

Estudo morfológico de tendões flexores de eqüinos

Morphological study of equine flexor tendons

Gisela Cristiane FERRARO¹;
Julieta Rodini Engrácia de MORAES¹;
Gener Tadeu PEREIRA²;
Mauro Henrique BUENO DE CAMARGO¹;
Flávio Ruas de MORAES¹

1 - Departamento de Patologia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Jaboticabal - SP
2 - Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Jaboticabal - SP

Resumo

A proposta deste estudo é a de descrever as características morfológicas dos tendões dos músculos flexores superficial (TMFSD) e profundo (TMFPD) dos dedos de eqüinos e focalizar suas diferenças. O material utilizado foi obtido de quatro segmentos tendíneos colhidos dos membros torácicos e pélvicos, de sete cadáveres de eqüinos adultos sem lesões macroscópicas diagnosticadas. Os segmentos examinados do TMFSD foram: junção músculo-tendínea, terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso, terço distal do terceiro metacarpo ou metatarso e extremidade distal da falange proximal. Por sua vez, para o TMFPD: junção músculo-tendínea, região do terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso, região do ligamento frenador inferior e região da falange média. Os resultados evidenciaram algumas diferenças histológicas na distribuição e localização dos componentes entre segmentos do mesmo tendão e entre tendões torácicos e pélvicos, especialmente para a quantidade de condrócitos, que mostrou ser maior na região do terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso, tanto para os membros torácicos como para os pélvicos do TMFSD. No caso do TMFPD, o maior número de tais células foi observado na região do terço médio do terceiro metacarpo dos membros torácicos e na região da falange média dos membros pélvicos.

Palavras-chave

Eqüinos.
Morfologia animal (estudo).
Tendões.

Correspondência para:

JULIETA RODINI ENGRÁCIA DE MORAES
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP
Campus de Jaboticabal
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
14884-900 - Jaboticabal - SP
e.mail: jrmoraes@fcav.unesp.br

Recebido para publicação: 06/08/2002
Aprovado para publicação: 27/09/2002

Introdução

As lesões de tendões flexores de eqüinos representam um dos maiores desafios para a monitoração clínica e o prognóstico pois ocorrem em diversas estruturas flexoras colágenas, tanto nos membros torácicos como nos pélvicos, com predileção para o tendão do músculo flexor superficial do dedo em eqüinos de corrida. Os diferentes locais lesados e a análise da distribuição de cargas entre as estruturas flexoras nos diferentes tipos de exigência, em associação à demanda locomotora

específica, explicam essa diferença. Fatores extrínsecos como a conformação, idade do animal, nível de treinamento e tipo de ferradura, também estão implicados na etiopatogenia das lesões. No entanto, os mecanismos geradores específicos e suas inter-relações na gênese das lesões não são bem conhecidos¹.

A alta atividade atlética exigida pode levar, em alguns casos, a lesões severas no tecido tendíneo. Tais lesões podem ser resultante de uma sobrecarga única, onde a magnitude da força exigida excede à resistência máxima das fibras,

ou ainda de um acúmulo de micro-lesões, que aumentam a cada ciclo de carga, levando à ruptura da estrutura tendínea². Estas lesões nas estruturas colágenas flexoras dos eqüinos resultam em alta morbidade, e sua resolução freqüentemente depara-se com a impossibilidade de restauração completa da estrutura e função. Uma arquitetura tecidual alterada e, conseqüentemente uma função biomecânica anômala, levará ao comprometimento da futura performance do animal e à predisposição ao elevado risco de recidivas, gerando perdas econômicas, principalmente em se tratando de animal atleta. A ocorrência de enfermidade nos tendões flexores de eqüinos de corrida em treinamento é estimada em 30,00% e, embora tenham ocorrido avanços na prática ortopédica nos últimos anos, a ocorrência destas patologias tendíneas, bem como a eficácia do tratamento pouco se alteraram².

Assim, apesar da alta ocorrência de lesões tendíneas em eqüinos e do interesse clínico em resolvê-las, há poucas referências sobre a caracterização morfológica do tendão de eqüinos; que, em parte, deve-se à dificuldade técnica em preparar cortes histológicos tendíneos de boa qualidade^{3,4}. Os artigos disponíveis limitam-se a descrever uma única região, normalmente injuriada, de um ou dois tendões ou ligamentos⁵, ou descrevem superficialmente as alterações que freqüentemente ocorrem com a idade⁶.

A principal dúvida quanto à gênese das lesões de tendões, especialmente as de eqüinos e as do homem é se elas são precedidas ou não de processo degenerativo. Considerando a freqüência com que as lesões são reconhecidas e diagnosticadas, o exame histológico de tendões deveria revelar lesões degenerativas em alguns casos,

se esse precursor fosse necessário para que a lesão clinicamente reconhecível se estabelecesse. As evidências experimentais relatadas que tentam associar lesão tendínea com alterações degenerativas prévias no homem e no cavalo são pouco esclarecedoras para elucidar esta controvérsia⁷.

As análises biomecânicas associadas aos estudos bioquímicos e histológicos, do tendão de cães, indicam a fibrocartilagem, como a responsável pela resistência dos tendões à ruptura^{8,9}. Todavia, estes não devem ser transpostos para outras espécies, considerando os aspectos anatômicos e funcionais dos tendões nas diferentes espécies¹⁰.

Objetivou-se investigar aspectos morfológicos de diferentes segmentos histológicos dos tendões dos músculos flexores superficial (TMFSD) e profundo (TMFPD) dos dedos, dos membros torácicos e pélvicos de eqüinos adultos, sem lesões tendíneas macroscópicas.

Material e Método

Foram utilizados 14 membros (7 torácicos e 7 pélvicos) de 7 cadáveres de eqüinos adultos, com idade média de oito anos, de diferentes raças, machos e fêmeas, sem lesões tendíneas macroscópicas. Uma vez isolados os TMFSD e TMFPD, foram colhidos segmentos de quatro regiões, com referencial anatômico comum na espécie em estudo:

·TMFSD: (A) região da junção músculo-tendínea; (B) região do terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso; (C) região do terço distal do terceiro metacarpo ou metatarso; (D) região da extremidade distal da falange proximal (bifurcação).

·TMFPD: (E) região da junção músculo-tendínea; (F) região do terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso; (G) região do ligamento frenador inferior; (H) região medial da falange média.

Desses segmentos foram retiradas amostras de aproximadamente 10 mm, fixadas em líquido de Bouin por 24 h e preparadas para inclusão a vácuo em parafina e obtenção de cortes transversais e longitudinais com 6 mm de espessura (Micrótomo Rotativo Universal - modelo AUTOCUT 2055), que foram coradas com hematoxilina eosina ou tricrômico de Masson.

Cada segmento, representante de cada uma das quatro regiões, foi examinado morfológicamente para descrição dos componentes teciduais em microscopia de luz.

Para o exame do tecido fibrocartilaginoso do TMFSD e do TMFPD de eqüinos, o número de condrócitos, do tecido conectivo denso comum, foi contado em cada uma das quatro regiões previamente indicadas, nos membros torácicos e pélvicos. Em cada lâmina foram fixados três cortes do tecido tendíneo, referentes à somente uma das regiões, de apenas um membro. Em cada corte, as células de 10 campos focados ao acaso, com objetiva 40, foram contadas em microscópio binocular de luz.

Para a comparação do número de condrócitos entre as quatro regiões do TMFSD e do TMFPD, dos membros torácicos e pélvicos, os dados foram analisados segundo o esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas eram os membros e as sub-parcelas, as regiões, em delineamento em blocos ao acaso (animais). Para os fatores significativos, nas comparações múltiplas, utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5,00% de probabilidade¹¹.

A análise estatística foi realizada com os dados transformados em $\sqrt{n+1}$, sendo n o número de células contadas em cada campo de leitura.

Resultados

Análise histológica

Nas regiões da junção músculo-tendínea (regiões A e E), o epitendão era bem evidente, pronunciado e ricamente vascularizado na região A e, visualmente mais delgado, descontínuo e com vascularização mais difusa na região E; as células adiposas eram numerosas e concentradas. Os condrócitos mostraram-se distribuídos irregularmente nos feixes colagenosos, sendo menos evidentes na região E (Figura 1a).

Nas regiões do terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso (regiões B e F), o epitendão era delgado, com menor número de vasos e com células adiposas esparsas. A cartilagem fibrosa era mais evidente nas faces palmar ou plantar, formando um halo de tecido fibrocartilaginoso. (Figura 1b).

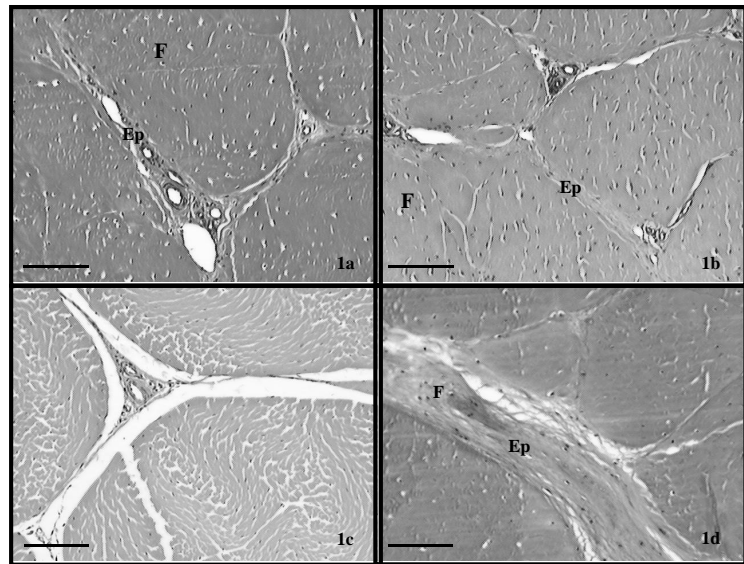
Nas regiões do terço distal do terceiro metacarpo ou metatarso (região C) e da extremidade distal da falange proximal (região D), o epitendão formava um arcabouço de tecido conectivo delgado, vascularizado, com coloração eosinofílica onde os condrócitos estavam difusos, sendo mais numerosos na porção distal do segmento. Na região D, os feixes colagenosos do endotendão distribuíam-se irregularmente, mostrando-se em posição oblíqua uns aos outros (Figura 1c).

Nas regiões do ligamento frenador inferior e medial da falange média (regiões G e H), o epitendão apresentava-se mais espesso, com

Figura 1

Fotomicrografias do TMFSD e TMFPD de eqüinos. Coloração hematoxilina-eosina. Barras: 100mm.

- 1a) região da junção músculo-tendínea – Epitendão (Ep) vascularizado e condrócitos (F) difusos nos feixes colagenosos;
 1b) região do terço médio do terceiro metacarpo ou metatarso – Epitendão (Ep) delgado e condrócitos (F) difusos nos feixes colagenosos;
 1c) região da extremidade distal da falange proximal – Feixes colagenosos do endotendão dispostos de forma irregular e oblíquos entre si;
 1d) região do ligamento frenador inferior – Epitendão espesso (Ep) e condrócitos (F) bem diferenciados.



coloração eosinofílica, onde os condrócitos mostravam-se bem diferenciados. Os vasos encontravam-se mais periféricos e as células adiposas esparsas. Os condrócitos estavam entre os feixes colagenosos concentrando-se na periferia do tecido tendíneo (Figura 1d).

Análise quantitativa

Pela análise de variância, no TMFSD não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os membros torácicos e pélvicos ($P = 0,48$). Todavia, essa diferença ocorreu ($P < 0,05$) entre as regiões do mesmo membro e entre as regiões dos dois membros. Para o TMFPD, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os membros torácicos e pélvicos, entre as regiões do mesmo membro e entre as regiões dos dois membros. A média do número de condrócitos do TMFSD ($3,48 \pm 0,02$)

foi 1,50 vez maior que a do TMFPD ($2,33 \pm 0,01$) - (Tabela 1).

Dentre as quatro regiões do TMFSD, a maior média do número de condrócitos, nos membros torácicos, foi a da região C ($3,81 \pm 0,04$) e a menor, a da região A ($2,75 \pm 0,04$). Nos membros pélvicos, a maior também foi a da região C ($4,08 \pm 0,04$), porém a menor, foi a da região D ($3,09 \pm 0,07$). As maiores médias foram as dos membros pélvicos, com exceção da região D (Figura 2).

Para o TMFPD, a maior média do número de condrócitos, nos membros torácicos, foi a da região F ($2,58 \pm 0,04$) e a menor, a da região G ($2,35 \pm 0,03$). Nos membros pélvicos, a maior foi a da região H ($2,42 \pm 0,02$) e a menor, a da região E ($1,74 \pm 0,03$). As maiores médias foram as dos membros torácicos - (Figura 2).

Pelo teste de Tukey, comparando-se as quatro regiões dos TMFSD, verificou-se que as médias, do

Figura 2

Média do número de condrócitos (transformados pela ???), quantificados nas regiões anatômicas estudadas, dos tendões dos músculos flexores superficial (TMFSD) e profundo (TMFPD) dos dedos de eqüinos. As barras verticais indicam o erro padrão das médias em cada região. Médias com letras minúsculas iguais dentro das barras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$); médias com letras maiúsculas iguais sobre as barras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$)

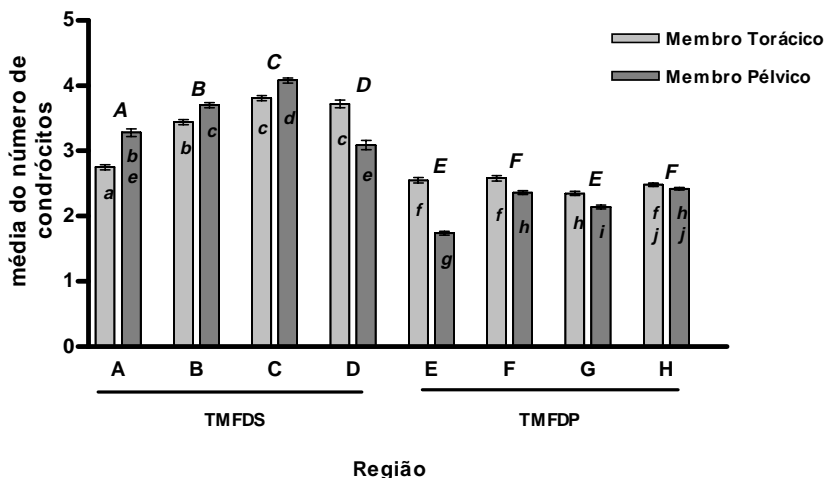


Tabela 1

Análise de variância obtida pela quantificação de condrócitos em cada região anatômica estudada. Jaboticabal - SP, 2000

Fonte	Valores mínimos significativos do teste F		
	gl	TMFSD	TMFPD
Animal	6	46,59*	12,62*
Membro	1	0,56 ^{ns}	16,19*
Animal (membro)	6	19,06*	17,49*
Região	3	139,53*	67,90*
Membro * Região	3	59,64*	72,41*
CV	-	19,26	17,03
R ²	-	0,38	0,35
Média ± EP	-	3,48 ± 0,02	2,33 ± 0,01

Os dados foram transformados pela .
 TMFSD - tendão do músculo flexor superficial do dedo de eqüinos
 TMFPD - tendão do músculo flexor profundo do dedo de eqüinos
 Gl - graus de liberdade; CV - coeficiente de variação;
 R² - coeficiente de determinação; EP - erro padrão
 * ($P < 0,05$) = significativo ao nível de 5.00% de probabilidade
 ns ($P > 0,05$) = não significativo ao nível de 5.00% de probabilidade.

número de condrócitos dos membros torácicos, diferiram significativamente entre si ($P < 0,05$), com exceção das regiões C e D ($P = 0,87$). Do mesmo modo, para os membros pélvicos, as médias diferiram significativamente entre si ($P < 0,05$), exceto na comparação entre as regiões A e D ($P = 0,10$). Comparando-se as médias dos membros torácicos com as dos pélvicos, somente entre as regiões B (torácico) e A (pélvico); C (torácico) e B (pélvico); D (torácico) e B (pélvico) não foram observadas diferenças significativas

entre si ($P=0,20$; $P=0,70$; $P=1,00$ respectivamente) - (Figura 2 – letras minúsculas).

Para o TMFPD, as médias, do número de condrócitos dos membros torácicos, das regiões E e F; E e H; F e H não diferiram significativamente entre si ($P=0,99$; $P=0,68$; $P=0,17$ respectivamente). Nos membros pélvicos, apenas entre as regiões F e H não houve diferença significativa ($P=0,69$). Comparando-se os membros torácicos e pélvicos, as médias das regiões G (torácico) e F (pélvico); G (torácico) e H (pélvico); H (torácico) e H (pélvico), não diferiram significativamente entre si ($P=1,00$; $P=0,60$; $P=0,83$ respectivamente) - (Figura 2 – letras minúsculas).

Na comparação geral de todas as regiões, pelo teste de Tukey, sem a consideração dos membros, somente as médias das regiões E e G e das regiões F e H não diferiram significativamente entre si ($P>0,05$) - (Figura 2 – letras maiúsculas).

Discussão

Os TMFSD e TMFPD de equínos de diferentes idades apresentam diferenças entre suas estruturas histológicas, em locais diferentes do mesmo tendão e entre tendões dos membros torácicos e pélvicos do mesmo animal. O maior significado dessas diferenças é a sua relação com a patogenia das lesões⁴.

Neste trabalho foram reconhecidas pequenas diferenças nos componentes histológicos entre as oito regiões estudadas mas, por outro lado, não foi observada nenhuma diferença histológica digna de nota, entre os membros torácicos e pélvicos, tanto para o TMFSD quanto para o TMFPD.

Poucos relatos na literatura referem-se às características histológicas de tendões flexores de

equínos ou de outras espécies nos seus diferentes segmentos. Neste estudo, verificou-se que o epitendão do TMFSD formava septos volumosos e ricamente vascularizados no TCIF, isolando os feixes colagenosos e os tenoblastos, especialmente nas regiões A e E, sendo descontínuo e delgado, na região E. Contudo, apresentava-se mais delgado e menos vascularizado nas demais regiões distais (B; C; D; F; G e H).

Se a provisão de sangue do TMFSD de um equino de corrida for inadequada resultando em isquemia, parcial ou total nas áreas centrais, estas apresentarão alterações degenerativas, típicas de necrose de coagulação nas áreas submetidas às tensões logitudinais³. Entretanto, a necrose não tem manifestação clínica se não estiver associada à tensão mecânica severa⁷. Sendo assim, a metaplasia condrocítica nesta região do metacarpo de equínos, submetida à tensão constante e, portanto, freqüentemente exposta às lesões, ficaria justificada. Isso demonstra a importância de se conhecer a constituição dos diferentes segmentos tendíneos e sua relação com o prognóstico de lesões traumáticas.

O número de células do tendão parece reduzir com a idade, bem como os condrócitos, principalmente na região de inserção do tendão⁴. Neste estudo, os condrócitos foram identificados em todos os segmentos, mostrando-se mais numerosos na região C. Esta metaplasia condrocítica focal provavelmente está relacionada à força de compressão aplicada, principalmente na região sesamoidiana do tendão. Esses resultados confirmam o descrito por outros autores para TMFSD de equínos¹².

As características histológicas da região D distinguiram-se das outras pela distribuição oblíqua dos seus feixes colagenosos em relação ao eixo central que nos outros, tinham

disposição longitudinal. Essa característica morfológica provavelmente está relacionada ao comportamento mecânico do segmento associado às debilidades relativas e de pouca resistência intrínseca do TMFSD¹².

O exame quantitativo do tecido fibrocartilaginoso no TMFSD mostrou que o maior número médio de condrócitos dos membros torácicos e pélvicos foi observado na região C. Esses resultados corroboram os encontrados por outros autores^{9,10}, para o tendão de cães, cuja região metacarpofalangeana é rica em tecido fibrocartilaginoso, indicando relação direta entre a atividade funcional dessas células e a atividade motora do segmento tendíneo exposto às forças compressivas.

Quanto ao TMFDP, o número médio de condrócitos, foi maior na região F e G, dos membros torácico e pélvico, respectivamente. Sendo, o maior número registrado nos membros pélvicos para o TMFSD e nos membros torácicos, para o TMFDP.

É importante constatar que no TMFSD não houve diferença estatisticamente significativa entre o número de condrócitos dos membros torácicos e pélvicos. Entretanto, essa diferença ocorreu no TMFDP. Pode-se inferir que tal fato esteja relacionado às diferentes cargas e funções atribuídas a esses segmentos. Ressalta-se ainda que o número médio de condrócitos, no TMFSD, foi 1,5 vez maior que o do TMFDP.

Há evidências de que lesões de TMFSD sejam mais frequentes em animais mais velhos, qualquer que seja a atividade, pois a arquitetura dos tendões apresenta variação relacionada com a atividade e idade do animal¹². A idade interfere nos perfis das ondulações das fibrilas do TMFSD e, esta configuração faz com

que as fibras centrais de equínos mais velhos esgarcem antes, podendo romper-se, com características similares às observadas nas tendinites⁵.

Parece não haver relação entre as diferenças histológicas e os fatores predisponentes para o desenvolvimento de lesões, uma vez que estas são alterações fisiológicas que não devem ser tomadas como anormalidades. As diferenças histológicas, identificadas neste estudo, para os TMFSD e TMFDP, apontam no mesmo sentido permitindo estabelecer relações entre a atividade do tendão e sua constituição histológica. Todavia, quando o tendão recebe exigências que ultrapassam sua capacidade funcional, estará exposto aos traumas e, esses serão tão mais graves quanto maior o excesso de esforço.

Conclusões

Os resultados deste estudo indicaram diferenças morfológicas entre os componentes histológicos das regiões estudadas para os TMFSD e TMFDP, dos membros torácicos e pélvicos de equínos adultos.

A maior contagem de condrócitos foi para o TMFSD, sendo 1,5 vez maior que a do TMFDP.

O número médio de condrócitos do TMFSD não diferiu estatisticamente entre os membros torácicos e pélvicos, embora o número médio dos últimos foi maior.

No caso do TMFDP, o número médio de condrócitos foi maior no membro torácico do que no pélvico.

Agradecimentos

· Maria Inês Yamazaki de Campos e Francisca de Assis Ardisson (auxiliares técnicos de histologia),

Edgard Homen e Narciso Baptista Tel (auxiliares de necropsia), do Departamento de Patologia Veterinária - FCAVJ/Unesp.

· Departamento de Ciências Exatas - FCAVJ / Unesp.

· Frigorífico Pomar - Araguari - MG, na pessoa do Dr. Walmir Tunalla - Médico Veterinário e Inspetor do Serviço de Inspeção Federal.

· FAPESP, pelo suporte financeiro.

Summary

The objective of the present study was to describe the normal appearance of the superficial (SDFT) and deep (DDFT) digital flexor tendons of horses and to focus on the differences between their histological constituents. Morphological study was performed on the four tendon segments collected from the thoracic and pelvic limbs of seven fresh cadavers of adult horses without previously diagnosed clinical lesions. The segments analyzed were the muscle-tendon junction, middle third and third distal of the third metacarpus/metatarsus and distal extremity of the proximal phalanx for the SDFT, and muscle-tendon junction, middle third of the third metacarpus/metatarsus, region of the check ligament and region of the middle phalanx for the DDFT. The results showed some histological differences in the distribution and localization of the components between segments of the same tendon and between thoracic and pelvic tendons, especially in terms of the quantity of fibrocartilage cells; that is revealed higher in the middle third region of the third metacarpus/metatarsus both for the thoracic and the pelvic limbs for the SDFT and highest counts in the region of the middle third of the third metacarpus for the thoracic limbs and in the region of the middle phalanx for the pelvic limbs for the DDFT.

Key-words

Equine.
Morphology study.
Tendon.

Referências

- 1 - FACKELMAN, G. E. The Nature of Tendon Damage and its Repair. **Equine Veterinary Journal**, v. 5, n. , p. 141-149, 1973.
- 2 - ALVES, A. L. G. **Influência da beta-aminopropionitrila associada à atividade física na reparação tendínea de equinos após agressão pela colagenase**. Análise ultra-sonográfica e morfológica. 1998. 91 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- 3 - STROMBERG, B. The normal and diseased superficial flexor tendon in racehorses. A morphologic and physiologic investigation. **Acta Radiologica**, v. 305, p. 1-94, 1971. Supplement.
- 4 - WEBBON, P. M. A histological study of macroscopically normal equine digital flexor tendons. **Equine Veterinary Journal**, v. 10-4, n. , p. 253-259, 1978.
- 5 - OTOMO, K. Histological studies in the insertion of the tendon on the distal phalanx of the horse. **Japanese Journal Veterinary Research**, v. 21-1, n. , p. 1-14, 1973.
- 6 - SONNICHESEN, H. V. **Tendinitis in horses**. Copenhagen: Carl Fr. Mortensen, 1976.
- 7 - WEBBON, P. M. A post mortem study of equine digital flexor tendons. **Equine Veterinary Journal**, v. 9-2, n. , p. 61-67, 1977.
- 8 - MORAES, J. R. E. **Estudo comparado dos aspectos morfofuncionais de tendões na constituição normal e na evolução do processo cicatricial**. 2001. 172 f. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- 9 - OKUDA, Y.; GORSKI, J. P.; AN, K. N.; AMADIO, P. C. Biochemical, histological and biochemical analysis of canine tendon. **Journal**

- of Orthopaedic Research**, v. 5-1, n. , p. 60-68, 1987.
- 10 - MORAES, J. R. E.; MACHADO, M. R. F.; HATAKA, A.; MORAES, F. R. Avaliações morfológica e morfométrica do tendão do membro flexor profundo dos dedos do cão, coelho e galinha. **Ars Veterinária**, v. 15-1, n. , p. 39-45, 1999.
- 11 - SAS Institute. **SAS/SAT User's guide**. Version 6. Cary, NC, 1995.
- 12 - CREVIER-DENOIX, N.; COLLOBERT, C.; SANARA, M.; BERNARD, N.; JOLY, C.; POURCELOT, P.; GEIGER, D.; BORTOLUSSI, C.; BOUSSEAU, B.; DENOIX, J. M. Mechanical correlations derived from segmental histologic study of the equine superficial digital flexor tendon, from foal to adult. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59-8, n. , p. 969-977, 1998.