



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE MEDICINA

LUCAS AMADEUS GARCEZ COSTA

**MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DA MATRIZ EXTRACELULAR DO TENDÃO DO
MÚSCULO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER HUMANO**

ARACAJU

2019

LUCAS AMADEUS GARCEZ COSTA

**MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DA MATRIZ EXTRACELULAR DO TENDÃO DO
MÚSCULO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER HUMANO**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Medicina da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para conclusão da Graduação em Medicina.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Corrêa Feitosa

Colaboradores: Prof. Dr. Francisco Prado Reis e Prof.^a Dr.^a Andrea Ferreira Soares

ARACAJU

2019

É concedido à Universidade Federal de Sergipe permissão para reproduzir cópias desta monografia e emprestar ou vender tais cópias desta monografia para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho acadêmico pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Costa, Lucas Amadeus Garcez.

MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DA MATRIZ EXTRACELULAR DO TENDÃO DO MÚSCULO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER HUMANO.

Aracaju, 2019.

56 páginas.

Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

1. Educação Médica. I. Universidade Federal de Sergipe. CCBS/DME. II. **MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DA MATRIZ EXTRACELULAR DO TENDÃO DO MÚSCULO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER HUMANO.**

LUCAS AMADEUS GARCEZ COSTA

**MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DA MATRIZ EXTRACELULAR DO TENDÃO DO
MÚSCULO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER HUMANO**

Monografia apresentada ao Colegiado de Medicina
da Universidade Federal de Sergipe, como requisito
parcial para conclusão da Graduação em Medicina,
pela Universidade Federal de Sergipe.

Aprovada em ____/____/____

Autor: _____

LUCAS AMADEUS GARCEZ COSTA

Orientadora: _____

Prof.^a Dr.^a VERA LÚCIA CORRÊA FEITOSA

BANCA EXAMINADORA:

1º examinador

2º examinador

3º examinador

Have more than you show, speak less than you know.

William Shakespeare

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao Divino, por estar sempre olhando por mim e me agraciando com muito mais do que eu mereço. Obrigado, Senhor, por ter me permitido chegar até aqui e pela sua misericórdia e graça ao longo do caminho.

Aos meus pais, Lícia Cristina e Gilson, por serem meu amparo, por me amarem incondicionalmente e por cuidarem de mim desde o início. A importância de vocês em minha vida é indescritível e minha gratidão, eterna.

Aos meus amados irmãos, Larissa Karoline e Gilson Jr., por estarem em todo o tempo ao meu lado, cada um à sua maneira, me transformando e me fazendo evoluir. Vocês são meu tesouro!

A minha querida orientadora, Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Corrêa Feitosa, pela generosidade, paciência e parcimônia durante todo o processo, desde as parcerias no Jovens Talentos, Pibix e Projeto de Monitoria, até a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. A senhora é um ser de luz, que Deus a abençoe imensamente.

Aos demais mestres, desde a educação infantil, por todos os ensinamentos e por serem inspiração. Muito obrigado por terem contribuído com muito mais do que apenas conhecimento teórico, mas sim com verdadeiras lições de vida.

Aos meus avós, tios, primos e demais familiares, por torcerem por mim e acreditarem em meu potencial. Agradeço também a afeição a mim destinada e os singelos momentos que já dividimos ao longo de todos esses anos.

Aos meus amigos, por darem sentido a minha vida e por serem meu júbilo em meio às diversas tormentas. Só vocês sabem a importância do papel que desempenham em minha existência e o quanto eu sou grato pelas excelentes escolhas que fiz.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram minimamente que seja para a concretização deste sonho e formação do ser humano que orgulhosamente sou hoje, meu muito obrigado!

SUMÁRIO

	Pág.
1 REVISÃO DE LITERATURA	07
2 OBJETIVOS	15
REFERÊNCIAS	16
3 NORMAS DA REVISTA PARA PUBLICAÇÃO	20
4 ARTIGO ORIGINAL	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36
MÉTODOS	38
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	46
CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52
AGRADECIMENTOS	54
CONFLITOS DE INTERESSE	54
CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES	54
ANEXO A – A Lei nº 8.509	55

1 REVISÃO DE LITERATURA

A matriz extracelular (MEC) dos tecidos é complexa, sendo constituída por componentes fibrilares e não fibrilares. Entre os componentes fibrilares, estão representadas as fibras elásticas e colágenas. Já entre os não fibrilares, estão os proteoglicanos e proteínas não colagênicas. Todos esses componentes estão organizados em um complexo sistema hierárquico e interagem entre si através de ligações eletrostáticas, interações hidrofóbicas e pontes de hidrogênio, permitindo uma organização estrutural e funcional da matriz, principalmente de tendões, cartilagens e ligamentos (USHIKIT, 2002; OTTANI et al, 2002; MARXEN et al, 2003; FEITOSA et al, 2002a; 2002b; 2005; 2006; BENJAMIN et al, 2008; VIDAL; MELLO, 2011).

Os tendões são estruturas alongadas em forma de cordões que possibilitam a inserção dos músculos nos ossos, transmitindo a força de tensão gerada pela contração muscular ao osso (VOGEL; KOOB, 1989; CRIBB; SCOTT, 1995; BIRK; MAYNE, 1997; MILZ et al, 1998, FEITOSA et al, 2002a, 2002b; 2005). São formados por tecido conjuntivo denso modelado e constituídos por cerca de 80 a 90% de colágeno (CARVALHO; RECCO-PIMENTEL, 2013).

Todo tecido rico em colágeno possui uma estrutura hierárquica altamente organizada. Sasaki e Odajima (1996) estudaram três tipos de deformação da estrutura hierárquica do tendão: a deformação molecular do colágeno, a deformação da fibrila e a deformação do tecido. Os autores observaram que a periodicidade da fibrila de colágeno (67 nm) aumentava à medida que forças eram exercidas nessas fibrilas. Atualmente, são conhecidos vinte e três tipos de colágenos geneticamente distintos. Essas distinções são devidas à composição e seqüência de aminoácidos das cadeias que compõem a molécula do colágeno, resultando em diferentes níveis de organização supramolecular. As fibras colágenas são alongadas, birrefringentes, não elásticas e não ramificadas, embora feixes de fibrilas colágenas possam deixar uma fibra e ligar-se à outra dando a impressão de haver ramificações (EYRE, 1987; KWAN et al, 1991; VAN DER REST; GARRONE, 1991; MAYNE et al, 1993; BIRK; MAYNE, 1997; LIU et al, 1995; BENJAMIN et al, 2008).

O colágeno é uma glicoproteína que constitui a maior classe de proteínas fibrosas insolúveis da matriz extracelular. Suas fibras apresentam como característica morfológica a

presença de periodicidade axial, produzida pela superposição de moléculas de tropocolágeno que formam fibrilas arrumadas em feixes ou fascículos paralelos ao eixo longitudinal do tendão. Entre os feixes de colágeno, ocorrem células do tecido conjuntivo. A maioria dessas células corresponde aos fibroblastos, cuja função relaciona-se à síntese de fibras, glicoproteínas e proteoglicanos da matriz (MARXEN et al, 2003).

O colágeno do tipo I representa o mais comum dos colágenos, forma fibras grosseiras e está presente no tecido conjuntivo propriamente dito, padrão normal da pele, tendão, osso, dentina e cemento. Por outro lado, o tipo II forma fibras delgadas e está presente quase exclusivamente nas matrizes da cartilagem hialina e elástica. O colágeno do tipo III, frequentemente associado ao tipo I, é denominado, também, de fibra reticular mais delgada. O colágeno do tipo IV não constitui fibras, estando presente nas membranas basais, em que forma uma rede de moléculas de pró-colágeno mantidas unidas e uma base de sustentação da lâmina basal. O colágeno do tipo V existe em pequena quantidade e origina fibrilas muito delgadas, sendo encontrado associado com o colágeno do tipo I, presente na maioria do tecido intersticial, assim como o colágeno do tipo VI. O colágeno do tipo VII constitui pequenos agregados conhecidos como fibrilas de ancoragem, as quais também dão sustentação à lâmina basal para os feixes subjacentes de fibras colágenas do tipo I e do tipo II. Por fim, o colágeno do tipo XI é encontrado nas cartilagens hialina e elástica, participando da estrutura das fibrilas de colágeno, juntamente com o colágeno do tipo II (NIMMI; HARKNESS, 1988; MONTES, 1996; USHIKIT, 2002; KJAER et al, 2009; VIDAL; MELLO, 2011).

A MEC também é caracterizada pela presença das anisotropias ópticas, que são fenômenos de ordem espectral conhecidos como dicroísmo e birrefringência. O dicroísmo ocorre quando apenas um filtro polarizador é colocado no sistema. Ele é expresso pela diferença de absorção do objeto em duas direções de deslocamento do feixe de luz no próprio objeto, um perpendicular ao outro. No entanto, quando os dois filtros, o polarizador e o analisador, se cruzam perpendicularmente e a depender da diferença entre os índices de refração do objeto, observa-se então a birrefringência. De maneira prática e objetiva, os componentes macromoleculares birrefringentes anisotrópicos apresentam brilho colorido ou não sob o efeito do Plano de Luz Polarizada (PPL). Isso promove um realce desses materiais em detrimento a outros não birrefringentes (isotrópicos), que ficam indistintos em um fundo escuro. As células musculares estriadas, espermatozóides de algumas espécies animais, paredes celulares, amido,

colágenos e moléculas de DNA e RNA são exemplos de materiais biológicos estudados através da microscopia de polarização (VILARTA; VIDAL, 1989).

Essas propriedades anisotrópicas podem ser visualizadas no microscópio de polarização que é acrescido de dois prismas ou dois discos polaróides. Um desses elementos é colocado no condensador e funciona como polarizador; o outro é colocado na ocular e é chamado de analisador. A função do polarizador é iluminar a célula com um feixe de luz polarizada, enquanto o analisador verifica o efeito das estruturas celulares sob o feixe polarizado (VILARTA; VIDAL, 1989).

Segundo Vidal e Carvalho (1990) e Vidal (1995), em se tratando do colágeno, a microscopia de polarização pode dar informações de natureza micromorfológica, pois evidencia esta glicoproteína pela sua birrefringência, que é causada devido a fatores de birrefringência intrínseca e textural ou de forma. A birrefringência intrínseca corresponde às médias de todas as transições de elétrons entre as ligações peptídicas, estabelecendo informações sobre a direção de vibração e ressonância dos elétrons da região de ligação peptídica na molécula de colágeno ao longo da fibra. Em contrapartida, a birrefringência textural ou de forma depende da geometria das moléculas, das concentrações dos componentes dos feixes de colágeno e das diferenças entre seus índices de refração.

Feitosa e colaboradores (2002a, 2002b e 2005) analisaram as anisotropias ópticas em tendão de porco e observaram que a birrefringência, o crimp e a alta organização molecular e helicoidal dos feixes de colágeno foram proeminentes nas regiões onde existe predomínio de forças de tensão.

O sistema elástico, por sua vez, é constituído por três tipos de fibras (elaunínicas, oxitalânicas e elásticas típicas) que apresentam uma distribuição diferencial nos tecidos, promovendo diferenças nos graus de elasticidade. A fibra elástica madura é constituída principalmente de elastina. Essas fibras são longas e finas e, ao microscópio óptico, aparecem como fios homogêneos altamente birrefringentes. As fibras elásticas normalmente ramificam-se e ligam-se umas às outras formando uma trama de malhas irregulares. A presença de um sistema elástico desenvolvido permite ao tendão sofrer uma grande distensão antes que as fibrilas de colágeno possam exercer qualquer efeito útil de resistência à tensão (USHIKIT, 2002; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; CARVALHO; RECCO-PIMENTEL, 2013).

As fibras elásticas (Figura 1) são mais finas que as fibras de colágeno, porém, diferentemente das fibras reticulares, elas se reorganizam em sua forma original assim que uma força mecânica cessa sobre aquela região. As fibras oxitalânicas consistem em feixes de microfibrilas de 10 nm de diâmetro compostas de diversas glicoproteínas, entre as quais uma macromolécula denominada fibrilina (ROSS, 1995; USHIKI, 2002; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013). Essa glicoproteína possui uma estrutura molecular semelhante à maioria das outras proteínas componentes da MEC e é o principal elemento das microfibrilas, existindo em duas isoformas (fibrilina I e fibrilina II) que apresentam um elevado número de resíduos de cistina. A fibrilina está envolvida com pontes de dissulfeto, importantes para estabilizar a conformação nativa das microfibrilas, e com ligações cruzadas, devido às modificações do ácido glutâmico, o que torna essas microfibrilas extremamente insolúveis (CARVALHO; RECCO-PIMENTEL, 2013). As fibrilinas formam ainda o arcabouço necessário para a deposição da elastina e, quando defeituosas, resultam na formação de fibras elásticas fragmentadas. As fibras oxitalânicas associam-se entre si e perpendicularmente à membrana basal do epitélio, formando uma emaranhada rede. Podem ser encontradas nas fibras da zônula do olho e em certos locais da derme, onde conectam o sistema elástico com a lâmina basal. Essas fibras não possuem elasticidade, mas são altamente resistentes às forças de tração (ROSS, 1995; USHIKI, 2002; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

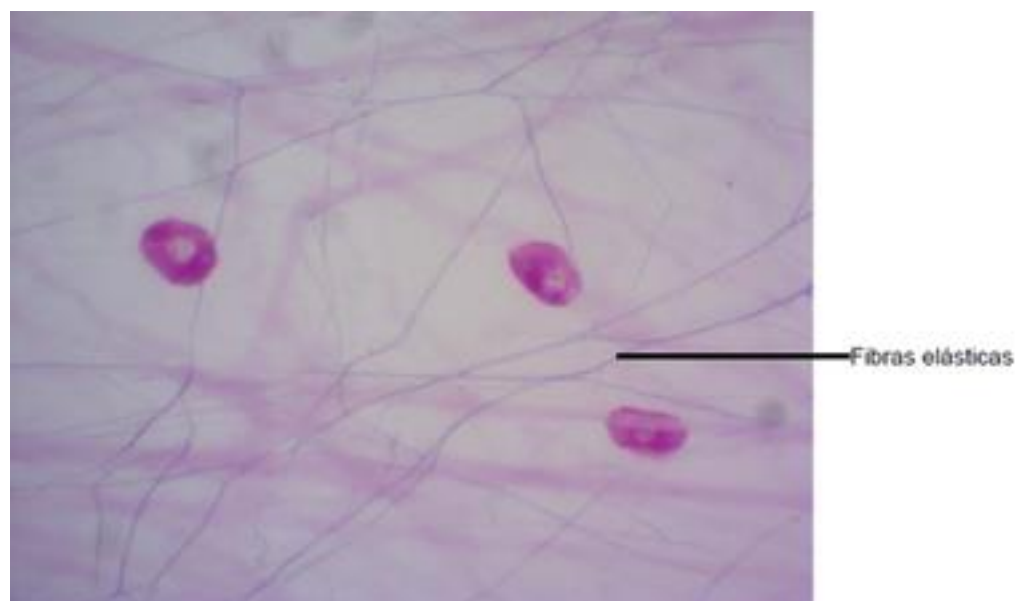


Figura 1. Fibras elásticas no mesentério. Coloração de Weigert. Grande aumento. Fonte: JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2008.

Segundo Bittencourt-Sampaio e Cotta-Pereira (1971; 1976), as fibras elásticas são conectadas às oxitalânicas pelas fibras elaunínicas, as quais são formadas por pequenas fibrilas e

um material de permeio entre elas. As fibras elásticas mais espessas do sistema elástico são chamadas de elásticas maduras e situam-se na região da derme reticular (POWELL; WOJNAROWSKA, 1999). Devido à diversidade dos componentes desse sistema, ele representa uma família de fibras com características variadas, que resiste à tração e às forças mecânicas. As fibras oxitalânicas não têm elasticidade, no entanto, resistem à força de tração, enquanto que as elásticas, ricas em elastina, têm um alto grau de elasticidade, impedindo que se rompam (CARVALHO; PIMENTEL, 2013; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

Além das fibras colágenas e elásticas, a matriz extracelular é constituída pelos proteoglicanos. Os proteoglicanos são moléculas complexas formadas por uma proteína central na qual estão ligadas a uma ou mais cadeias de glicosaminoglicanos (GAGs), (RHOADS; FETTERER, 1997; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; CARVALHO; RECCO-PIMENTEL, 2013). Os GAGs são polissacarídeos carregados negativamente, os quais apresentam grupamento sulfato e carboxila, à exceção do ácido hialurônico que não possui grupamentos sulfatos. Esses polissacarídeos são classificados em ácido hialurônico, condroitim sulfato, dermatam sulfato, heparam sulfato/heparina e o queratam sulfato (HEINEGÅRD; PAULSSON, 1984). Os proteoglicanos da MEC têm a propriedade de criar um ambiente hídrico, pois as suas cargas negativas atraem íons osmoticamente ativos (HARDINGHAM; FOSANG, 1992; CARVALHO; RECCO-PIMENTEL, 2013).

Para Silva e colaboradores (2011), os tendões que atuam nos movimentos de flexão e extensão dos dedos da mão, incluindo o extensor curto do polegar, são estruturas anatômicas que têm como origem no antebraço e se inserem no punho e dedos para funções como a de preensão ou de extensão. Na região da mão, há um total de nove tendões: quatro flexores superficiais, quatro flexores profundos e o flexor longo do polegar. Após passar pelo retináculo flexor, envoltos individualmente por membrana sinovial, os tendões seguem para os dígitos. O autor ainda relata que, em nível da articulação metacarpo-falangeana (MTC-F), o flexor superficial se ramifica para passagem do flexor profundo, que vai se inserir na base da falange distal. Os tendões superficiais se fixam na base da falange média, fazendo a flexão da segunda falange sobre a primeira.

Os tendões transmitem as tensões geradas pela contração e relaxamento muscular ao osso em que estão fixados, tendo extrema importância na realização do movimento. Para isso, eles ganham resistência à tração devido à presença das fibras de colágeno e elasticidade devido às

fibras elásticas. Alguns tendões são fixados abaixo de extremidades ósseas, resistindo assim à compressão e transmitindo forças de tensão. Nesse caso, as áreas que sofrem compressão desenvolvem uma fibrocartilagem, composta por uma elevada concentração de proteoglicanos que geram essa capacidade de resistir a tais forças de compressão (FEITOSA et al, 2005; PIMENTEL et al, 2012).

Para mobilizar a cadeia de articulações digitais, há necessidade de um conjunto de músculos e tendões extrínsecos e intrínsecos, que formam um mecanismo bastante complexo. A musculatura extrínseca é agrupada em músculos extensores e flexores. Os primeiros são representados pelos músculos extensores comuns dos dedos e extensores próprios do indicador e mínimo, enquanto que os últimos são representados pelos flexores superficiais e profundos. O retináculo dos extensores prende-se por septos conjuntivos ao extremo distal do rádio, formando seis túneis ou canais por onde passam os tendões extensores e abdutores do punho e extensores dos dedos. Na borda distal do retináculo, os tendões do músculo extensor comum dos dedos divergem e dirigem-se aos dedos indicador, médio, anular e mínimo (CAETANO et al, 2013).

Ao cruzar a articulação MTC-F, os tendões extensores extrínsecos podem ter uma inserção mais ou menos forte ao nível da cápsula. A seguir, distalmente, conectam-se à falange proximal através das bandas sagitais, que se originam na placa volar da metacarpofalângica. Nessa região, o aparelho extensor divide-se em partes conhecidas como bandas ou bandeletas, que formam o aparelho extensor (tendão extensor central, lateral e terminal). O aparelho extensor recebe fibras tanto da musculatura extrínseca como da intrínseca (JUNIOR; AZZE, 2017).

Na superfície dorsal do punho, encontramos um espessamento da fáscia posterior do antebraço denominado retináculo dos tendões extensores. Esse constitui o teto de seis compartimentos por onde passam esses tendões. À medida que esse retináculo corre obliquamente da borda lateral do rádio para a borda medial do processo estilóide da ulna e ossos piramidal e pisiforme, ele envia septos que se prendem aos ossos subjacentes, formando esses seis compartimentos. Em cada um deles, os tendões são protegidos por uma bainha sinovial que tem a função de diminuir o atrito durante a excursão dos tendões pelos túneis osteofibrosos (CAETANO et al., 2004). Uma variação anatômica comum ocorre no primeiro compartimento por onde passam normalmente os tendões abdutor longo do polegar (ALP) e extensor curto do polegar (ECP), os quais podem ter bainha sinovial e compartimentos separados, elevando assim o total de seis para sete compartimentos (CAETANO et al, 2004).

O polegar é o dedo mais curto da mão, tem grande amplitude de movimento e três articulações responsáveis por essa mobilidade. A interfalângica é a mais distal e a de menor importância. A metacarpofalângica é a segunda tanto em relação à importância como em termos de situação anatômica e está formada pela superfície convexa da cabeça do primeiro metacarpiano e pela superfície côncava da cavidade glenóide da base da falange proximal. A terceira e última, a articulação trapézio-metacarpiana, é a mais importante e está situada entre a extremidade distal do trapézio e a base do primeiro metacarpiano. O movimento dessa articulação é realizado através de dois eixos principais: um látero-lateral, para antepulsão e retropulsão, e um eixo ântero-posterior, para adução e abdução (CAETANO et al., 2013).

O tendão do músculo extensor curto do polegar tem sua inserção proximal na face posterior do rádio, na adjacência da membrana interóssea, abaixo do abdutor longo do polegar. Sua inserção distal é na inserção inferior da face dorsal da base da falange distal do polegar. O músculo se une com o extensor longo do polegar (Figura 2), através de uma aponeurose dorsal resistente, sobre a falange proximal. A inervação correspondente é feita pelo nervo radial (C6 e C7), que age sobre a abdução do polegar e a extensão da 1ª falange sobre o 1º metacarpiano (CAETANO et al., 2013). Em caso de dano do extensor curto do polegar, o indivíduo pode ficar incapaz de mover um ou mais de seus dedos. Assim como se seus tendões flexores estiverem danificados, será incapaz de dobrar um ou mais de seus dedos. Lesão tendínea pode causar flogose e, em alguns casos, danos aos tendões do extensor podem ser tratados de forma conservadora, usando um suporte rígido chamado tala que é desgastada em torno da mão (LEON, 2013).

No presente estudo buscamos conhecer e analisar a matriz extracelular do tendão do músculo extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos. Desse modo, estamos dando continuação à linha de pesquisa, sobre MEC desenvolvida no Laboratório de Biologia Celular e Estrutural do Departamento de Morfologia/UFS.

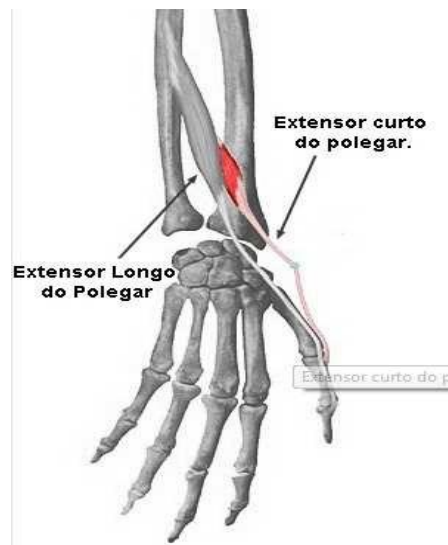


Figura 2. Ilustração dos músculos extensores do polegar. Fonte: RODRIGUES, 2012.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

- ✓ Analisar morfológica e morfometricamente a matriz extracelular do tendão do músculo extensor curto do polegar em cadáver humano.

2.2 Específicos:

- ✓ Caracterizar histológica e histoquimicamente a natureza dos componentes fibrosos da matriz extracelular do tendão extensor curto do polegar;
- ✓ Estudar a relação espacial entre os elementos fibrosos do tendão em estudo e identificar as diferenças morfológicas em regiões que exibem propriedades biomecânicas distintas;
- ✓ Analisar as anisotropias ópticas através da birrefringência, dicroísmo linear e do “crimp” das fibras colágenas da matriz extracelular do tendão em estudo;
- ✓ Fazer a morfometria das fibras colágenas;
- ✓ Estudar as fibras elásticas do tendão extensor curto do polegar.

REFERÊNCIAS

- BENJAMIN, M.; KAISER, E.; MIL, S. Structure-function relationships in tendons: a review. **J. Anat.**, 212, 211-228, 2008.
- BIRK, D. B.; MAYNE, R. Localization of collagen types I, II and V during tendon development. Changes in collagen types I and III are correlated with changes in fibril diameter. **Eur. J. Cell Biol.** V. 72, p. 352-361, 1997.
- CAETANO, E. B.; NET, J. J. S.; VIEIRA, L. A.; CAETANO, M. F. **Anatomia da mão**. 2013.
- CAETANO, M. B. F.; ALBERTONI, W. M.; CAETANO, E. B. Estudo anatômico das inserções distais do tendão extensor longo do polegar. **Acta ortopédica brasileira**. São Paulo, v. 12, n. 2, abr-jun. 2004.
- CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **A Célula**. Manole, Campinas, 2013.
- COTTA-PEREIRA, G.; RODRIGO, F. G.; BITTENCOURT-SAMPAIO, S. Distribuição das fibras elásticas, elaunínicas e oxitalânicas na derme superior em pele humana. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. n. 46, v. 333, 1971.
- COTTA-PEREIRA, G.; RODRIGO, F. G.; BITTENCOURT-SAMPAIO, S. Oxytalan, elaunin and elastic fibers in the human skin. **Journal of Investigative Dermatology**. 66:143- 148, 1976.
- CRIBB, A.M.; SCOTT, J.E. Tendon response to tensile stress: An ultrastructural investigation of collagen: proteoglycan interactions in stressed tendon. **J. Anat.**, 187, 423-28, 1995.
- EYRE, D. R. A growing family of colagens in articular cartilage: identification of 5 genetically distinct types. **J. Rhematol.** V. 14, p. 25-27, 1987.
- FEITOSA, V. L. C.; VIDAL, B. C. & PIMENTEL, E. R. Optical anisotropy of a pig tendon under compression. **J. Anat.**, V. 200, p. 105-111, 2002a.
- FEITOSA, V. L. C.; ESQUISATTO, M.A.M.; JOAZEIRO, P. P.; GOMES, L.; FELISBINO, S.L. Variations in the glycosaminoglycan content, swelling properties and morphological aspects of

different regions of the superficial digital flexor tendon of pigs. **Cell. Mol. Biol.**, V. 48, Online, OL359-OL367, 2002b.

FEITOSA, V. L. C.; ESQUISATTO, M.A.M.; JOAZEIRO, P. P.; GOMES, L.; FELISBINO, S.L.; PIMENTEL, E. R. Physicochemical and structural analysis of three regions of the deep digital flexor tendon of pigs. **Braz. J. morphol. Sci.**, v. 22, p. 113-119, 2005.

FEITOSA, V. L. C.; PRADO, F.R.; ESQUISATTO, M.A.M.; JOAZEIRO, P.P.; VIDAL, B.C. & PIMENTEL, E.R. Comparative ultrastructural analysis of different regions of two digital flexor tendons of pigs. **Micron. JMIC** 931, 1-8, 2006.

HARDINGHAM, T. E.; FOSANG, A. J. Proteoglycans: many forms and many functions. **FASEB J.**, V. 6, n. 3, p. 861-970, 1992.

HEINEGÅRD, D.; PAULSSON, M. Structure and metabolism of proteoglycans. In: Peiz, K. A.; Reddi, A. H. **Extracellular matrix biochemistry**. NY: Elsevier, p. 277-328, 1984.

JUNIOR, R. M.; AZZE, R. J. **Traumatologia do aparelho locomotor**. Instituto de Ortopedia e Traumatologia Dr. F. E. de Godoy Moreira da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 201./jul. 2017.

JUNQUEIRA, B. C. V.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2013.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 524, 2008.

KJAER, M.; LANGBERG, H.; HEINEMEIER, K.; BAYER, M. L.; HANSEN, M.; HOLM, L.; DOESSING, S.; KONGSGAARD, M.; KROGSGAARD, M. R.; MAGNUSSON, S. P. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. **Scand J. Med. Sci. Sports**, 19(4): 500-10, 2009.

KWAN, A. P. L.; CUMMINGS; CHAPMAN, J. A.; GRANT, M. E. Macromolecular organization of chicken type X collagen in vitro. **J. Cell Biol.**, V. 114, n. 3, p. 597-604, 1991.

LEON, Y, P. **Tudo sobre fisioterapia – Fisioterapia geral. Fisiologia da contração muscular**. 2013.

LIU, S. H.; YANG, R. S; AL-SHAikh, R.; LANE, J. M. Collagen in tendon, ligament and bone healing. **Clin. Orthop. Res.**, V. 318, p. 265-278, 1995.

MARXEN, S.; LACERDA-NETO, J. C. de; MORAES, J. R. E. de; RIBEIRO, G.; QUEIROZ-NETO, A. Efficacy of polysulphated glycosaminoglycan in the intratendinous treatment of experimental equine tendinitis. **Braz. J. Morphol. Sci.**, V.20, n.1, p. 43-46, 2003.

MAYNE, R.; BREWTON, R. G.; MAYNE, P. M.; BAKER, J. R. Isolation and characterization of the chains of the type V/Type XI collagen present in the bovine vitreous. **J. Biol. Chem.**, V. 268, p. 9381-9386, 1993.

MILZ, S. et al. Fibrocartilages in the extensor tendons of the interphalangeal joints of human toes. **The Anatomical Record**, [s.l.], v. 252, n. 2, p.264-270, out. 1998. Wiley.

MONTES, G. S. Structural biology of the fibres of the collagenous and elastic systems. **Cell Biol. Int.** 20: 15-27, 1996.

NIMMI M. E., HARKNESS R. D. Molecular structures and functions of collagen. In: Nimmi ME, Collagen Vol. I: **Biochemistry Boca Raton CRC Press**, 1988.

OTTANI, V. M. D., FRANCHI, M. R. A. & RASPANTI, M. Hierarchical structures in fibrillar collagen. **Micron**, 33, 587-596, 2002.

PIMENTEL, E. R.; ARO, A. A.; VIDAL, B. C. Biochemical and anisotropical propeities of tendons. **Micron**. 43 (205-214), 2012.

POWELL, J. J.; WOJNAROWSKA, F. Lichen sclerosis. **Lancet**. 353, 1777-83, 1999.

RHOADS, M. L.; FETTERER, R. H. Extracellular matrix: a tool for defining the extracorporeal function of parasite protease. **Parasitology**, 1997.

RODRIGUES, G. A. **Músculo Extensor Curto do Polegar**. Disponível em: <<https://ifanatomia.wordpress.com/2012/06/20/musculo-extensor-curto-do-polegar/>> Acesso em: 14 de abril de 2019.

ROSS, M., ROMRELL, L. J.; KAYE, G. I. Respiratory System. In: Ross, M., Romrell, L. J.; Kaye, G. I. **Histology: a Text and Atlas**. Third edition. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.

SASAKI, N.; ODAJIMA, S. Elongation mechanism of collagen fibrils and force-strain relations of tendon at each level of structural hierarchy, **Journal of Biomechanics**, V. 29, n. 5, p. 655-658, mai 1996.

SILVA, J. B.; GAZZALLE, A.; ALVAREZ, G.; CUNHA G. L. Lesões tendinosas da mão. Hand tendon injuries. **Revista da AMRIGS**, Porto alegre, v. 55, n. 2, abr./jun. 2011.

USHIKITI, T. Collagen fibers, reticular fibers and elastic fibers. A comprehensive understanding for a morphological viewpoint. **Ach. Hsitol. Cytol.** 65 (2): 109-126, 2002.

VAN DER REST, M.; GARRONE, R. Collagen family of proteins. **FASEB J.**, V. 5, p. 2814-2823, 1991.

VIDAL, B. C.; CARVALHO, H. F. Aggregational state and molecular order of tendons as a function of age. **Matrix**, V.10, p. 48-57, 1990.

VIDAL, B. C. Crimp as part of a helicoidal structure. C. R. Acad. Sci. Paris, Science de la vie. **Life Science**, V. 318, p. 173-178, 1995.

VIDAL, B. C.; MELLO, M. L. Collagen type I amide I band infrared spectroscopy. **Micron**, 42 (3): 283-289, 2011.

VILARTA, R.; VIDAL, B. C. Anisotropic and biomechanical properties of tendons modified by exercise and denervation. Aggregation and macromolecular order in collagen bundles. **Matrix**, V. 9, p. 55-61, 1989.

VOGEL, K. G.; KOOB, T. J. Structural Specialization in Tendons under Compression. **International Review Of Cytology**, [s.l.], p. 267-293, 1989. Elsevier.

3 NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

JOURNAL OF ANATOMY

Author Guidelines

Articles submitted to Journal of Anatomy are done so on the following conditions: that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

There are no page charges, and charges are not made for colour, if, in the Editors' opinion it is essential. In all other cases costs must be borne by the author. The Editors-in-Chief of Journal of Anatomy endorse the ARRIVE guidelines for reporting experiments (<https://www.nc3rs.org.uk/arrive-guidelines>), and expect authors to refer to these guidelines before submission of a manuscript.

NIH-funded authors and Journal of Anatomy

The NIH mandates grantees to deposit their peer-reviewed author manuscripts in PubMed Central, to be made publicly available within 12 months of publication. The NIH mandate applies to all articles based on research that has been wholly or partially funded by the NIH and that are accepted for publication on or after April 7, 2008. In order to help authors comply with the NIH mandate, for papers accepted for publication in *Journal of Anatomy*, Wiley Blackwell will post the accepted manuscript (incorporating all amendments made during peer review, but prior to the publisher's copy-editing and typesetting) of articles by NIH grant-holders to PubMed Central at the point of acceptance by the journal. This version will then be made publicly available in PubMed Central 12 months after publication. Following the deposit Wiley Blackwell authors will receive further communications from the NIH with respect to the submission.

If authors wish to make their final published article openly accessible and without a 12-month embargo, they can choose to publish via the OnlineOpen service.

SUBMISSIONS

Pre-submission English-language editing

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Types of manuscripts

The majority of manuscripts published in Journal of Anatomy are Original Articles. There are no limits regarding the word count or number of display figures for Original Articles, but authors are encouraged to write in a concise manner. Authors are discouraged from submitting papers longer than 70 manuscript pages (including figures and tables). The Editors will also consider shorter manuscripts for publication as Brief Communications. These papers are normally shorter than 15 manuscript pages and contain no more than three display figures. In addition, the Editors will consider manuscripts reporting on methodological developments, for publication as Methods papers (either as full length manuscripts or as Brief Communications).

Review articles are normally commissioned by the Editors, but we welcome pre-submission enquiries (prospective authors are encouraged to email a copy of the proposed title and abstract to janat@dpag.ox.ac.uk). Similarly, Historical Perspective and Educational Perspective manuscripts are normally commissioned by the Editors, but again we welcome pre-submission enquiries (prospective authors are encouraged to email a copy of the proposed title and abstract to janat@dpag.ox.ac.uk).

For all manuscripts, during the online submission process, authors will be asked to choose a subject area (these are only used to assist with the allocation of appropriate editors and reviewers) that best represents their paper, from the following:

Cell biology and tissue architecture

Comparative functional morphology

Developmental biology

Evolutionary developmental biology

Evolutionary morphology

Functional human anatomy

Integrative vertebrate paleontology

Methodological innovations in anatomical research

Musculoskeletal system

Neuroanatomy and neurodegeneration

Significant advances in anatomy education

There is an additional category, ‘Symposium papers’, but this should only be used where an author has been specifically invited by one of the Editors in Chief or by a Guest Editor to submit a paper to a forthcoming special symposium issue.

Online manuscript submission

Submission of a manuscript to Journal of Anatomy implies that it reports unpublished work and that it is not under consideration for publication elsewhere. If previously published tables, illustrations or more than 200 words of text are to be included in the manuscript, then the copyright holder's permission must be obtained. Copies of permission letters should be included with the manuscript.

Manuscripts should be submitted online at <https://mc.manuscriptcentral.com/janat>. Full upload instructions and support are available online from the submission site via the Get Help Now button.

Manuscripts can be uploaded as a Word document (.doc or .docx), or as a Rich Text Format document (.rtf). If submitting to Manuscript Central using LaTeX please upload a PDF file of the manuscript for the reviewers. Note that upon acceptance we will require your TeX/LaTeX source files to edit and typeset the article. Figures for review should be uploaded separately as GIF (.gif), JPEG (.jpg), TIFF (.tif), or EPS (.eps). On acceptance, you will be required to provide HIGH RESOLUTION GRAPHICS FILES (note that GIF (.gif), JPEG (.jpg), and PNG (.png) files are not acceptable for publication).

Please submit a covering letter addressed to the Editors when prompted online. The covering letter should state the importance and anatomical relevance of the study. Authors will also be asked to provide the names of one or more preferred referees (who have no personal or professional connection with the study or the authors), although the Editors are not obliged to use these.

Review of manuscripts

Due to space restrictions and to the volume of high quality papers submitted, the Editors reserve the right to return immediately those papers that are unlikely to be competitive for space in the journal and/or those that do not conform to the general editorial philosophy and standards of Journal of Anatomy. Wherever possible, such editorial decisions will be processed within a week of submission. Manuscripts selected for external peer review will normally be reviewed within four weeks of submission.

The acceptance criteria for all papers are the quality and originality of the research and its significance to journal readership. Please note, manuscripts are **single-blind** peer reviewed: the identity of the reviewer is anonymous (unless the reviewer does not wish to be), but the author name and affiliation is on the paper.

PRESENTATION

Text

Authors should refer to recently published manuscripts for an overall guide to Journal style (available at [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1469-7580](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1469-7580)).

Text should be divided into the following sections and appear in the order:

- (1) title page (with short running page heading, title, authors names and affiliations);
- (2) abstract (no longer than 500 words, in a single paragraph, not divided into sections with headings);
- (3) keywords;
- (4) main body: introduction, methods, results, discussion (this may be combined with the results section) and conclusions if desired;
- (5) acknowledgements;
- (6) author contributions (see below);
- (7) references;
- (8) supplementary material (if any);
- (9) tables; and
- (10) figure legends.

Please avoid the use of footnotes, and number the pages using the page numbering feature of the word processing software.

Authorities for the Latin binomial of every organism are not used in the title or summary, and only on the first mention in the main body of the text.

Gene names and loci should be in italic text and protein names should use in roman text.

Virus nomenclature (and acronyms) should follow the guidelines of the International Committee on the Taxonomy of Viruses (ICTV). The current report is: van Regenmortel MHV, Fauquet CM, Bishop DHL (Eds) (2001) *Virus Taxonomy: Seventh Report of the International*

Committee on Taxonomy Viruses. San Diego: Academic Press. Authors are also advised to check the ITCV website for the latest information.

Chemical nomenclature should follow the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) definitive rules for nomenclature.

Industrial products should be referred to by their common names (ISO Publications 1831, 2474, etc.). In the absence of a common name, use the full name or a defined abbreviation, in preference to a trade name. At first mention, trade names should be capitalised.

Statistics: Calculations and the validity of deductions made from them should be checked and validated by a statistician.

Symbols, units and abbreviations should be expressed as Système International (SI) units, as given in: Baron DN (Ed) (1994) Units and Abbreviations: a guide for medical authors and editors. London: Royal Society of Medicine Press. In exceptional circumstances, others may be used, provided they are consistent. Apply to the Editorial Office for advice.

Author contributions

Journal of Anatomy recommends that authors submit a short description of all contributions to their manuscript. Each author's contribution should be described in brief, to appear immediately before the references. Authorship credit might include contributions to concept/design, acquisition of data, data analysis/interpretation, drafting of the manuscript, critical revision of the manuscript and approval of the article. Contributors who do not qualify as authors can also be listed and their particular contribution described. Further information on authorship and contributorship may be found [here](#).

References

References in the text should be inserted in parentheses in full for single and dual authored papers, but using the first author and et al. for multiple authored papers. Reference to personal communications, unedited and un-refereed work, and work that is unpublished should

be minimal and should appear in the text only. It is the author's responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communication.

References in the list should follow the Harvard system. Over 6 authors will be abbreviated to 3 authors et al. Refer to a recent copy of the journal for examples.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

Supporting Information

Supporting Information can be a useful way for an author to include important but ancillary information with the online version of an article. Examples of Supporting Information include additional tables, data sets, figures, movie files, audio clips, 3D structures, and other related nonessential multimedia files. Supporting Information should be cited within the article text, and a descriptive legend should be included. It is published as supplied by the author, and a proof is not made available prior to publication; for these reasons, authors should provide any Supporting Information in the desired final format. For further information on recommended file types and requirements for submission, please visit: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppinfo.asp>.

Graphics

Numerical results should be presented either as tables or figures, but not both. The Journal welcomes colour figures and plates, when information would be lost if reproduced in black and white.

Tables: Tables should be typed on separate pages, as an integral part the text file. They should have a brief descriptive title and be self-explanatory. Units should appear in parentheses in the column headings, not in the body of the table. Repeated words or numerals on successive lines should be written in full. Footnotes should be minimal. When the precision of data is expressed as standard error (se) or standard errors of differences (sed) the degrees of freedom (df) should be given.

Electronic artwork: Journal of Anatomy only accepts submission of electronic artwork. The journal accepts the following formats only:

(1) GRAPHS, CHARTS and MAPS as Encapsulated Postscript Format (.eps).

The best results are obtained with software applications that can output EPS format (Systat SigmaPlot; Adobe Illustrator; CorelDraw; Deneba Canvas; Macromedia Freehand); and

(2) PHOTOGRAPHS in Tagged Image File Format (.tif).

TIFF files should be supplied at a minimum resolution of 300 dpi (dots per inch) at the final size at which they are to appear in the journal. TIFF and EPS formats are the industry standard for archiving and print and online publication.

Detailed information on digital illustration standards is available at this webpage.

Please note that file formats other than EPS and TIF will be automatically rejected by the online submission website.

Colour files should be in RGB format. Labelling should be in 10pt sans serif style font. Figure sections should be designated with upper case letters. Magnification bars should be given on electron and light micrographs.

Legends: Table and figure legends should be included within the text file and contain sufficient information to be understood without reference to the text. Each should begin with a short title for the figure. All symbols and abbreviations should be explained within the legend.

Illustrated abstract: Journal of Anatomy publishes graphical abstracts for each article, displayed online in graphical form with a brief abstract. During submission, please nominate an existing image from within the article for use as the illustrated abstract. Your short abstract should consist of 2-3 sentences (max 500 characters with spaces) summarising the key findings presented in the paper.

Cover images: Electronic artwork of high quality suitable for the cover of Journal of Anatomy are welcomed. They should be sent to the Editorial Office (janat@dpag.ox.ac.uk) and be accompanied by a relevant caption. It is preferred that images should be related to submitted

papers. Contributors are required to grant exclusive publishing rights to the Society. It is the Publisher's policy not to publish items without signed copyright transfer agreement.

PLAGIARISM

Authors must obtain permission to reproduce any copyright material, and include an acknowledgement of the source in their Article. Authors should be aware that the unreferenced use of the published and unpublished ideas, writing or illustrations of others, from whatever source (including research grant applications), or submission of a complete paper under 'new' authorship in the same or a different language, constitutes plagiarism.

CONDITIONS OF ACCEPTANCE

Manuscripts are accepted on the understanding that they will not be published elsewhere in any form, without the prior consent of the Society. Your material will not be passed to the Publisher without receipt of:

1. covering letter documenting any revisions required by the editor;
2. signed copyright transfer agreement;
3. completed accepted artwork checklist - documenting the graphic files supplied in accordance with industry standards; and
4. EPS files output from vector based software/ 800dpi TIFF files. LOW RESOLUTION ARTWORK SUBMITTED FOR REVIEW IS NOT SUITABLE FOR PRINT OR ONLINE PUBLICATION.
5. Any potential or perceived conflict of interest must be declared in the Acknowledgements section of the manuscript. If no conflict exists, please add a sentence to this effect in the Acknowledgements section.

AFTER ACCEPTANCE

Authors will be required to assign copyright to the Anatomical Society. If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp

For authors choosing OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of articles who wish to make their article open access. With OnlineOpen the author, their funding agency, or institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in PubMed Central and PMC mirror sites. In addition to publication online via Wiley Online Library, authors of OnlineOpen articles are permitted to post the final, published PDF of their article on a website, institutional repository, or other free public server, immediately on publication.

If you want your article to be open access please choose the appropriate licence agreement when you log in to Wiley's Author Services system. Click on 'Make my article OnlineOpen' and choose the appropriate license by clicking on 'Sign license agreement now' when you log in to Wiley's Author Services system.

For the full list of terms and conditions, see <http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-406241.html>.

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FAF) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with your Funder requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

ARTICLE TRACKING

Online production tracking is now available for your article through Wiley Blackwell Author Services.

Author Services enables authors to track their article – once it has been accepted – through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit Wiley Blackwell Author Services for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

PROOFS

Email notification that your work is in proof and ready for collection will be sent from the Journal of Anatomy e-proofing website. Further instructions will be sent with the upload notification email. Acrobat Reader is required in order to read this file. This can be downloaded (free of charge) from Adobe.

In your absence, please arrange for a colleague to correct on your behalf. Major alterations will be charged to the author and delay publication.

OFFPRINTS

Free access to the final PDF offprint of your article will be available via author services only. Please therefore sign up for author services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields: www.sheridan.com/wiley/eoc

AUTHOR MATERIAL ARCHIVE POLICY

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell Publishing will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible if you have not yet done so.

PREPRINTS

This journal will consider for review articles previously available as preprints on non-commercial servers such as ArXiv, bioRxiv, psyArXiv, SocArXiv, engrXiv, etc. Authors may also post the submitted version of their manuscript to non-commercial servers at any time. Authors are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

DATA SHARING, ACCESSIBILITY AND CITATION

Journal of Anatomy encourages authors to share the data and other artefacts supporting the results in the paper by archiving it in an appropriate public repository. Authors should include a data accessibility statement, including a link to the repository they have used, in order that this statement can be published alongside their paper.

Last updated: 21st December 2018

4 ARTIGO ORIGINAL

MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DA MATRIZ EXTRACELULAR DO TENDÃO DO MÚSCULO EXTENSOR CURTO DO POLEGAR EM CADÁVER HUMANO

L. A. G. Costa^{1,3}, R. D. M. Júnior^{1,3}, R. P. de Oliveira^{2,3}, N. D. da Conceição^{2,3}, V. M. S. Leite^{2,3}, A. R. F. Herold³, A. D. S. Oliveira^{3,5}, F. P. Reis^{3,4}, A. F. Soares³, J. A. Aragão³, V. L. C. Feitosa^{3,5}

¹Departamento de Medicina da Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

²Departamento de Biologia da Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

³Laboratório de Biologia Celular e Estrutural da Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

⁴Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente e Instituto Tecnológico de Pesquisa da Universidade Tiradentes, Sergipe, Brasil.

⁵Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

Autor para correspondência

Vera Lúcia Corrêa Feitosa

Rua Eduardo Cruz, 252

Bairro Industrial

CEP: 49065-330

Aracaju/Sergipe, Brasil

Email: vera_feitosa@uol.com.br

Resumo

A matriz extracelular é uma rede de macromoléculas formadas por componentes fibrosos e não fibrosos. Dentre os componentes fibrosos, estão as fibras colágenas e as elásticas. O objetivo deste trabalho foi analisar esses dois tipos de fibras da matriz extracelular do tendão do músculo extensor curto do polegar de cadáveres humanos adultos, identificando diferenças morfológicas e morfométricas em regiões que exibem propriedades biomecânicas distintas. Foram utilizados seis cadáveres humanos adultos, procedentes do Laboratório de Anatomia da Universidade Tiradentes, cujos tendões extensores curtos dos polegares foram dissecados desde sua inserção proximal até a distal. Os tendões foram dissecados, fixados e submetidos à técnica da microtomia e corados pelo método de Verhoeff, hematoxilina-eosina, tricromo de Masson e picrossírius-hematoxilina. As análises morfológicas mostraram que a região distal do tendão apresentou uma estrutura fibrocartilaginosa com células arredondadas semelhantes a condrócitos e fibras colágenas mais espessas e menos ordenadas. Entretanto, quando comparadas com a região tendínea ou proximal, seus feixes de colágeno apresentaram-se birrefringentes, bem organizados, dispostos paralelamente entre si e entremeados por fibroblastos. As fibras elásticas, por sua vez, foram observadas principalmente entre os feixes de colágeno na região tendínea e ao redor dos vasos sanguíneos. As medidas morfométricas demonstraram um maior nível de colagenização nas regiões de tensão.

Palavras-chave: Matriz extracelular, Tendão do polegar, Colágeno, Fibras elásticas, Crimp, Birrefrigência.

Abstract

The extracellular matrix is a network of macromolecules made up of fibrous and non-fibrous components. Among the fibrous components, are the elastic and Collagen fibers. The objective of this work was to analyze these two types of extracellular matrix fibers of the tendon of the short extensor pollicis of adult human cadavers, identifying morphological and morphometric differences in regions that display properties different biomechanical. Six adult human cadavers were used, from the anatomy lab at the Universidade Tiradentes, whose tendons short extenders of the thumbs were dissected from its proximal to the distal insertion. The tendons were dissected, fixed and submitted to the microtomy technique and stained by Verhoeff's method, hematoxylin-eosin, Masson's trichrome and picrosyrius-hematoxylin. The morphological analysis showed that the distal tendon region presented a fibrocartilaginous structure with rounded cells resembling chondrocytes and collagen fibers thicker and less collated. However, when compared with the tendon or proximal region, their bundles of collagen were birefringent, well organized, arranged parallel to each other and interspersed by fibroblasts. On what concerns the elastic fibers, they have been observed especially among the bundles of collagen in tendon region and around blood vessels. The morphometric measurements showed a still higher level of collagen process in the regions of tension.

Keywords: Extracellular matrix, Thumb tendon, Collagen, Elastic fibers, Crimp, Birefringence.

Introdução

Os tendões são estruturas alongadas e de formato cordonal que possibilitam a inserção dos músculos nos ossos, transmitindo a força de tensão gerada pela contração muscular ao osso (Vogel & Koob, 1989; Cribb & Scott, 1995; Birk et al. 1997; Feitosa et al. 2002a; 2002b; 2005), cartilagem, cápsula articular, septos intermusculares, derme ou outros tendões nos quais ele está inserido (Dângelo, 2003). São formados por tecido conjuntivo denso modelado e constituídos por cerca de 80 a 90% de colágeno (Carvalho & Recco-Pimentel, 2013).

O tendão extensor curto do polegar tem sua inserção proximal na face posterior do rádio, na adjacência da membrana interóssea, abaixo do abdutor longo do polegar. Sua inserção distal, por sua vez, é na inserção inferior: na face dorsal da base da falange distal do polegar. O músculo se une com o extensor longo do polegar constituindo uma aponeurose dorsal resistente sobre a falange proximal. A inervação correspondente é feita pelo nervo radial (C6 e C7), que age sobre a abdução do polegar e a extensão da 1ª falange sobre o 1º metacarpiano (Caetano et al. 2013).

O polegar é o dedo mais curto, de maior mobilidade e amplitude de movimento e origina-se proximamente aos outros dedos. Existem três articulações responsáveis por sua mobilidade. A interfalângica é a mais distal e a de menor importância. A metacarpofalângica é a segunda tanto em relação à importância como em termos de situação anatômica e está formada pela superfície convexa da cabeça do primeiro metacarpiano e pela superfície côncava da cavidade glenóide da base da falange proximal. E, por fim, a articulação trapézio-metacarpiana é a mais importante e se situa entre a extremidade distal do trapézio e a base do primeiro metacarpiano. O movimento dessa articulação realiza-se através de dois eixos principais: um eixo látero-lateral, para antepulsão e retropulsão, e um eixo ântero-posterior, para adução e abdução (Caetano et al. 2013).

Na anatomia normal do antebraço, alvo deste estudo, os tendões conectam os músculos desse compartimento com os ossos da mão. Nos dedos, eles passam por dentro de uma série de polias que juntas formam túneis que possuem a função de segurá-los perto do osso, aumentando a força e diminuindo o gasto de energia. Quando o dedo se move, o músculo se contrai e o tendão desliza. Esse movimento é suave e com pouco atrito, graças ao líquido produzido pela membrana sinovial que recobre tanto os tendões quanto as polias (Oliveira, 2011).

Esta pesquisa teve por objetivo analisar morfológica e morfometricamente a matriz extracelular do tendão do músculo extensor curto do polegar em cadáver humano.

Métodos

Amostragem

Foram utilizados 06 cadáveres humanos adultos, procedentes do Laboratório de Anatomia da Universidade Tiradentes, obtidos de acordo com a Lei 8.501 de 30 de novembro de 1992, que trata do uso de cadáveres não reclamados utilizados para estudos e pesquisas. Anexo A.

Procedimento Experimental

Os tendões foram dissecados desde sua inserção proximal até a distal. Foram retiradas duas amostras do mesmo comprimento de cada tendão dissecado: 1. Região de inserção proximal; 2. Região de inserção distal. Os tendões dissecados foram fixados em paraformaldeído a 10% em tampão Milloning (fosfato 0,1 M, pH 7,4) durante 24 horas, à temperatura ambiente, e, posteriormente, lavados em água corrente. Desidratados em uma série crescente de álcoois a 70, 80, 90 e 100%, diafanizados em dois banhos de xilol e embebidos em parafina.

Análise estrutural

Coloração pela técnica de Verhoeff

Cortes longitudinais, após a desparafinização e hidratação, foram corados pela resorcina-fucsina de Verhoeff por 1 hora, lavados em uma série etanólica de 100, 90 e 70% e, por último, em água destilada. A contracoloração foi feita em ácido pícrico por 5 minutos. Após esse procedimento, os cortes foram lavados em água destilada (3 banhos), desidratados em uma série etanólica crescente e montados em Entelan (Merck) (Behmer et al. 1976).

Coloração pela hematoxilina-eosina (HE)

Os cortes de 5µm foram desparafinizados, hidratados e corados pela hematoxilina de Harris durante 4 minutos, lavados rapidamente em água destilada e diferenciados em etanol 70% durante 1 minuto. Posteriormente, foram contracorados em solução de eosina durante 1 minuto,

lavados mais uma vez em água destilada, secados ao ar, clarificados em xilol e montados em Entelan (Merck) (Behmer et al. 1976).

Coloração pelo tricromo de Masson

As lâminas obtidas da microtomia foram refixadas em Bouin por cerca de 12 horas em temperatura ambiente. O material foi desparafinizado, lavado em água, corado em hematoxilina de Harris por 5 minutos e novamente lavado. Corado ainda pela fucsina ácida-escarlate de Biebrich por 5 minutos e lavado em água por 10 minutos. Em seguida, foi corado pelo azul de anilina acética por 10 minutos, lavado em água, desidratado e montado em Entelan (Merck) (Behmer et al. 1976).

Coloração pelo método do picrossírius-hematoxilina

Após a desparafinização e hidratação, os cortes tendíneos foram corados pela solução de picrossírius (Sirius Red F 3B 200 a 0,1%, em solução saturada de ácido pícrico), contracorados pela hematoxilina de Harris durante 10 minutos e submetidos a 3 banhos rápidos em água destilada. Em seguida, foram desidratados em uma série etanólica crescente, clarificados em xilol e montados em Entelan (Merck) (Junqueira et al. 1979).

Análise morfométrica

A análise morfométrica das fibras colágenas foi realizada através dos cortes corados pela técnica do picrossírius red (Junqueira et al. 1979). Essas lâminas foram analisadas em microscópio Leica DM 500 e as fotomicrografias foram obtidas com aumento de 400 vezes em câmera fotográfica Leica ICC 50 acoplada ao microscópio e ao microcomputador, através do programa computacional *Image J*® (disponibilizado gratuitamente pelo *National Institute of Health, USA* – <http://rsb.info.nih.gov/nih-image/>) que viabilizou as aferições das densidades ópticas e dos ângulos de diferentes regiões do tendão extensor curto do polegar.

Análise estatística

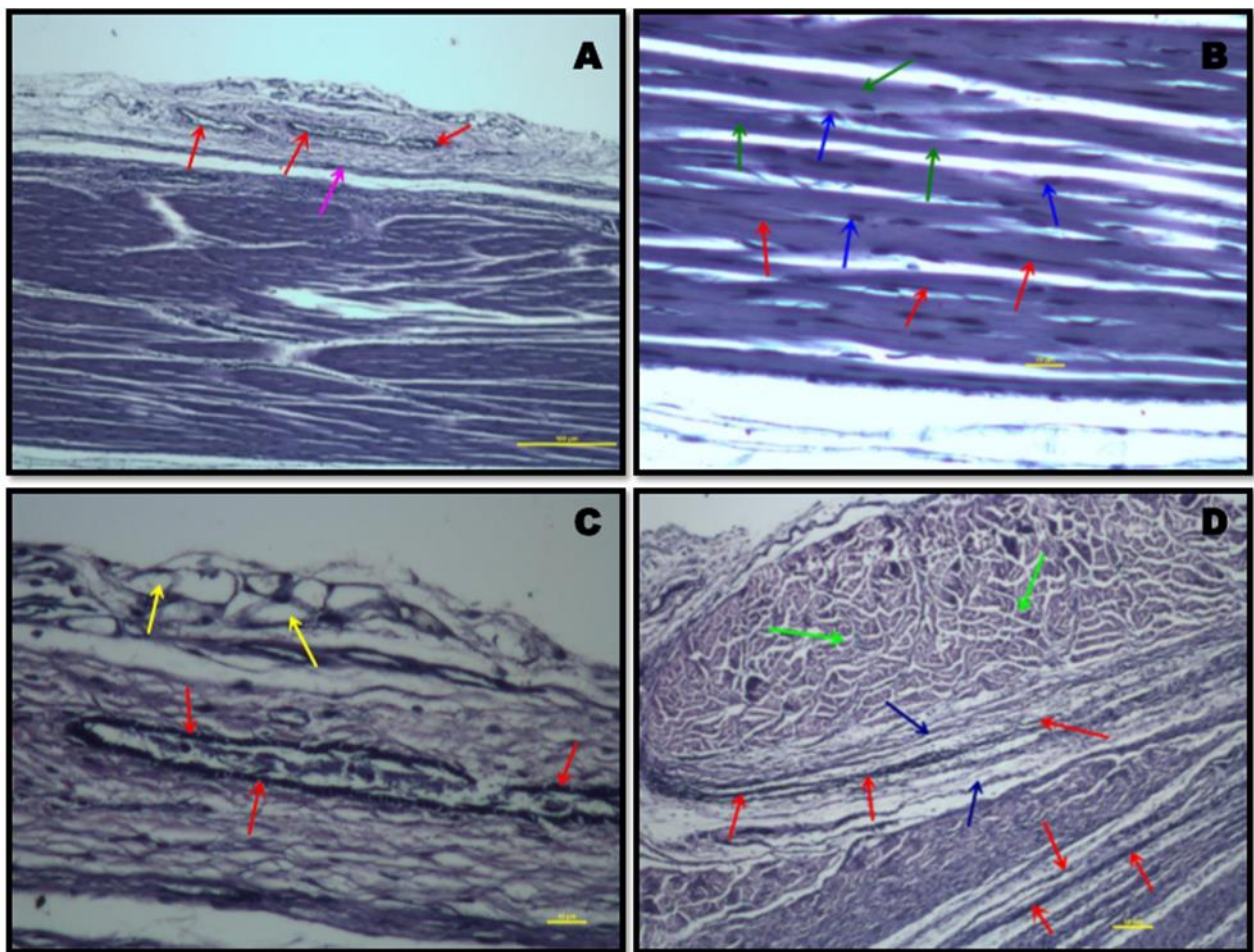
Os resultados dos experimentos foram expressos com média $\pm$ erro padrão da média e submetidos ao teste t de Student após passarem no teste de normalidade. Foi utilizado o programa computacional GraphPad Prism® (GraphPad Software, Inc., USA) para a realização das análises.

Análise e documentação fotográfica

Para análise das anisotropias ópticas, as lâminas foram estudadas e documentadas em fotomicroscópio NIKON, empregando-se luz polarizada e se utilizando filme Kodacolor ASA 400 mm. Para as demais análises histoquímicas e morfométricas, foi utilizado um microscópio Leica DM 500. Os melhores campos foram fotografados com aumento de 400 vezes em câmera fotográfica Leica ICC 50 acoplada ao microscópio e ao microcomputador.

Resultados

A figura 1 representa cortes longitudinais do tendão do músculo extensor curto do polegar corados pelo método de Verhoeff. Nas figuras 1A e 1C, foi verificada a presença marcante das fibras elásticas ao redor dos vasos sanguíneos e do tecido fibroadiposo (figura 1C). Em 1B, na região proximal caracterizada como de tensão, as fibras elásticas acompanham a direção dos feixes de colágeno e fibroblastos. No entanto, na figura 1D, as fibras elásticas se apresentaram na região de tensão-compressão tenuamente, porém bem acentuadas na região tendínea. Essas fibras foram também detectadas no tecido muscular esquelético e na região do perimísio.



A **figura 1** representa cortes longitudinais do tendão extensor curto do polegar em cadáveres humanos corados pelo método de Verhoeff. Na Figura 1A, observa-se a presença das fibras elásticas ao redor dos vasos sanguíneos (→) e a região do pericôndrio (→). Aumento de 100x. Em 1B, observa-se a região de tensão onde as fibras elásticas (→) se dispõem paralelamente às fibras de colágeno (→) e fibroblastos (→). Aumento 400x. Em 1C, verifica-se a presença marcante das fibras elásticas (→) ao redor dos vasos sanguíneos e no tecido adiposo (→). Aumento de 400x. E na Figura 1D, nota-se as fibras elásticas bem desenvolvidas na região tendínea (→) e no perimísio (→), apesar de que no tecido muscular esquelético (→) pode-se observar também a presença destas fibras Aumento de 400x.

Na figura 2, estão representados cortes histológicos longitudinais do tendão do músculo extensor curto do polegar corados pela hematoxilina-eosina (2A e 2B) e tricromo de Masson (2C e 2D). Na figura 2A, as fibras colágenas aparecem bem alinhadas e é bem evidente a presença dos núcleos de fibroblastos alinhados entre os feixes de colágeno. Pode ser observada também a presença do tecido conjuntivo frouxo entre estes feixes dando sustentação a estas fibras. Em 2B, observam-se nitidamente as duas regiões: uma de tensão, onde os feixes de colágeno estão bem organizados, e outra fibrocartilaginosa, onde são exercidas, além das forças de tensão, forças de compressão, imprimindo dessa forma uma morfologia bem diferenciada aos feixes de colágeno. Em 2C, observa-se na região proximal um aspecto típico de tendão, onde os feixes de colágeno estão alinhados entre si, caracterizando uma região de tensão. Há neste corte a presença marcante do crimp com características ondulatórias e da região fibrocartilaginosa onde predominam forças de tensão e compressão. Nota-se também a presença do tecido conjuntivo frouxo. Por fim, na figura 2D, as fibras colágenas aparecem bem alinhadas e organizadas e é bem evidente a presença dos fibroblastos alinhados a esses feixes de fibras, assim como vários capilares sanguíneos, nervos periféricos e arteríolas. No entanto, na região distal do tendão que circunda o músculo estriado esquelético, as fibras colágenas não estão bem alinhadas e os fibroblastos assumem um aspecto arredondado semelhante a condrócitos, caracterizando uma região de tensão-compressão.

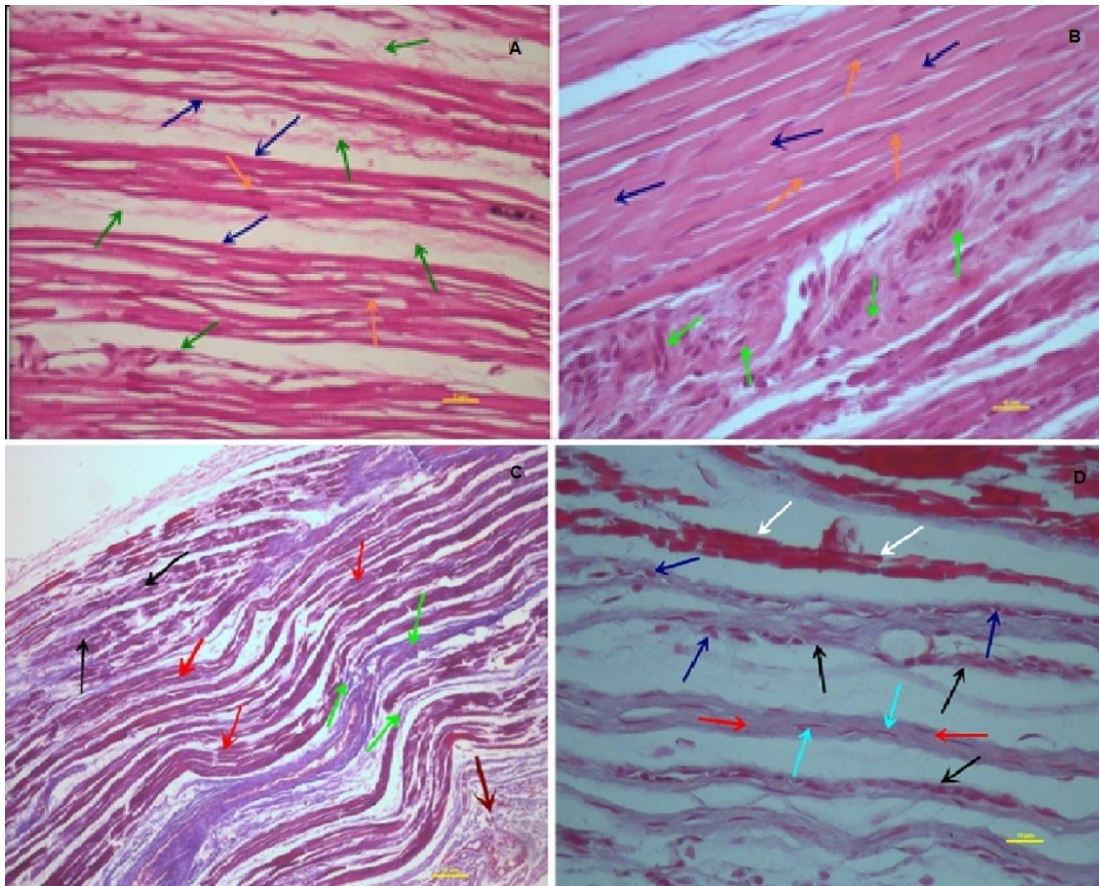


Figura 2. Cortes longitudinais do tendão do músculo extensor curto do polegar em cadáver adulto humano, corado com hematoxilina-eosina (**2A e 2B**) e tricromo de Masson (**2C e 2D**). Na figura **2A**, região de tensão do tendão apresentando os feixes de fibras de colágeno altamente ordenados e uniformes (seta azul), detecção de tecido conjuntivo frouxo entre a região de tensão (seta verde) e fibroblastos (seta laranja). Aumento de 400x. Em **2B**, presença de fibroblastos na região de tensão (seta laranja), feixes de fibras de colágeno nessa mesma região (seta azul) e na região de tensão-compressão (seta verde). Aumento de 400x. Em **2C**, é possível observar feixes de colágeno na região tendínea (seta vermelha), o crimp com caracterização ondulatória (seta verde claro), o tecido conjuntivo frouxo (seta vinho) e uma região fibrocartilaginosa onde predominam forças de tensão e compressão (seta preta). Aumento de 400x. Em **2D**, está representada a região de tensão-compressão com feixes de colágeno assumindo várias direções, totalmente desorganizados (seta preta), presença marcante dos núcleos de fibroblastos semelhantes a condrócitos (seta azul escuro), como também do tecido muscular esquelético (seta branca) e dos núcleos de fibroblastos entres os feixes de colágeno (seta azul claro). Aumento de 400x.

Para estudo das anisotropias óticas, da organização molecular dos feixes de colágeno e análise morfométrica dos feixes do tendão, os cortes histológicos foram corados pela técnica do picrossírius-hematoxilina (figuras 3A, 3B, 3C e 3D). Na figura 3A (sem polarização), observam-se feixes de fibras de colágenos bem organizados e ondulados. Na figura 3B, trata-se do mesmo campo da figura 3A, porém com luz polarizada. Podem ser vistos feixes de fibras colágenas intensamente birrefringentes, com cores em tons de laranja, amarelo e vermelho (colágeno tipo I) e feixes de cor esverdeada fracamente birrefringentes (colágeno tipo III). A presença do crimp com configuração ondulatória foi verificada de forma bem evidente nos feixes de colágeno da região proximal, onde predominam apenas forças de tensão. E foi possível também distinguir que, além das forças de tensão, ocorreram forças de compressão na região fibrocartilaginosa. Nesses casos, os feixes de colágeno se apresentaram menos ordenados e birrefringentes. Na figura 3C (sem polarização), o tecido conjuntivo frouxo é perceptível na extremidade superior, além da presença do crimp mediante as ondulações formadas pelos feixes de colágeno. Na figura 3D (mesmo campo da figura 3C, porém com luz polarizada), evidencia-se a presença do colágeno tipo I, corado em vermelho alaranjado, e do colágeno tipo III, representado pelas finas fibrilas esverdeadas que se entrelaçam nos feixes de colágeno tipo I e na zona do crimp.

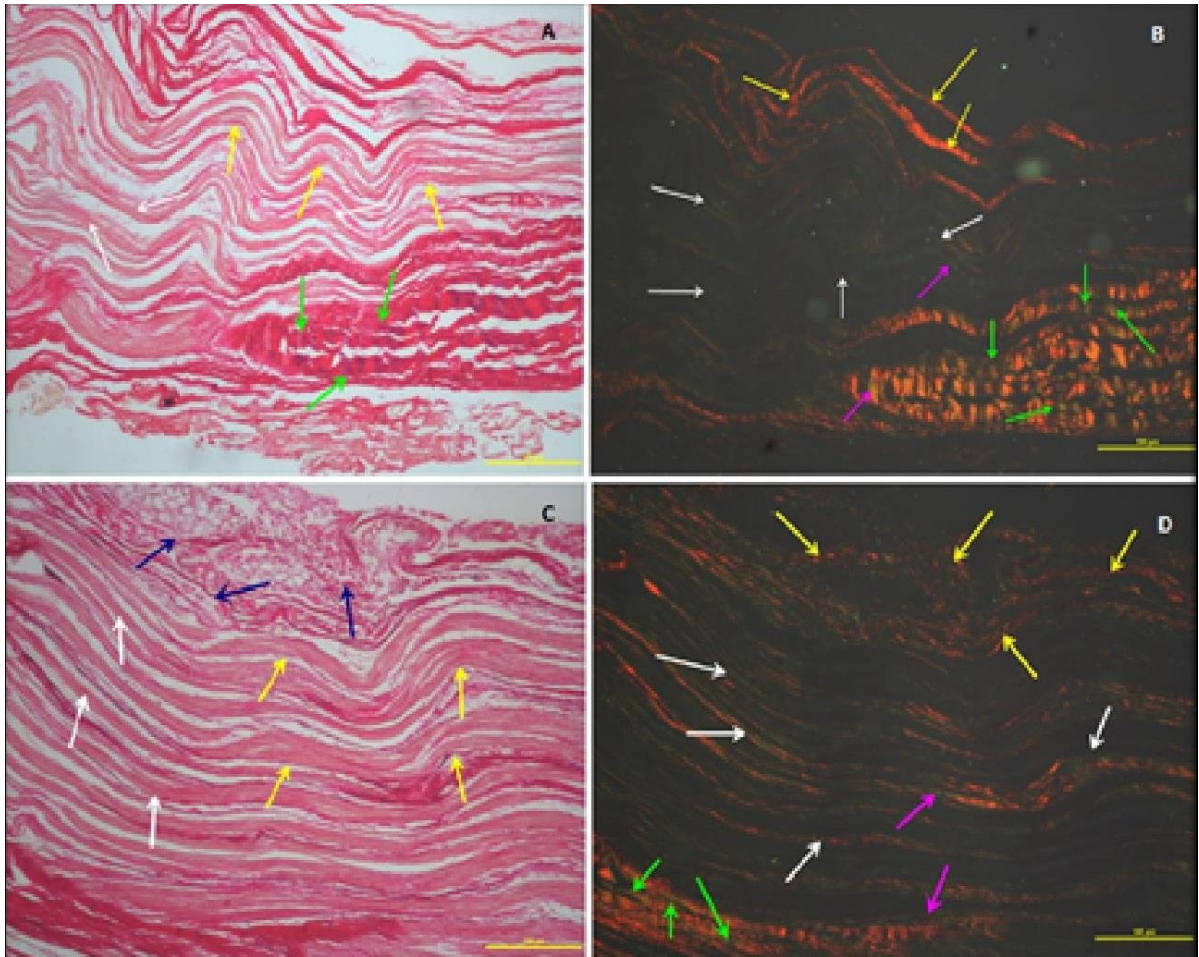


Figura 3. Cortes longitudinais do tendão do músculo extensor curto do polegar em cadáver adulto humano, corado pelo picrossírius-hematoxilina. Na figura **3A** (sem polarização), nota-se a presença dos feixes de colágeno uniformemente organizados na região de tensão (seta branca), o crimp com configuração ondulatória (seta amarela), e, na região fibrocartilaginosa, representando área de tensão-compressão, a presença das fibras colágenas densamente compactadas (seta verde). Aumento de 100x. Em **3B** (com luz polarizada), observa-se a presença do colágeno tipo I, representado pelas fibras colágenas altamente organizadas e birrefringentes na região de tensão (seta branca), do crimp com configuração ondulatória (seta amarela), da presença discreta do colágeno tipo III (seta magenta), em tons esverdeados na região de tensão e entrelaçado com os feixes de colágeno tipo I (seta branca), e da região de tensão-compressão (seta verde). Aumento de 100x. Em **3C** (sem o polarizador), pode-se detectar o tecido conjuntivo frouxo (seta azul), crimp (seta amarela) e fibras colágenas com disposição ondulatória na região de tensão (seta branca). Aumento de 100x. Em **3D** (com luz polarizada), verifica-se a birrefringência intensa do colágeno tipo I na região tendínea (seta branca), acompanhada pelo crimp (seta amarela) e a presença do colágeno tipo III (seta magenta) presente nas duas regiões. Aumento de 100x.

Discussão

Os tendões têm como principal atividade transmitir forças de tensão, porém podem receber forças de compressão quando contornam determinada articulação, sendo capazes de ser remodelados dinamicamente pelas células em resposta aos estímulos mecânicos (Feitosa et al. 2002). Esses tendões são formados principalmente pelo colágeno tipo I, produzido pelas células fibroblásticas. O conhecimento da morfologia e função do tendão do polegar, juntamente com as estruturas com as quais ele tem relação, é importante para o entendimento de diversas patologias que acometem o referido tendão e para a elaboração de um tratamento mais adequado para combater essas patologias.

A tendinite do bíceps ou tenossinovite é produzida pelo atrito sobre o tendão da cabeça longa do bíceps, quando ele atravessa o sulco bicipital. A ligação entre o lábio glenoidal e o tendão da cabeça longa do bíceps braquial possui também importante valor na avaliação e na correção cirúrgica de patologias labiais. Além disso, a bainha que reveste o tendão tem dupla função de lubrificar e nutrir, sendo em seu interior onde ocorre o deslizamento dos tendões, quando da execução de qualquer movimento. Do ponto de vista anatômico, o diagnóstico de tenossinovite é firmado toda vez que existe um componente inflamatório que engloba tanto a membrana sinovial quanto o tendão. Dessa maneira, admitimos que os presentes achados sobre a estrutura da MEC do tendão do músculo extensor curto do polegar podem ser uma colaboração para o entendimento de diversas patologias que acometem o referido tendão e para a elaboração de um tratamento mais adequado para combater essas patologias (Magalhães & Mejia, 2002).

A presença de células arredondadas semelhantes a condrócitos detectadas na região que está inserida na inserção inferior, na face dorsal da base da falange distal do polegar, deve-se provavelmente à existência de forças compressivas. Este resultado corrobora com os dados encontrados na literatura em tendões de ratos observados por vários autores. Feitosa et al. (2002a; 2002b; 2005; 2006) e Pimentel (2012), por exemplo, demonstraram a existência de modificações fenotípicas de acordo com o grau de força compressiva a que foram submetidos os tendões flexores superficial e profundo de ratos e de porcos com 45 dias de idade, respectivamente. Esses pesquisadores têm demonstrado que tendões sujeitos a diferentes forças biomecânicas são capazes de serem remodelados dinamicamente pelas células em resposta a essas forças. Além disso, a matriz dos tendões está caracterizada pela rica presença de fibras colágenas, cujas

propriedades biológicas e fisiomecânicas são determinadas pelo grau de agregação e ordem molecular de seus componentes (Kjaer et al. 2009; Vidal & Mello, 2011).

A microscopia de polarização evidencia a fibra de colágeno pela sua birrefringência, que é causada por fatores da birrefringência intrínseca e textural ou de forma. A birrefringência intrínseca corresponde às médias de todas as transições de elétrons entre as ligações peptídicas, estabelecendo informações sobre a direção de vibração e ressonância dos elétrons da região de ligação peptídica na molécula de colágeno ao longo da fibra. A birrefringência textural ou de forma, por outro lado, depende da geometria das moléculas, das concentrações dos componentes dos feixes de colágeno e das diferenças entre seus índices de refração (Vidal & Carvalho, 1990). Neste trabalho, o único material birrefringente foi o colágeno. Assim sendo, os detalhes morfológicos encontrados permitiram analisar a importância dos feixes de colágeno na organização estrutural do tendão extensor curto do polegar em cadáveres humanos. As medidas morfométricas indicaram um maior nível de colagenização na região tendínea quando comparada com a região de tensão e compressão.

Estudos realizados por De Oliveira e colaboradores (2015), em tendão do calcâneo de ratos *Wistar*, avaliaram a birrefringência e possíveis mudanças nas propriedades estruturais e biomecânicas dos tendões após o tratamento crônico com estatinas. Os autores concluíram que, através das medidas de birrefringência, os grupos submetidos à ação das estatinas apresentaram menor grau de organização das fibras de colágeno, diminuindo a força biomecânica dos tendões, tornando-os mais predispostos às rupturas.

Almeida e colaboradores (2016) avaliaram a concentração de proteínas não colagênicas e a birrefringência em tendões calcaneais de ratos após lesão durante as três fases diferentes de cura: inflamatória (7º dia), proliferativa (14º dia) e remodelativa (21º dia). As concentrações de proteínas não colagênicas foram medidas usando o método de Bradford e a birrefringência foi examinada usando microscopia de polarização e análise de imagem e a comparação também foi feita com tendões saudáveis não tenotomizados. Os autores observaram que a acupuntura manual em ST36 e BL57 aumentou a organização molecular de fibras de colágeno nos 14º e 21º dias após lesão. O uso isolado de BL57 e ST36 também aumentou a organização da fibra de colágeno quando examinados no dia 14 e 21, respectivamente. No entanto, não houve aumento significativo da concentração de proteínas não colagênicas em nenhum dos grupos tenotomizados.

No presente estudo, na região em que o tendão circundava o músculo, os feixes de fibras colágenas apresentavam-se mais espessos assumindo várias direções, formando uma trama tridimensional com pouca definição da sua organização. Essa organização nos parece ser devida possivelmente a presença de forças compressivas. Dessa maneira, a parte do tendão que antecede essa região, cujas forças biomecânicas não são tão contundentes, nos permitiu observar que a intensidade e homogeneidade da birrefringência nas fibras de colágeno foram mais intensas. Esse resultado é um reflexo de uma compactação ordenada dos feixes de colágeno, que exibem estruturas onduladas, evidenciando uma superestrutura helicoidal tridimensional, que provavelmente corresponde à exigência da termodinâmica criada pela demanda da biomecânica do tecido, a exemplo do que já foi encontrado em tendões flexores de porco (Feitosa et al. 2002a; 2002b; 2005 e 2006). A birrefringência exibida mostrou uma estrutura ondulada morfofuncional conhecida como “crimp” semelhante ao descrito por Vidal, 1995; Feitosa et al. 2002a; 2002b.

A morfologia do tendão do músculo extensor curto do polegar foi analisada levando-se em consideração duas regiões: uma proximal, correspondente à parte da inserção cranial, e outra distal, que se relaciona à inserção do músculo no polegar. São regiões que, além de anatomicamente diferentes, são consideradas funcionalmente distintas. Para caracterizar essa distinção, foi realizada uma análise morfofuncional, com base na observação e na descrição da organização das fibras elásticas, em cada uma dessas regiões. Essa parte poderia ir para o início e incluir na redação também as fibras colágenas.

As primeiras demonstrações de fibras elásticas por técnicas de coloração foram atribuídas a Von Ebner em 1870 (Policard & Collet, 1961, apud Cotta-Pereira, op. cit., 1984). A variação na proporção entre microfibrilas e elastina levou à classificação de três tipos de fibras do sistema elástico: as fibras oxitalânicas, exclusivamente de microfibrilas (portanto, não possuem elasticidade, mas resistem à tração); as fibras elaunínicas, com mais microfibrilas do que elastina; e, por fim, as fibras elásticas, onde há uma quantidade menor de microfibrilas e maior de elastina (Ushiki, 2002; Carvalho & Pimentel, 2013; Junqueira & Carneiro, 2017). Montes (1996) relata que existe uma distribuição diferencial das fibras oxitalânicas, elaunínicas e elásticas nos tecidos, sugerindo que a diferença de elasticidade de uma fibra oxitalânica comparada àquela de uma fibra elástica madura proporciona versatilidade ao sistema elástico.

No entanto, ainda não está bem compreendido o mecanismo pelo qual as fibras do sistema elástico se coram. Como as microfibrilas dos três tipos de fibras são idênticas em morfologia e

composição química, supõe-se que o responsável pela afinidade tintorial das fibras elaunínicas e elásticas maduras seja a elastina. Nas fibras oxitalânicas, desprovidas de elastina, acredita-se que algum material amorfo semelhante a mucossubstâncias presentes nas membranas basais, as quais se coram de modo semelhante ao das fibras oxitalânicas, seja responsável por suas reações de coloração (De Farias, 2005).

As principais dificuldades na coloração do sistema elástico incluem o grande número de métodos e variações descritos e as diferenças de coloração de cada fibra à mesma técnica. Em nosso estudo, optamos pelo método de Verhoeff, por considerá-lo uma técnica sensível para coloração das fibras elásticas, principalmente as elaunínicas e elásticas.

As fibras elásticas são constituídas pela proteína elastina e por glicoproteínas, sendo a fibrilina sua principal. A elastina é rica em aminoácidos hidrofóbicos (principalmente glicina, alanina, valina e prolina), apresentando, portanto, uma conformação enovelada. As moléculas de elastina arranjam-se em fibras ou lâminas, ligando-se covalentemente através da ação da lisil-oxidase e da formação de desmosina e isodesmosina a partir da lisina (Ushiki, 2002).

Em tendões, existe uma interação das fibras colágenas com as fibras elásticas permitindo ao tecido uma situação compatível na posição de repouso, mas não contribui para a flexibilidade da região de tensão do tecido em estudo. A distribuição das fibras elásticas está relacionada com a biomecânica exercida em cada região do tecido. Essas interações foram relatadas por Da Silva e colaboradores (2008), que estudaram a *fáscia lata* utilizada como autoenxerto na reparação do ligamento cruzado cranial rompido experimentalmente em cães. Os autores encontraram fibras elásticas em pequena quantidade, esparsas e ao redor dos feixes de fibras colágenas, que predominavam nas extremidades do enxerto. É conhecido que as propriedades mecânicas dos tecidos decorrem em grande parte dos componentes da matriz extracelular, principalmente da relação entre elastina e colágeno, que conferem respectivamente a elasticidade e a resistência. Entretanto, em tendões, a presença das fibras elásticas não é tão abundante como a das fibras de colágeno, isso pode ser explicado pela função de ancoragem e estabilização que essas estruturas exercem sobre as articulações e por isso o componente fibrilar mais resistente, que seria o colágeno tipo I, teria predominância quantitativa.

Nossos achados estão de acordo com os de Feitosa e colaboradores (2002a; 2002b; 2005; 2006), que demonstraram que em tendões flexores digitais: superficial e profundo de porco nas

regiões que estão sujeitas apenas às forças de tensão, componentes fibrosos, como as fibras elásticas, que estão distribuídos paralelamente entre os feixes de colágeno e fibroblastos. O contrário, contudo, acontece naquelas regiões onde ocorrem forças de tensão-compressão, cujas fibras se dispõem em várias direções.

Os resultados morfológicos apresentados neste trabalho para o tendão do músculo extensor curto do polegar, através da técnica de coloração pelo tricromo de Masson, mostraram que sua região proximal apresentou um aspecto típico de tendão, onde podem ser observados feixes de colágeno alinhados entre si, com os núcleos de fibroblastos localizados entre esses feixes e acompanhando a sua direção. No entanto, sua região distal apresentou fibras de colágeno em desarranjo, assumindo várias direções, formando uma trama tridimensional com pouca definição organizacional. Os fibroblastos apresentaram-se com aspecto arredondado semelhante a condrócitos.

A literatura tem evidenciado os aspectos comportamentais da MEC e de sua organização em tendões que estão sujeitos a diferentes forças biomecânicas. Vários autores (Feitosa et al. 2002a; 2002b; 2005; 2006) demonstraram que os tendões são capazes de ser remodelados dinamicamente pelas células em resposta a essas forças. Além disso, a MEC dos tendões está caracterizada pela rica presença de fibras colágenas, cujas propriedades biológicas e fisiomecânicas são determinadas pelo grau de agregação e ordem molecular de seus componentes.

Conclusões

O tendão do músculo extensor curto do polegar em cadáveres adultos humanos apresentou uma anatomia variada, considerando a região proximal ou tendínea caracterizada por receber apenas forças de tensão e a região distal, inserida no osso, onde, além das forças de tensão, ocorrem forças de compressão. Cortes longitudinais da região tendínea, corados com tricromo de Masson e picrossírius-hematoxilina, apresentaram feixes de colágenos bem organizados e dispostos paralelamente entre si. No entanto, na região distal, o tendão apresentou feixes de colágeno menos ordenados e aparentemente com menor calibre, com células arredondadas semelhantes a condrócitos. As diferenças entre essas regiões refletem uma adaptação da matriz extracelular, quando forças compressivas atuam nelas.

Na análise microscópica, a presença das fibras elásticas foi marcante na região tendínea — onde essas fibras se distenderam entre os feixes de colágeno e fibroblastos — sutilmente na região distal, intensamente circundando os vasos sanguíneos e em baixa concentração no tecido muscular esquelético e no perímio. O crimp foi observado na região proximal onde predominam forças de tensão e a análise morfométrica demonstrou um maior nível de colagenização em regiões de tensão do que nas regiões de tensão-compressão.

Referências

- Behmer OA, Tolosa EMC, Freitas Neto AG** (1976) *Manual de técnicas para microscopia normal e patológica*. São Paulo: Edusp, 239.
- Birk DB, Mayne R** (1997) Localization of collagen types I, II and V during tendon development. Changes in collagen types I and III are correlated with changes in fibril diameter. *Eur J Cell Biol* **72**, 352–361.
- Caetano EB, Net JJS, Vieira LA, Caeno, MF** (2013) *Anatomia da mão*.
- Carvalho HF, Recco-Pimentel, SM** (2013) *A Célula*. Manole, Campinas.
- Cotta-Pereira G, Del-Caro L, Montes GS** (1984) Distribution of elastics system fibers in hyaline and fibrous cartilages of the rat. *Acta Anatomica Journal*. **119**: 80–5.
- Cribb AM, Scott JE** (1995) Tendon response to tensile stress: An ultrastructural investigation of collagen: proteoglycan interactions in stressed tendon. *J Anat* **187**, 423–28.
- Dângelo M, Fattini C** (2003) *Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar*. Editora Atheneu, 2ª Edição, São Paulo.
- Feitosa VLC, Vidal BC, Pimentel ER** (2002a) Optical anisotropy of a pig tendon under compression. *J Anat* **200**, 105–111.
- Feitosa VLC, Esquisatto MAM, Joazeiro PP, et al.** (2002b) Variations in the glycosaminoglycan content, swelling properties and morphological aspects of different regions of the superficial digital flexor tendon of pigs. *Cell Mol Biol* **48**, Online, OL359–OL367.
- Feitosa VLC, Esquisatto MAM, Joazeiro PP, et al.** (2005) Physicochemical and structural analysis of three regions of the deep digital flexor tendon of pigs. *Braz J Morphol Sci* **22**, 113–119.
- Feitosa VLC, Prado FR, Esquisatto MAM, et al.** (2006) Comparative ultrastructural analysis of different regions of two digital flexor tendons of pigs. *Micron JMIC* **931**, 1–8.
- Junqueira LCU, Bignolas G, Bretani R** (1979) Picrossirius staining plus polarization microscopy, specific methods of collagen detection in tissue section. *Histochem J* **11**, 447–55.

Junqueira LCU (2017) Órgãos associados ao trato digestivo. *Histologia Básica: texto e atlas*. 13ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Kjaer M, Langberg H, Heinemeier K, et al. (2009) From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scand J Med Sci Sports* **19** (4), 500–10.

Magalhães HSM, Mejia DPM (2002) O efeito do ultrassom terapêutico no tratamento da tendinite do músculo supra-espinhoso.

Oliveira RK Lesão de tendão na mão. Disponível em: <<http://www.ricardokaempf.com.br/services/lesao-de-tendao-na-mao/>>. Acesso em: 07 de abril de 2019.

Pimentel ER, Aro AA, Vidal BC (2012) Biochemical and anisotropic properties of tendons. *Micron* **43**, 205–214.

Ushikiti T (2002) Collagen fibers, reticular fibers and elastic fibers. A comprehensive understanding for a morphological viewpoint. *Arch Histol Cytol* **65** (2), 109–126.

Vidal BC, Carvalho HF (1990) Aggregational state and molecular order of tendons as a function of age. *Matrix* **10**, 48–57.

Vidal BC (1995) Crimp as part of a helicoidal structure. *C. R. Acad. Sci. Paris, Science de la vie. Life Science* **318**, 173–178.

Vidal BC, Mello ML (2011) Collagen type I amide I band infrared spectroscopy. *Micron* **42** (3), 283–289.

Vogel KG, Koob TJ (1989) Structural Specialization in Tendons under Compression. *International Review Of Cytology*, Elsevier. [s.l.], 267–293.

Agradecimentos:

Ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – CNPq e à Universidade Federal de Sergipe pelo apoio à Iniciação Científica.

Conflito de Interesse:

Os autores declaram não existir nenhum conflito de interesse.

Contribuições dos autores:

O desenho da pesquisa, todos os experimentos e observações foram conduzidos por VLCF e LAGC. As dissecações foram realizadas por JAA. Todas as colorações foram realizadas por, LAGC, CSP, VASA, RDMJ, RPV, NDC e VMSL. As análises das lâminas histológicas com documentação fotográfica foram realizadas por VLCF, AFS e LAGC. O manuscrito foi escrito por VLCF, AFS, FPR e LAGC e todos os autores forneceram revisões bibliográficas e críticas do manuscrito.

ANEXO A**LEI Nº 8.501, DE 30 DE NOVEMBRO DE 1992**

Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências.

O VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no exercício do cargo de **PRESIDENTE DA REPÚBLICA** faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Esta Lei visa disciplinar a destinação de cadáver não reclamado junto às autoridades públicas, para fins de ensino e pesquisa.

Art. 2º O cadáver não reclamado junto às autoridades públicas, no prazo de trinta dias, poderá ser destinado às escolas de medicina, para fins de ensino e de pesquisa de caráter científico.

Art. 3º Será destinado para estudo, na forma do artigo anterior, o cadáver:

I -- sem qualquer documentação;

II -- identificado, sobre o qual inexistem informações relativas a endereços de parentes ou responsáveis legais.

§ 1º Na hipótese do inciso II deste artigo, a autoridade competente fará publicar, nos principais jornais da cidade, a título de utilidade pública, pelo menos dez dias, a notícia do falecimento.

§ 2º Se a morte resultar de causa não natural, o corpo será, obrigatoriamente, submetido à necropsia no órgão competente.

§ 3º É defeso encaminhar o cadáver para fins de estudo, quando houver indício de que a morte tenha resultado de ação criminoso.

§ 4º Para fins de reconhecimento, a autoridade ou instituição responsável manterá, sobre o falecido:

- a) os dados relativos às características gerais;
- b) a identificação;
- c) as fotos do corpo;
- d) a ficha datiloscópica;
- e) o resultado da necropsia, se efetuada; e
- f) outros dados e documentos julgados pertinentes.

Art. 4º Cumpridas as exigências estabelecidas nos artigos anteriores, o cadáver poderá ser liberado para fins de estudo.

Art. 5º A qualquer tempo, os familiares ou representantes legais terão acesso aos elementos de que trata o § 4º do art. 3º desta Lei.

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 30 de novembro de 1992; 171º da Independência e 104º da República.

ITAMAR FRANCO

Maurício Corrêa