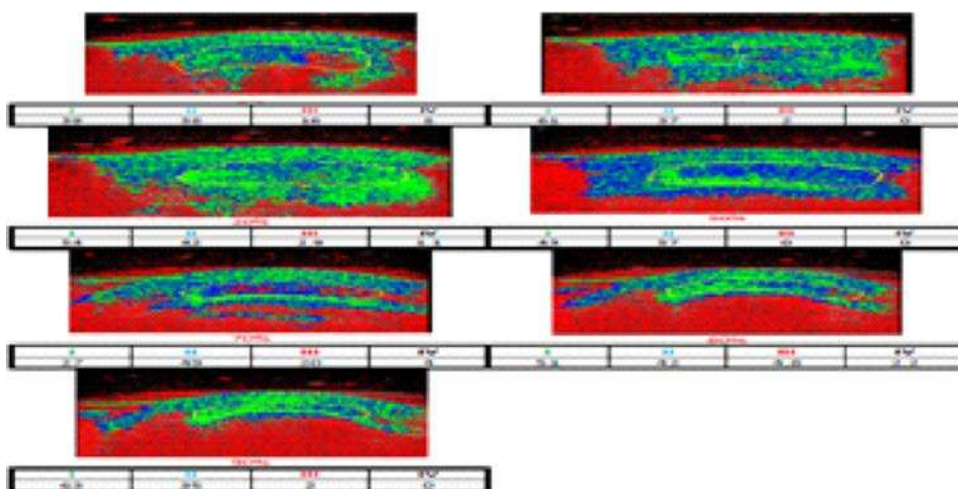


Figura 5 Distribución de las fibras tendinosas rotulianas en función de la región y del eco-tipo.

### Procedimiento interobservador e intraobservador

El procedimiento de análisis se llevó a cabo por 2 médicos observadores independientes (GH y DD) que evaluaron 10 tendones diferentes en 3 momentos diferentes espaciados en el tiempo entre 5 y 15 días. Ambos observadores tenían la misma experiencia en el uso de la UTC.

### Análisis estadístico

Para analizar la variabilidad intraobservador e interobservador de 10 tendones rotulianos a nivel proximal, medial y distal para todos los eco-tipos, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) aplicando los siguientes criterios: 0,9-0,99, fiabilidad alta; 0,8-0,89, fiabilidad buena; 0,7-0,79, fiabilidad normal; < 0,69, fiabilidad pobre<sup>15</sup>. El CCI se utilizó para evaluar la correlación entre las observaciones de un investigador y entre las observaciones de los diferentes observadores. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics (v.21), con una significación asumida de  $p < 0,05$ .

## Resultados

### Fiabilidad de la UTC intraobservador e interobservador

En la [tabla 2](#) se pueden observar los resultados obtenidos para los 2 niveles de análisis (intraobservador e interobservador) para las 3 zonas del tendón y los 4 eco-tipos diferentes. Para el nivel intraobservador, los resultados muestran una alta fiabilidad para los 4 eco-tipos en la zona proximal del tendón ( $p = 0,001$ ). Para la zona medial, también se muestra una alta validez en los eco-tipos I, II, y III, siendo el eco-tipo IV el que refleja una fiabilidad menor ( $p = 0,017$ ). Para la zona distal, los eco-tipos I y II muestran una fiabilidad alta o buena ( $p < 0,001$ ), mientras que para los eco-tipos III y IV es baja o pobre ( $p = 0,014$ ). Para el nivel interobservador, la zona proximal también presenta una alta fiabilidad para los 4 eco-tipos ( $p = 0,001$ ). Las zonas medial

y distal presentan una fiabilidad alta para los eco-tipos I y II ( $p < 0,001$ ). Para el eco-tipo II la fiabilidad es buena en la zona medial, y alta en la distal ( $p < 0,001$ ). En cuanto al eco-tipo IV, se observa una fiabilidad alta en la zona proximal ( $p = 0,001$ ), una fiabilidad buena en la zona distal ( $p = 0,001$ ) y una fiabilidad pobre (no significativa) en la zona medial.

El estudio de la variabilidad inter e intraobservador mediante el CCI a nivel proximal, medial y distal, para todos los eco-tipos, mostró una altísima fiabilidad y repetitividad de la técnica, entre 0,90-0,99 ( $p < 0,001$ ) siguiendo los criterios de Currier, 1990<sup>15</sup>. Esto nos permite poder realizar los análisis con diferentes observadores sin que se modifique el resultado.

### Comparación de los tendones entre jugadores profesionales y jugadores en edades formativas

En la [tabla 3](#) se muestran los valores descriptivos de los eco-patrones en las 3 zonas del tendón (proximal, medial, y distal) y los 4 eco-tipos para el total de la muestra. En la [tabla 4](#) se muestran los resultados obtenidos de la comparación de las medidas de las diferentes zonas del tendón entre los 2 grupos de jugadores. Los resultados únicamente muestran diferencias significativas en el grosor AP proximal del tendón izquierdo derecho entre los jugadores profesionales y los jugadores en edades formativas ( $p = 0,02$ ), así como en los tendones sintomáticos ( $p < 0,05$ ). Para el resto de las zonas de los tendones no se observan diferencias significativas entre ambos grupos de jugadores.

## Discusión

Debido a la falta de estudios que analicen los cambios que suceden en el proceso de adaptación y lesión del tendón rotuliano en jugadores de baloncesto de competición, iniciamos este estudio con el objetivo de analizar la estructura-patrón del tendón rotuliano mediante la caracterización de 4 eco-tipos por UTC. Además, se pretende definir un patrón de normalidad de los tendones de los jugadores de baloncesto y buscar diferencias entre jugadores

**Tabla 2** Fiabilidad (CCI) intraobservador e interobservador para las 3 zonas del tendón y los 4 eco-tipos

Zona tendón	Eco-tipo	CCI	IC 95%	Fuerza de la concordancia
<i>Intraobservador</i>				
Proximal	I	0,976	0,908-0,994	Alta
	II	0,968	0,878-0,992	Alta
	III	0,991	0,963-0,998	Alta
	IV	0,915	0,898-0,998	Alta
Medial	I	0,965	0,866-0,991	Alta
	II	0,969	0,882-0,992	Alta
	III	0,952	0,820-0,988	Alta
	IV	0,640	0,062-0,897	Pobre
Distal	I	0,866	0,551-0,965	Buena
	II	0,939	0,775-0,984	Alta
	III	0,767	0,306-0,937	Normal
	IV	0,655	0,088-0,902	Pobre
<i>Interobservador</i>				
Proximal	I	0,979	0,917-0,005	Alta
	II	0,968	0,879-0,992	Alta
	III	0,911	0,685-0,977	Alta
	IV	0,945	0,797-0,986	Alta
Medial	I	0,990	0,962-0,998	Alta
	II	0,984	0,938-0,996	Alta
	III	0,879	0,588-0,968	Buena
	IV	0,438	-0,222-0,823	NS
Distal	I	0,929	0,741-0,982	Alta
	II	0,933	0,754-0,983	Alta
	III	0,940	0,779-0,985	Alta
	IV	0,818	0,424-0,951	Buena

CCI: coeficiente de correlación interclase; IC: intervalo de confianza; NS: no significativo.

profesionales respecto a jugadores en edad formativa y entre sintomáticos y asintomáticos.

Si nos centramos en los valores del grosor de los tendones en las diferentes 3 zonas medidas, se observa que el grosor de los tendones rotulianos es mayor en los jugadores profesionales de baloncesto, y en aquellos jugadores que presentan clínica (sean o no profesionales). Asimismo, se muestra que no existen diferencias significativas en el patrón de eco-tipos de UTC entre profesionales y formativos, ni entre los jugadores que no presentan síntomas y los que sí los presentan.

Que no existan diferencias significativas en los porcentajes relativos de eco-tipos a pesar de los años de entrenamiento, y de la presencia de síntomas, significa que la estructura intrínseca del tendón se mantiene. Es decir, no hay un fallo en la reparación, como algún modelo ha propuesto<sup>16</sup>, sino probablemente un proceso de adaptación del tendón a las cargas de trabajo. Estos resultados van en la línea del modelo y las propuestas<sup>17</sup> y de los hallazgos recientes de Docking y Cook (2016)<sup>18</sup>, quienes argumentan que existe un aumento de eco-tipo I tras 5 meses de entrenamiento, la cual cosa explicaría también la mejora de los eco-tipos en la imagen de UTC tras periodos de carga y la mayor presencia de eco-tipo I en individuos deportistas, en la misma línea que se observa en este estudio. Lo que parece claro es que el aumento del grosor del tendón es una respuesta adaptativa, ya que el aumento del grosor reduce el estrés de la estructura tendinosa (fuerza/CSA)<sup>19</sup>.

Llama la atención la tendencia al discreto aumento del eco-tipo I del tendón rotuliano derecho (pierna no dominante) con respecto al izquierdo (pierna dominante), y la tendencia a tener más eco-tipo II en el tendón rotuliano izquierdo (pierna dominante) que en el derecho (pierna no dominante). Estas tendencias en los patrones se observan tanto a nivel proximal, medial y distal de los tendones. Estos hallazgos concuerdan con la diferente biomecánica de cada pierna en el baloncesto y las diferentes cargas a las que son sometidas durante la práctica de este deporte<sup>20</sup>.

A diferencia de Wezenbeek et al.<sup>21</sup>, los eco-tipos principales son siempre de tipo I tanto a nivel insercional como en la porción media —si bien es cierto que el estudio de Wezenbeek et al. se realizaba en tendones de Aquiles—. En el mismo estudio de Wezenbeek et al. se observan diferencias entre la región insercional (mayor cantidad de eco-tipo II) y la región media (mayoría de eco-tipo I). Este hecho tampoco se da en el estudio que se presenta, en el cual en todas las regiones del tendón predomina el eco-tipo I. A pesar de que en ambos estudios se estudian sujetos sanos, las diferencias probablemente se deban a las diferencias existentes entre el tendón rotuliano y el tendón de Aquiles.

Es destacable el elevado porcentaje de regiones de eco-tipo II a pesar de que la valoración se haya hecho en sujetos sanos. Estos hallazgos pueden resultar sorprendentes, pero si se comparan con otros estudios recientes<sup>13,14,18</sup> se observa que la convivencia en un mismo tendón de estos 2 eco-tipos es un hecho habitual. Rosengarten et al. aportaban

**Tabla 3** Valores de los eco-patrones en las 3 zonas del tendón y los 4 eco-tipos de los tendones rotulianos derechos y los tendones rotulianos izquierdos para el total de la muestra

Zona del tendón	Eco-tipo	Media ± DE (%)	IC 95%
<i>Tendón rotuliano derecho</i>			
Proximal	I	72,08 ± 9,83	67,48-76,69
	II	26,67 ± 9,43	22,25-31,08
	III	1,10 ± 1,21	0,53-1,67
	IV	0,17 ± 0,38	-0,01-0,35
Medial	I	59,30 ± 15,66	51,97-66,63
	II	38,55 ± 13,41	32,28-44,82
	III	1,60 ± 2,85	0,26-2,94
	IV	0,30 ± 0,73	-0,04-0,64
Distal	I	57,80 ± 10,94	52,68-62,92
	II	37,97 ± 8,30	34,08-41,85
	III	3,50 ± 4,51	1,39-5,61
	IV	0,88 ± 1,14	0,35-1,41
<i>Tendón rotuliano izquierdo</i>			
Proximal	I	67,23 ± 11,54	61,83-72,63
	II	31,34 ± 9,80	26,75-35,92
	III	1,35 ± 1,98	0,42-2,28
	IV	0,83 ± 1,94	-0,07-1,74
Medial	I	59,55 ± 16,69	51,74-67,36
	II	38,45 ± 15,70	31,10-45,80
	III	1,60 ± 2,30	0,52-2,68
	IV	0,40 ± 0,99	-0,07-0,87
Distal	I	55,23 ± 9,96	50,57-59,89
	II	37,92 ± 6,84	34,72-41,12
	III	4,98 ± 5,82	2,26-7,70
	IV	1,70 ± 2,47	0,55-2,85

**Tabla 4** Comparación de las medidas de las zonas de los tendones entre jugadores profesionales y jugadores en edades formativas

	Media ± DE	IC 95%	p
<i>Longitud tendón rotuliano derecho (cm)</i>			
Profesional	5,69 ± 0,57	5,28-6,1	NS
Edad formativa	5,99 ± 0,56	5,59-6,39	
<i>Grosor AP proximal del tendón rotuliano derecho (cm)</i>			
Profesional	0,66 ± 0,19	0,52-0,8	NS
Edad formativa	0,55 ± 0,17	0,48-0,63	
<i>Grosor AP medial del tendón rotuliano derecho (cm)</i>			
Profesional	0,5 ± 0,08	0,44-0,56	NS
Edad formativa	0,52 ± 0,08	0,47-0,58	
<i>Grosor AP distal del tendón rotuliano derecho (cm)</i>			
Profesional	0,56 ± 0,11	0,48-0,64	NS
Edad formativa	0,5 ± 0,08	0,45-0,56	
<i>Longitud tendón rotuliano izquierdo (cm)</i>			
Profesional	5,39 ± 0,61	4,96 - 5,82	NS
Edad formativa	5,82 ± 0,55	5,42-6,21	
<i>Grosor AP proximal del tendón izquierdo derecho (cm)</i>			
Profesional	0,76 ± 0,28	0,56-0,95	0,02
Edad formativa	0,52 ± 0,1	0,44-0,59	
<i>Grosor AP medial del tendón rotuliano izquierdo (cm)</i>			
Profesional	0,52 ± 0,09	0,45-0,59	NS
Edad formativa	0,52 ± 0,04	0,49-0,56	
<i>Grosor AP distal del tendón rotuliano izquierdo (cm)</i>			
Profesional	0,61 ± 0,16	0,49-0,72	NS
Edad formativa	0,49 ± 0,09	0,43 ± 0,56	

AP: anteroposterior; DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; NS: no significativo.

que la combinación de ambos eco-tipos en el mismo tendón se debía a que la integridad normal del tendón estaba siendo afectada de manera negativa, ya sea por exceso de carga o por otros factores de riesgo.

La tendinopatía rotuliana es una patología muy incidente en el baloncesto, tanto profesional como formativo, pero únicamente de manera excepcional llega a ocasionar baja deportiva, ya que con un tratamiento rehabilitador local adecuado, un trabajo de readaptación específico y el control estricto de las cargas es una patología que es relativamente bien tolerada y permite la práctica deportiva sin excesivos problemas. Este tratamiento de rehabilitación y control de cargas dirigido y controlado, probablemente ayude al proceso adaptativo del tendón favoreciendo así la desaparición de la clínica. En este proceso adaptativo del tendón pueden observarse cambios en la estructura del tendón en las pruebas de imagen sin por ello presentar sintomatología clínica<sup>20,22</sup>.

Los hallazgos obtenidos muestran la necesidad de seguir investigando en el análisis de los tendones de los atletas de competición en las diferentes modalidades deportivas mediante UTC. Esto permitiría conocer los patrones de normalidad en función de los deportistas, su intensidad de carga y la disciplina deportiva que practican y poder comparar estos resultados con los de otros deportes.

## Conclusión

Se ha caracterizado el patrón de eco-tipos por UTC del tendón rotuliano no descrito hasta el momento en el baloncesto. El grosor de los tendones rotulianos es mayor en los deportistas profesionales y en los sintomáticos, probablemente por un efecto adaptativo. No existen diferencias significativas en el patrón de eco-tipos de la UTC entre profesionales y formativos ni entre sintomáticos y asintomáticos. En este estudio se muestra también que la técnica de UTC tiene una buena repetitividad intra e interobservador usada por expertos.

## Perspectivas

En un futuro pensamos que debemos estudiar el efecto de la repercusión de la máxima carga durante un tiempo prolongado, por ejemplo a lo largo de toda una temporada, en la estructura del tendón y ver los cambios que se producen (este equipo en concreto realiza una media de 290 entrenamientos por año y más de 80 partidos). Por otro lado, será importante analizar y monitorizar los tendones sintomáticos durante toda la temporada y ver si la UTC nos permite valorar cambios en la eco-estructura cuando se pauta una reducción de la carga o se realizan tratamientos biológicos.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Miller BF, Olesen JL, Hansen M, Døssing S, Crameri RM, Welling RJ, et al. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *J Physiol.* 2005;567:1021–33.
2. Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: A cross-sectional study. *Am J Sports Med.* 2005;33:561–7.
3. Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes. A prospective follow-up study. *Am J Sports Med.* 2002;30:689–92.
4. De Mos M, van El B, DeGroot J, Jahr H, van Schie HT, van Arkel ER, et al. Achilles tendinosis changes in biochemical composition and collagen turnover rate. *Am J Sports Med.* 2007;35:1549–56.
5. Van Schie HTM, Docking SI, Daffy J, Praet SE, Rosengarten S, Cook JL. Ultrasound tissue characterisation, an innovative technique for injury-prevention and monitoring of tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2013;47.
6. Van Schie HTM, de Vos RJ, de Jonge S, Bakker EM, Heijboer MP, Verhaar JA, et al. Ultrasonographic tissue characterisation of human Achilles tendons: Quantification of tendon structure through a novel non-invasive approach. *Br J Sports Med.* 2010;44:1153–9.
7. Bleakney RR, White LM. Imaging of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005;10:239–54.
8. Rasmussen OS. Sonography of tendons. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10:360–4.
9. Malliaras P, Purdam C, Maffulli N, Cook J. Temporal sequence of greyscale ultrasound changes and their relationship with neovascularity and pain in the patellar tendon. *Br J Sports Med.* 2010;44:944–7.
10. Scott A, Docking S, Vicenzino B, Alfredson H, Murphy RJ, Carr AJ, et al. Sports and exercise-related tendinopathies: A review of selected topical issues by participants of the second International Scientific Tendinopathy Symposium (ISTS) Vancouver 2012. *Br J Sports Med.* 2013;47:536–44.
11. Drew BT, Smith TO, Littlewood C, Sturrock B. Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in tendinopathy: A systematic review. *Br J Sports Med.* 2014;48:966–72.
12. Docking SI, Daffy J, van Schie HTM, Cook JL. Tendon structure changes after maximal exercise in the Thoroughbred horse: Use of ultrasound tissue characterisation to detect in vivo tendon response. *Vet J.* 2012;194:338–42.
13. Rosengarten SD, Cook JL, Bryant AL, Cordy JT, Daffy J, Docking SI. Australian football players' Achilles tendons respond to game loads within 2 days: An ultrasound tissue characterisation (UTC) study. *Br J Sports Med.* 2015;49:183–7.
14. Van Ark M, Docking SI, van den Akker-Scheek I, Rudavsky A, Rio E, Zwerver J, et al. Does the adolescent patellar tendon respond to 5 days of cumulative load during a volleyball tournament? *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26:189–96.
15. Currier DP. *Elements of research in physical therapy.* Baltimore, MD, USA: Williams & Wilkins; 1990.
16. Fu SC, Rolf C, Cheuk YC, Lui PP, Chan KM. Deciphering the pathogenesis of tendinopathy: A three-stages process. *Sport Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2010;2:30.
17. Cook JL, Purdam C. Is compressive load a factor in the development of tendinopathy? *Br J Sports Med.* 2012;46:163–8.
18. Docking SI, Cook J. Pathological tendons maintain sufficient aligned fibrillar structure on ultrasound tissue characterization (UTC). *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26:675–83.
19. Cook JL, Malliaras P, de Luca J, Ptasznik R, Morris ME, Goldie P. Neovascularization and pain in abnormal patellar tendons of active jumping athletes. *Clin J Sport Med.* 2004;14:296–9.
20. Docking S, Rosengarten S, Daffy J, Cook J. Structural integrity is decreased in both Achilles tendons in people with unilateral Achilles tendinopathy. *J Sci Med in Sport.* 2015;18:383–7.
21. Wezenbeek E, Mahieu N, Willems TM, van Tiggelen D, de Muijnck M, de Clercq D, et al. What does normal tendon structure look like? New insights into tissue characterization in the Achilles tendon. *Scand J Med Sci Sports.* 2016, <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12706>
22. Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Griffiths L. Patellar tendinopathy in junior basketball players: A controlled clinical and ultrasonographic study of 268 patellar tendons in players aged 14-18 years. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10:216–20.