



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



## TREBALL ORIGINAL

# Avaluació per *Ultrasound Tissue Characterization* dels tendons rotulars de jugadors de bàsquet; comparació entre professionals *versus* jugadors en formació, i asimptomàtics *versus* simptomàtics

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>, Gil Rodas<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Serveis Mèdics, Futbol Club Barcelona, Barcelona, Espanya

<sup>b</sup> Facultat de Psicologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, Espanya

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

<sup>d</sup> Clínica Mapfre de Medicina del Tennis, Barcelona, Espanya

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

<sup>f</sup> Department of Scientific Research, UTC Imaging, Stein, Països Baixos

<sup>g</sup> ISEH, University College London Hospitals, Londres, Regne Unit

Rebut el 12 d'octubre de 2016; acceptat l'11 de novembre de 2016

### PARAULES CLAU

Tendó rotular;  
Ultrasound tissue  
characterization;  
Bàsquet

### Resum

**Introducció:** L'ecografia convencional permet identificar els canvis macroscòpics que es produeixen al tendó patològic, tanmateix, aquests canvis no es correlacionen bé amb els símptomes o la resposta al tractament. La *Ultrasound Tissue Characterization* (UTC) avalua l'estructura del tendó en 3 dimensions i la classifica en 4 ecotipus. L'objectiu d'aquest estudi fou investigar l'estructura del tendó rotular de jugadors de bàsquet utilitzant la tècnica de la UTC i estudiar les diferències entre jugadors professionals i en formació, comparant la cama dominant amb la cama no dominant, i els simptomàtics amb els asimptomàtics.

**Material i mètodes:** S'incloueren a l'estudi un total de 40 tendons rotulars (20 jugadors de bàsquet). L'estructura del tendó rotular (proximal, medial i distal) es quantificà mitjançant UTC a l'inici de la pretemporada. La fiabilitat inter i intraobservador s'estudià mitjançant el coeficient de correlació intraclasse (CCI).

**Resultats:** La mitjana d'edat dels 10 jugadors professionals i la dels 10 jugadors en formació fou de 28,1 (DE: 4,5) i 17,6 (DE: 1,13) anys, respectivament. L'espessor del tendó rotular fou major en els jugadors professionals ( $p < 0,05$ ), a la cama dominant ( $p < 0,05$ ) i als tendons simptomàtics ( $p < 0,05$ ). No es trobaren diferències significatives en els

\*Aquest article forma part del projecte d'investigació de la tesi doctoral de la Sra. Gemma Hernández, inscrita a la Universitat Autònoma de Barcelona, al Departament de Cirurgia.

\*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: drpedret@gmail.com (C. Pedret).

ecotipus, llevat del cas de l'ecotipus II del tendó rotular dret en la porció proximal, entre els jugadors professionals i els jugadors en formació ( $p = 0,05$ ), i en els ecotipus III i IV del tendó dret en la porció proximal, entre els jugadors simptomàtics i els asimptomàtics ( $p < 0,05$ ). Es trobà una fiabilitat alta amb aquestes tècniques (CCI = 0,80-0,99).

**Conclusions:** S'ha valorat el patró ecogràfic dels tendons rotulars de jugadors de bàsquet utilitzant UTC. L'espessor del tendó rotular és major en els jugadors professionals que en els jugadors en formació. També s'ha observat major grossària dels tendons simptomàtics que la dels asimptomàtics. No hi hagué diferències importants en el patró UTC entre els jugadors professionals i els jugadors en formació, ni entre els simptomàtics i els asimptomàtics.

© 2016 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

#### 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 echotypes. 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 symptomatic 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 echotypes, 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.

## Introducció

El tendó és un teixit connectiu, mecànicament sensible, que respon als canvis de càrrega a curt termini (24-72 h) i a llarg termini (12 setmanes-anys)<sup>1</sup>. La tendinopatia rotular és una patologia molt freqüent en els esportistes, amb una prevalença del 55% en els jugadors de bàsquet<sup>2</sup>, associada a la sobrecàrrega de molts anys de pràctica esportiva<sup>3</sup>.

En el cas de la tendinopatia d'Aquil·les, s'observa una desintegració de la matriu de col·lagen com a conseqüència de la degeneració, i es forma un teixit fibròtic en resposta a la reparació<sup>4</sup>. Amb l'ecografia convencional, l'ecogenicitat del tendó està basada en la densitat i en la disposició de la matriu de col·lagen, cosa que dona un patró de l'escala de grisos, tanmateix, això és insuficient per poder monitorar i objectivar els canvis en l'ecoestructura interna en el

**Taula 1** Característiques dels participants (mitjana  $\pm$  desviació estàndard)

	Jugadors professionals (n = 10)		Jugadors en formació (n = 10)		Total (n = 20)	
	Mitjana $\pm$ DE	IC 95%	Mitjana $\pm$ DE	IC 95%	Mitjana $\pm$ DE	IC 95%
Edat (anys)	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
Pes (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
Anys entrenament	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

temps<sup>5,6</sup>. D'altra banda, la desintegració dels fascicles comporta una pèrdua considerable de l'ecogenicitat, i en conseqüència, les lesions hipoecoiques són freqüentment descrites en casos de tendinosi<sup>7</sup>, a més es poden observar altres troballes com l'engruiximent del tendó i l'augment del senyal en ecodoppler<sup>8,9</sup>. Tanmateix, no hi ha una correlació clara entre aquests canvis i la simptomatologia<sup>10</sup>, ni tampoc en la millora després d'aplicar diversos tractaments<sup>11</sup>. Recentment ha estat desenvolupada una nova tècnica d'imatge, la *Ultrasound tissue characterization* (UTC). Aquesta tècnica, mitjançant l'ús d'ultrasò en mode B, valora l'estructura tridimensional i la quantificació de l'organització del tendó mitjançant l'anàlisi de l'estabilitat de la lluentor dels píxels, cosa que permet categoritzar 4 ecotipus que es correlacionen amb el grau d'homogeneïtat (alineació fibril·lar) del tendó<sup>5,6</sup>.

La majoria d'estudis realitzats amb UTC han estudiat el tendó d'Aquil·les en cavalls de curses<sup>12</sup> i en jugadors de futbol australià<sup>13</sup>, i són pocs els que analitzen el tendó rotular. En els estudis que analitzen el tendó rotular en jugadors de voleibol s'ha vist que l'estructura del tendó no es veu afectada durant 5 dies de càrrega acumulada durant un torneig<sup>14</sup>. Això no obstant, calen més estudis que analitzin com es veu afectat el tendó rotular en altres modalitats esportives com, per exemple, el bàsquet.

Degut a la manca d'estudis que analitzin els canvis que s'esdevenen en el procés d'adaptació i lesió del tendó rotular en jugadors de bàsquet de competició, iniciem aquest estudi, l'objectiu del qual és analitzar l'estructura-patró del tendó rotular mitjançant l'avaluació de 4 ecotipus per UTC, a més de definir un patró de normalitat dels tendons dels jugadors de bàsquet i buscar diferències entre jugadors professionals respecte als jugadors en formació i entre simptomàtics i asimptomàtics.

## Material i mètodes

### Participants

L'agost de 2015 s'analitzaren un total de 40 tendons rotulars, drets i esquerres, de jugadors de bàsquet, homes, 20 dels quals eren de professionals (n = 10) i 20 de jugadors en formació (n = 10). Els criteris d'inclusió foren: 1) tenir una edat compresa entre els 15 i els 35 anys, i 2) pertànyer al mateix club. Com a criteris d'exclusió es considerà no haver estat tractats dels tendons de manera sistemàtica amb substàncies com els glucocorticoides o les fluorquinolones en els darrers

6 mesos, ni amb teràpia hormonal substitutiva, ni haver sofert hipercolesterolèmia ni ruptura del tendó rotular.

Aquest estudi fou aprovat pel comitè d'ètica local i tots els participants signaren el consentiment informat abans de començar l'estudi.

### Valoració clínica

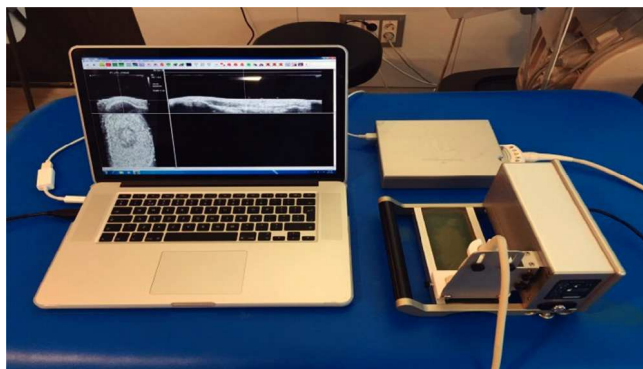
Tots els jugadors foren valorats clínicament i conjuntament pels metges del primer equip (GR) i del segon equip (GH) del club. S'enregistraren la talla, el pes, l'edat, els anys de pràctica de bàsquet i la presència o absència de símptomes de tendinopatia rotular durant les últimes dues temporades. Dels 20 jugadors, 12 havien presentat símptomes almenys 2 vegades per temporada, els últims 2 anys, en el tendó del genoll dominant. En el moment de fer el test tots els jugadors es trobaven asimptomàtics pel que fa al dolor a nivell del tendó rotular. A la taula 1 es presenten les característiques de la mostra analitzada.

### Valoració per *Ultrasound tissue characterization*

Totes les valoracions es van fer al matí, a l'inici de la pretemporada, els jugadors en edats formatives el dia 18 d'agost, i els jugadors professionals el 25 d'agost. Realitzà l'exploració el mateix expert en ultrasonografia i UTC (GH) d'ambdós tendons rotulars, mitjançant ecografia en mode B amb un transductor lineal de 7-10 MHz (SmartProbe 10L5; Terason 2000, Teratech, EUA) muntat sobre el dispositiu que mou el transductor de forma automàtica en l'eix perpendicular del tendó i que grava les imatges transversals a intervals de 0,2 mm sobre una distància de 12 cm (600 imatges axials) (fig. 1). El dispositiu estandarditzà l'angle d'inclinació de la sonda, el guany, el focus i la profunditat. La captura de les imatges i els mesuraments d'UTC es realitzaren d'acord amb un protocol estandarditzat, aplicat en altres estudis<sup>6</sup>.

El jugador es situà assegut amb el genoll flexionat a 90° i amb el peu recolzat en una superfície elevada. El dispositiu es col·locà paral·lel a l'eix llarg del tendó rotular des de la inserció distal a la tuberositat tibial anterior fins a la inserció proximal en el pol inferior de la ròtula. S'aplicà gel entre la pell, el suport de silicona i entre aquest suport i la sonda d'ultrasons abans de fer l'exploració (fig. 2).

De la longitud total lliure del tendó es calcularen 7 zones d'interès: a nivell proximal (0,10 i 20%), medial (50%) i distal (70, 80 i 90%) (fig. 3). Es calculà el diàmetre anteroposterior (AP) a nivell proximal, medial i distal, així com la longitud lliure del tendó rotular, des de la inserció proximal

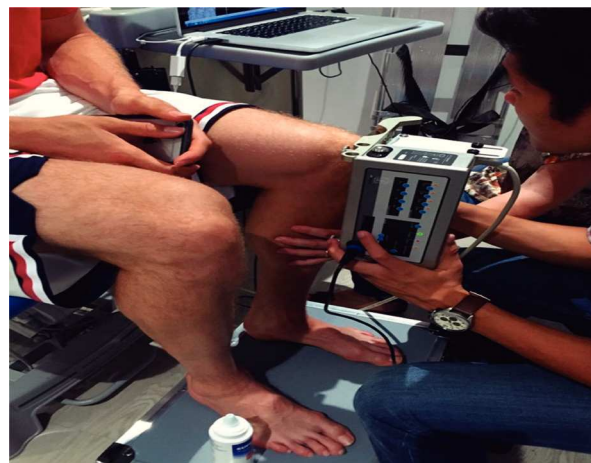


**Figura 1** Aparells utilitzats per fer els mesuraments. Dispositiu UTC.

a nivell del pol inferior de la ròtula fins a la part més prominent de la tuberositat tibial anterior a nivell distal (fig. 4).

Un mateix observador cec quantificà l'ecopatró de la UTC per a l'historial del pacient. De cada punt de tall proposat, es determinà una regió d'interès (RDI). L'observador determina l'RDI traçant-la al voltant de la vora del tendó en la visió transversal. El mateix programari UTC (UTC 2010) realitza l'anàlisi de l'ecopatró utilitzat per a l'escaneig en cada punt de tall. El programari interpola les RDI creant un volum de tendó en què la proporció de cada ecotipus (I, II, III i IV), basada en l'estabilitat de la lluentor dels píxels sobre imatges contínues, permet valorar l'alineament correcte de les fibres (fig. 5).

Els 4 ecotipus validats poden ser discriminats i relacionats amb la integritat del tendó. L'ecotipus I representa els

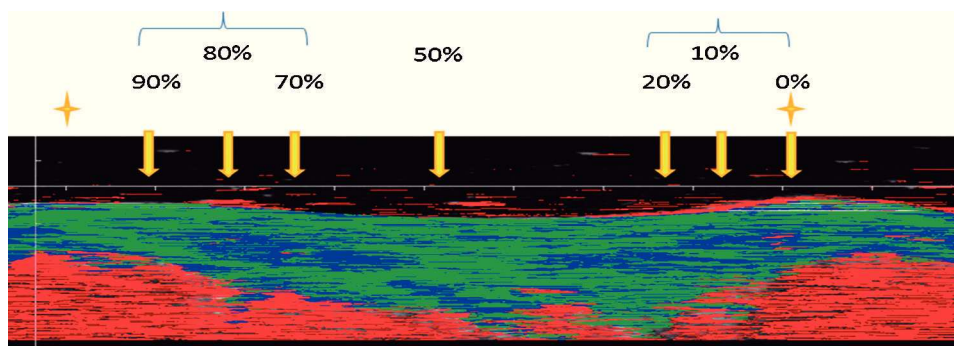


**Figura 2** Col·locació del pacient i col·locació del sistema UTC.

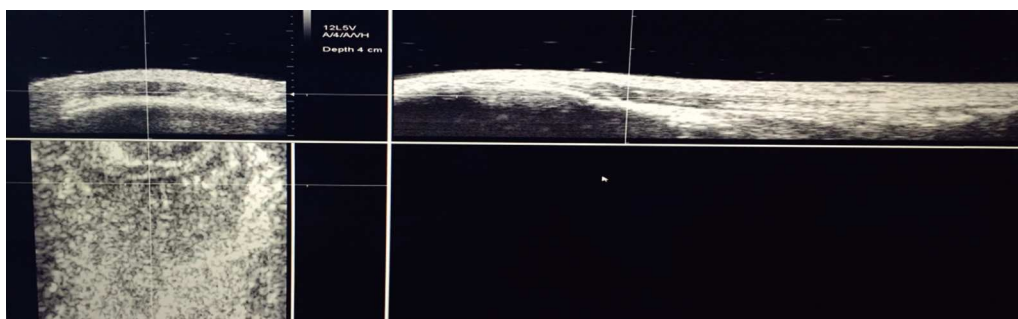
fascicles intactes, continus i alineats. L'ecotipus II representa els fascicles menys continus i/o més ondulats. L'ecotipus III representa una matriu principalment fibril·lar. L'ecotipus IV representa una desintegració completa amb teixit connectiu substituït per líquid i una matriu amorfa<sup>5,6</sup>.

#### Procediment interobservador i intraobservador

Dos metges observadors independents (GH y DD), amb la mateixa experiència en l'ús de la UTC, analitzaren 10 tendons diferents en 3 moments, espaiats entre 5 i 15 dies.



**Figura 3** Distribució de les zones d'interès del tendó rotular.



**Figura 4** Valoració inicial del tendó rotular i àrea de mesurament.

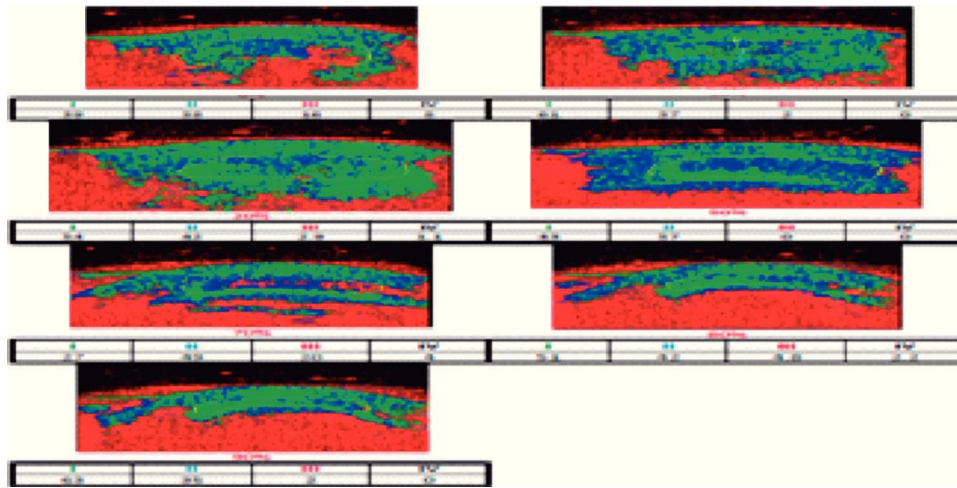


Figura 5 Distribució de les fibres tendinoses rotulars en funció de la regió i de l'ecotipus.

### Anàlisi estadística

Per a l'anàlisi de la variabilitat intraobservador i interobservador de 10 tendons rotulars a nivell proximal, medial i distal de tots els ecotipus, s'utilitza el coeficient de correlació intraclasse (CCI) aplicant-hi els criteris següents: 0,9-0,99, fiabilitat alta; 0,8-0,89, fiabilitat bona; 0,7-0,79, fiabilitat normal; < 0,69, fiabilitat pobre<sup>15</sup>. El CCI s'utilitza per avaluar la correlació entre les observacions d'un investigador i les dels diferents observadors. Totes les anàlisis estadístiques es realitzaren amb el paquet estadístic IBM SPSS Statistics (v.21), amb una significació assumida de  $p < 0,05$ .

### Resultats

#### Fiabilitat de la UTC intraobservador i interobservador

A la taula 2 es poden observar els resultats obtinguts en als 2 nivells d'anàlisi (intraobservador i interobservador) de les 3 zones del tendó i els 4 ecotipus diferents. En el nivell intraobservador, els resultats mostren una fiabilitat alta en els 4 ecotipus de la zona proximal del tendó ( $p = 0,001$ ). També es mostra una validesa alta dels ecotipus I, II i III de la zona medial, essent l'ecotipus IV el que reflecteix una fiabilitat menor ( $p = 0,017$ ). A la zona distal, els ecotipus I i II mostren una fiabilitat alta o bona ( $p < 0,001$ ), mentre que la dels ecotipus III i IV és baixa o pobre ( $p = 0,014$ ). En el nivell interobservador, la zona proximal també presenta una fiabilitat alta en els 4 ecotipus ( $p = 0,001$ ). Les zones medial y distal presenten una fiabilitat alta en els ecotipus I i II ( $p < 0,001$ ). A l'ecotipus II la fiabilitat és bona en la zona medial i alta en la distal ( $p < 0,001$ ). Quant a l'ecotipus IV, s'observa una fiabilitat alta a la zona proximal ( $p = 0,001$ ), una fiabilitat bona a la zona distal ( $p = 0,001$ ) i una fiabilitat pobre (no significativa) a la zona medial.

L'estudi de la variabilitat interobservador i intraobservador mitjançant el CCI a nivell proximal, medial i distal, en tots els ecotipus mostrarà una altíssima fiabilitat i repetibili-

tat de la tècnica, entre 0,90-0,99 ( $p < 0,001$ ) seguint els criteris de Currier<sup>15</sup>. Això permet poder fer les anàlisis amb diferents observadors, sense modificar el resultat.

#### Comparació dels tendons entre jugadors professionals i jugadors en formació

A la taula 3 es mostren els valors descriptius dels ecopatrons a les 3 zones del tendó (proximal, medial, i distal) i els 4 ecotipus del total de la mostra. A la taula 4 es mostren els resultats obtinguts de la comparació de les mesures de les diferents zones del tendó entre els 2 grups de jugadors. Els resultats només mostren diferències significatives de la grossària AP proximal del tendó esquerre respecte al dret entre els jugadors professionals i els jugadors en formació ( $p = 0,02$ ), així com els tendons simptomàtics ( $p < 0,05$ ). A la resta de les zones dels tendons no s'observen diferències entre ambdós grups de jugadors.

### Discussió

Degut a la falta d'estudis que analitzin els canvis que s'esdevenen en el procés d'adaptació i lesió del tendó rotular de jugadors de bàsquet de competició, iniciem aquest estudi amb l'objectiu d'analitzar l'estructura-patró del tendó rotular, mitjançant la caracterització de 4 ecotipus per UTC. A més, es pretén definir un patró de normalitat dels tendons dels jugadors de bàsquet i buscar diferències entre jugadors professionals respecte a jugadors en formació, i entre simptomàtics i asimptomàtics.

Si ens centrem en els valors del gruix dels tendons en les diferents 3 zones mesurades, s'observa que el gruix dels tendons rotulars és major en els jugadors professionals de bàsquet i en els jugadors que presenten clínica (siguin o no professionals). Igualment, es mostra que no hi ha diferències significatives en el patró d'ecotipus d'UTC entre jugadors professionals i jugadors en formació, ni entre els jugadors que no presenten símptomes i els que en presenten.

El fet que no existeixin diferències significatives en els percentatges relatius d'ecotipus, malgrat els anys d'entre-

**Taula 2** Fiabilitat (CCI) intraobservador i interobservador a les 3 zones del tendó i els 4 ecotipus

Zona tendó	Ecotipus	CCI	IC 95%	Força de la concordança
<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	Bona
	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	Bona
	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	Bona

CCI: coeficient de correlació interclasse; IC: interval de confiança; NS: no significatiu.

nament, i de presència de símptomes, significa que l'estructura intrínseca del tendó es manté. És a dir, no hi ha fallada en la reparació, com ha proposat algun model<sup>16</sup>, sinó probablement un procés d'adaptació del tendó a les càrregues de treball. Aquests resultats concorden amb el model i les propostes<sup>17</sup> i les troballes recents de Docking i Cook<sup>18</sup>, que argumenten que hi ha un augment d'ecotipus I després de 5 mesos d'entrenament, cosa que explicaria també la millora dels ecotipus a la imatge d'UTC després de períodes de càrrega i una presència més gran d'ecotipus I en individus esportistes, tal com s'observa en aquest estudi. Sembla clar que l'augment del gruix del tendó és una resposta adaptativa, ja que l'augment del gruix redueix l'estrès de l'estructura tendinosa (força/CSA)<sup>19</sup>.

Crida l'atenció la tendència a un discret augment de l'ecotipus I del tendó rotular dret (cama no dominant) respecte a l'esquerre (cama dominant), i la tendència a tenir més ecotipus II en el tendó rotular esquerre (cama dominant) que en el dret (cama no dominant). Aquestes tendències en els patrons s'observen en els nivells proximal, medial i distal dels tendons. Aquestes troballes concorden amb la biomecànica diferent de cada cama en el bàsquet i les diferents càrregues a què són sotmeses durant la pràctica d'aquest esport<sup>20</sup>.

A diferència de Wezenbeek et al.<sup>21</sup>, els ecotipus principals són sempre de tipus I, tant a nivell insercional com en la porció medial –tot i que és cert que l'estudi de Wezen-

beek et al. es feu en tendons d'Aquil·les—. En el mateix estudi de Wezenbeek et al. s'observen diferències entre la regió insercional (major quantitat d'ecotipus II) i la medial (majoria d'ecotipus I). Aquest fet tampoc s'esdevé al present estudi, en què a totes les regions del tendó predomina l'ecotipus I. Malgrat que en ambdues recerques s'estudien subjectes sans, probablement les diferències són degudes a les diferències existents entre el tendó rotular i el tendó d'Aquil·les.

És destacable l'elevat percentatge de regions d'ecotipus II malgrat que la valoració s'ha fet en subjectes sans. Aquestes troballes poden resultar sorprenents, però si es comparen amb altres estudis recents<sup>13,14,18</sup> s'observa que la convivència en un mateix tendó d'aquests dos ecotipus és un fet habitual. Rosengarten et al.<sup>13</sup> argumentaren que la combinació d'ambdós ecotipus en el mateix tendó era deguda a què la integritat normal del tendó estava afectada de manera negativa, tant per excés de càrrega com per altres factors de risc.

La tendinopatia rotular és una patologia amb molta incidència al bàsquet, tant professional com formatiu, però únicament de manera excepcional ocasiona baixa esportiva, ja que amb un tractament rehabilitador local adequat, un treball de readaptació específic i el control estricte de les càrregues és una patologia que és relativament ben tolerada i permet la pràctica de l'esport sense massa problemes. Aquest tractament de rehabilitació i control de càrre-

**Taula 3** Valors dels ecopatrons a les 3 zones del tendó i als 4 ecotipus dels tendons rotulars drets i els tendons rotulars esquerres del total de la mostra

Zona del tendó	Ecotipus	Mitjana ± DE (%)	IC 95%
<i>Tendó rotular dret</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>Tendó rotular esquerre</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

**Taula 4** Comparació de les mesures de les zones dels tendons entre jugadors professionals i jugadors en formació

	Mitjana ± DE	IC 95%	p
<i>Longitud tendó rotular dret (cm)</i>			
Professional	5,69 ± 0,57	5,28-6,1	NS
En formació	5,99 ± 0,56	5,59-6,39	
<i>Grossària AP proximal del tendó rotular dret (cm)</i>			
Professional	0,66 ± 0,19	0,52-0,8	NS
En formació	0,55 ± 0,17	0,48-0,63	
<i>Grossària AP medial del tendó rotular (cm)</i>			
Professional	0,5 ± 0,08	0,44-0,56	NS
En formació	0,52 ± 0,08	0,47-0,58	
<i>Grossària AP distal del tendó rotular dret (cm)</i>			
Professional	0,56 ± 0,11	0,48-0,64	NS
En formació	0,5 ± 0,08	0,45-0,56	
<i>Longitud tendó rotular esquerre (cm)</i>			
Professional	5,39 ± 0,61	4,96-5,82	NS
En formació	5,82 ± 0,55	5,42-6,21	
<i>Grossària AP proximal del tendó esquerre dret (cm)</i>			
Professional	0,76 ± 0,28	0,56-0,95	0,02
En formació	0,52 ± 0,1	0,44-0,59	
<i>Grossària AP medial del tendó rotular esquerre (cm)</i>			
Professional	0,52 ± 0,09	0,45-0,59	NS
En formació	0,52 ± 0,04	0,49-0,56	
<i>Grossària AP distal del tendó rotular esquerre (cm)</i>			
Professional	0,61 ± 0,16	0,49-0,72	NS
En formació	0,49 ± 0,09	0,43 ± 0,56	

AP: anteroposterior; DE: desviació estàndard; IC: interval de confiança; NS: no significatiu.

gues dirigit i controlat, probablement pot ajudar al procés adaptatiu del tendó afavorint la desaparició de la clínica. En aquest procés adaptatiu del tendó poden observar-se canvis en l'estructura del tendó en les proves d'imatge sense presentar simptomatologia clínica<sup>20,22</sup>.

Les troballes obtingudes mostren la necessitat de continuar investigant en l'anàlisi dels tendons dels atletes de competició de les diferents modalitats esportives mitjançant UTC. Això permetria conèixer els patrons de normalitat en funció dels esportistes, la seva intensitat de càrrega i la disciplina esportiva que practiquen, i poder comparar aquests resultats amb els d'altres esports.

## Conclusió

S'ha caracteritzat el patró d'ecotipus amb UTC del tendó rotular que no s'havia descrit fins ara al bàsquet. La grossària dels tendons rotulars és major en els esportistes professionals i en els simptomàtics, probablement per un efecte adaptatiu. No existeixen diferències significatives en el patró d'ecotipus de la UTC entre esportistes professionals i en formació, ni entre simptomàtics i asimptomàtics. En aquest estudi es mostra també que la tècnica d'UTC té una bona repetibilitat intraobservador i interobservador usada per experts.

## Perspectives

Creiem que en un futur hem d'estudiar l'efecte de la repercussió de la càrrega màxima durant un temps prolongat, per exemple al llarg de tota una temporada, en l'estructura del tendó i veure els canvis que es produeixen (aquest equip en concret realitza una mitjana de 290 entrenaments per any i més de 80 partits). D'altra banda, és important analitzar i monitorar els tendons simptomàtics durant tota la temporada i veure si la UTC permet valorar canvis de l'ecoestructura quan es pauta una reducció de la càrrega o es practiquen tractaments biològics.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

## Bibliografia

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 characterization 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 neo-vascularity 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, Rosentgarden 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 Muynck 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.