

Artigo Original Original Article Artículo Original
Pesquisa Clínica Clinical Research Investigación Clínica

Avaliação anatômica da secção da área transversal dos tendões da região distal dos membros torácicos de asininos (*Equus asinus*) utilizados como veículo de tração animal

Anatomical evaluation of the cross-sectional area of the tendons of the distal forelimb of donkeys (Equus asinus) used for traction

Evaluación anatómica de la sección del área transversal de los tendones de la región distal de los miembros torácicos de asininos (Equus asinus) utilizados como vehículo de tracción animal

Flávio Ribeiro Alves;¹ Arani Nanci Bomfim Mariana;² Porfírio Candanedo Guerra;³ Pedro Paulo Machado;⁴ Carlos Eduardo Cruz-Pinto⁴

Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP). São Paulo, SP, Brasil

¹Pós-graduando do Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP

²Professora Doutora do Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP. CRMV-SP 1445

³Professor do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão

⁴Aluno de graduação do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão

Resumo

Objetivo: Realizar um estudo anatômico e radiográfico da secção da área transversal dos principais tendões que compõe a região distal dos membros torácicos. Assim, buscam-se subsídios à prática clínica e cirúrgica dedicada a esses animais, bem como a compreensão de sua maior resistência a lesões locomotoras, quando comparados ao equino.

Material e Método: Foram analisados os membros torácicos de 15 asininos, de diferentes sexos e idades. Os animais pesavam em média 150 kg, eram alimentados com ração volumosa e utilizados em veículos de tração animal. Após a retirada dos membros, foram realizadas radiografias, em projeção lateromedial. Posteriormente, as peças foram fixadas em solução de formalina a 10% e submetidas à dissecação que individualizou os tendões da região estudada. Com um paquímetro de precisão 0,05 mm, foi realizada a mensuração dos tendões do músculo flexor digital superficial, músculo flexor digital profundo e tendão interósseo médio, aferindo-se a largura e espessura desses tendões em sete zonas predefinidas. **Resultados e Conclusões:** Os maiores valores de secções transversais para o tendão flexor digital superficial, profundo e interósseo mostraram coincidência com os pontos de maior estresse articular. Foram observados também valores de secção de área transversal que excediam aqueles verificados para a média da população, fato devido a processos inflamatórios tendíneos crônicos decorridos do exaustivo trabalho executado por esses animais. Desse modo, caracterizou-se a grande especialização locomotora a essas atividades, bem como a resistência dos asininos a lesões nessas estruturas do seu aparelho locomotor.

Palavras-chave: Tendões, anatomia. Traumatismos dos tendões. Extremidade superior. Articulação do dedo do pé. Resistência à tração. Equidae. Asininos.

Introdução e Literatura

Estudos paleontológicos observaram indícios da existência do cavalo tanto no território americano como no lado oriental do planeta (RUMUSZKAN; JUNQUEIRA,¹ 1980). Em 1967, encontrou-se um esqueleto numa rocha da época eocena do Sul dos Estados Unidos. De acordo com as observações de Torres e Jardim² (1983), tratava-se do *Equus ohippus*, antepassado mais próximo do equino atual, a partir do qual pode ter ocorrido um desenvolvimento por um período de 60 milhões de anos, até o surgimento do *Equus caballus* (há cerca de 1 milhão de anos). Autores como Rumuszkan e Junqueira¹ (1980) e Torres e Jardim² (1983) relataram que o *Equus ohippus* era aproximadamente do tamanho de uma raposa, apresentando quatro dígitos nos membros torácicos, três nos membros pélvicos, e que sua pelagem era, possivelmente, mosqueada ou listrada para que ele pudesse se camuflar no seu ambiente.

Em um novo ambiente, desenvolveram-se, então, quatro cavalos primitivos. O cavalo das Estepes, na Ásia, *E. przewalski*, conhecido hoje como cavalo

selvagem da Ásia (cavalo de Przehevalski), considerado uma subespécie do cavalo doméstico (ASSOCIAÇÃO PARA O ESTUDO E PROTEÇÃO DO GADO ASININO,³ 2004; CAMAC,⁴ 1997; GOVERNO DA REPÚBLICA DE HUÍLA,⁵ 2004). Segundo Camac⁴ (1997), mais a Oeste desenvolveu-se o cavalo Tarpan, animal de ossatura mais fina e membros mais afilados do que o primeiro. Surgiu ainda no Norte da Europa, o cavalo das florestas, sendo mais pesado e vigoroso do que os demais. Por fim, no Noroeste da Sibéria, verificaram-se evidências de um tipo primitivo conhecido como cavalo da Tundra.

Relatos realizados por Torres e Jardim² (1983) sugerem que o jumento doméstico (*E. asinus vulgaris*) provavelmente originou-se do mesmo tronco filogenético que deu origem ao cavalo. Dados paleontológicos remontam fósseis antigos desses animais, datando da era terciária, período pliocênico, descobertos na Ilha Pianosa, no Mar Adriático Meridional. Rumuszkan e Junqueira¹ (1980) também relatam a existência de fósseis na região da Argélia, considerada terreno da era quaternária, onde foram designados como *E. asinus atlanticus*.

Esses animais são dotados de grande resistência física quando comparados aos eqüinos. Contudo, em decorrência dos constantes traumas aos quais seu aparelho locomotor está submetido, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados da anatomia da região distal dos membros torácicos em asininos, visando a uma aplicação prática clínica e cirúrgica nesses animais (ALVES et al.,⁶ 2003).

Todo o conjunto desenvolvido a partir da interação existente entre o sistema muscular, agente realizador das funções mecânicas - pelo sistema circulatório - o agente responsável pela manutenção desse conjunto contribui para o equilíbrio biodinâmico corpóreo do eqüino. Neste contexto, os tendões e ligamentos têm uma função primordial durante o estado de estação ou movimento, visto que atuam como transmissores de forças e coaptares da articulação, envolvidos especialmente na suspensão do boleto (DENOIX,⁷ 1994).

Em suas observações, Denoix⁷ (1994) verificou que, em membros torácicos de eqüinos adultos, tanto entre diversas raças como individualmente, a área de secção transversal do tendão flexor digital superficial, flexor digital profundo e tendão interósseo varia consideravelmente na direção proximodistal. Conforme as observações de Riemersma e Schamhardt⁸ (1985) e Riemersma; Schamhardt e Hartman⁹ (1988), existe uma correlação inversa entre a secção de área transversal, o número de fibras tendíneas e a quantidade de colágeno, sugerindo que a área de secção transversal não seja representativa de força para os tendões em eqüinos.

Durante a máxima extensão, o boleto induz alta tensão no tendão flexor digital superficial e em seu ligamento acessório. Dessa forma, todo o aparelho suspensório fica sob alto estresse (DYSON,¹⁰ 2003). Evans e Barbenel¹¹ (1975) lembram que, embora observe-se uma importante contribuição para a estabilização interfalangeana e suspensão do boleto, por parte do tendão flexor digital superficial e seu ligamento acessório, a maior contribuição dar-se-á por intermédio da ação do tendão interósseo e tendão flexor digital profundo.

Rooney et al.¹² (1978), em seus estudos com eqüinos, observaram que durante o último período da fase de suspensão, o qual promove uma verticalização da articulação interfalangeana proximal, a elevação do boleto é induzida pelo comportamento elástico passivo do aparelho suspensório, tendões flexores e ligamentos acessórios. Estes são fortemente distendidos antes da fase de máxima extensão, havendo ainda uma contribuição adicional promovida pela contração dos ventres do músculo flexor digital.

A elevação do talão promove a flexão da articulação interfalangeana distal, induzindo um parcial relaxamento do tendão flexor digital profundo (BUSHE et al.,¹³ 1988; DENOIX,¹⁴ 1985). Assim, a contribuição desse tendão para a suspensão da articulação do boleto diminui e a articulação estende (RIEMERSMA; SCHAMHARDT,⁹ 1988). Essa extensão é responsável por uma grande participação do aparelho suspensório na suspensão do boleto (RIEMERSMA et al.,⁹ 1988; KEEGAN,¹⁵ 1991; THOMPSON et al.,¹⁶ 1992).

A avaliação da distensão do tendão interósseo durante o movimento demonstrou que tal distensão está positivamente relacionada com o ângulo de inclinação da muralha do casco quando esta assume valores acima de 65 graus e que um aumento de 10 graus na muralha do casco corresponde a um aumento de 0.6% na tensão do tendão (DENOIX,⁷ 1994; RIEMERSMA et al.,⁹ 1988; DENOIX,¹⁴ 1985; KEEGAN,¹⁵ 1991; DENOIX; BERTHELET,¹⁷ 1987).

Estudos realizados por Rooney¹² (1978); Lochner et al.¹⁸ (1980) e Denoix⁷ (1994), constataram que, *in vivo*, a mensuração da distensão do tendão de cavalos adultos, em posição de estação e enquanto caminhavam, demonstrava uma diminuição na tensão do tendão flexor digital profundo, quando se aumentava a angulação da muralha casco. Porém, não se verificaram modificações apreciáveis no tendão flexor digital superficial e no tendão interósseo quando esse ângulo variou entre 40 e 70 graus.

Como o asinino é o animal de eleição para várias funções na região Nordeste do Brasil, esta

pesquisa teve como objetivo realizar um estudo anatômico e radiográfico da porção distal dos membros desses animais, caracterizando suas particularidades ou semelhanças dentro do mesmo gênero, gerando subsídios às práticas clínica e cirúrgica destinadas a esses animais.

Material e Método

Foram analisados os membros torácicos de 15 asininos, de diferentes sexos e idades variando entre 10 e 12 anos. Os animais pesavam em média 150 kg, eram alimentados com ração volumosa (gramíneas) e utilizados em veículos de tração animal, submetidos, portanto, às mesmas condições de manejo. Os membros eram oriundos de animais provenientes da Secretaria de Transportes e Urbanismo do Estado do Maranhão (SEMTURB), que morreram por causas naturais (senilidade), processos patológicos ou ainda acidentes automobilísticos.

Após a limpeza dos membros, foram realizadas radiografias, baseadas nos protocolos utilizados para eqüinos, em projeção lateromedial, utilizando-se um aparelho portátil de Raios-X, MinXray®, modelo HF 100, de 40 – 100 KVp e 20mAs de potência, calibrado com distância foco-filme de 80 cm e técnicas de exposição de 45 kVp e 0,5 mAs, chassis metálicos 24x30 cm, com telas intensificadoras CRONEX HI* plus e filmes RP-X-OMAT.** Os filmes radiográficos foram revelados e fixados em processadora automática RPX-OMAT Processor.** As imagens foram avaliadas quanto ao ângulo de inclinação de Stick¹⁹ (1982).

Posteriormente, as peças foram fixadas em solução aquosa de formalina a 10% por um período mínimo de 48 horas. Passado esse período, foram submetidas à dissecação, que se caracterizou pela individualização dos tendões flexor digital superficial, flexor digital profundo e interósseo, que compõem a região estudada.

Com um paquímetro de precisão 0,05 mm, foi realizada a mensuração dos tendões do músculo

flexor digital superficial, músculo flexor digital profundo e tendão interósseo médio. As medições foram tomadas aferindo-se a largura e espessura desses tendões em sete zonas predefinidas, buscando calcular sua área transversal, por meio do programa matemático WebCalc, e seguindo o protocolo utilizado em eqüinos para a descrição dos resultados e adequada avaliação estatística.

Resultados

As tabelas 1 a 3 mostram os valores da mensuração da secção da área transversal dos tendões do músculo flexor digital profundo em sete regiões predefinidas e do tendão interósseo em quatro áreas passíveis de mensuração.

Foi realizada a mensuração da secção da área transversal dos tendões do músculo flexor digital superficial e flexor digital profundo em sete regiões prédefinidas, e do tendão interósseo em quatro áreas passíveis de mensuração. (Tabelas 1 a 3).

São apresentados, na tabela 1, os valores do tendão flexor digital superficial variando de 72,068 mm² (zona IA do membro esquerdo) a 255,883 mm² (zona IIIC do membro direito), como medições máximas e mínimas entre as diversas áreas dos tendões estudados. A média para esse tendão variou de 82,8057 mm² (zona IB do membro direito) a 206,654 mm² (zona IIIC do membro esquerdo).

Quando a secção de área IA até a área IIB foi analisada, verificou-se que o tendão do músculo flexor digital superficial apresentou um desvio-padrão variando entre 9,670 e 16,452 mm². A partir desse ponto, foi verificada uma grande amplitude para o desvio-padrão, alcançando amplitude máxima de 32,709 mm². Tal momento coincide com o trecho final do percurso dos tendões sobre a face palmar do terceiro osso metacarpiano e articulação interfalangeana proximal, provavelmente pontos de maior estresse tendíneo e exigência física. (Tabela 1).

Para o tendão flexor digital profundo, encontrou-se área de secção transversal com valores contidos entre 112,720 mm² (zona IA do membro

* Du Pont Nemaves & Company

** Eastman Kodak Company

Tabela 1 – Medida da área de secção transversal (mm²) do tendão do músculo flexor digital superficial em sete zonas da região metacarpiana de asininos utilizados em trabalhos de tração. São Luís, MA, 2004

Animal	IA		IB		IIA		IIB		IIIA		IIIB		IIIC	
1	107.819	107.128	74.874	77.073	75.681	89.441	91.483	94.346	96.415	97.451	187.239	188.496	252.961	254.343
2	92.363	79.639	82.373	75.555	73.011	86.551	85.640	91.829	93.242	94.122	134.774	135.591	255.883	247.296
3	73.231	72.068	75.618	82.373	76.225	73.890	78.540	84.823	83.881	84.891	116.616	119.381	157.771	129.684
4	96.981	108.196	108.196	82.404	83.127	133.549	84.038	133.575	118.595	141.749	128.177	158.462	156.828	168.892
5	78.069	86.205	72.068	72.069	73.513	79.168	132.324	81.807	140.241	105.349	167.887	107.205	202.161	242.693
6	93.305	103.138	91.483	116.176	102.950	128.554	114.794	119.993	119.381	135.817	216.833	153.812	258.710	192.265
7	98.664	106.324	81.063	99.861	81.807	87.965	91.681	113.474	92.455	116.617	109.516	160.850	152.744	184.065
8	95.345	102.604	74.465	87.148	80.299	90.164	93.117	98.445	94.770	114.238	96.740	114.354	156.703	219.691
9	102.604	123.653	80.927	105.369	94.562	125.538	106.877	128.648	116.176	136.016	122.365	191.137	159.719	197.067
10	98.395	117.154	72.068	111.558	103.617	127.349	118.187	129.145	133.675	198.018	152.807	203.356	239.955	207.816
11	97.861	104.346	82.404	102.163	87.148	114.663	87.179	115.036	114.825	139.044	153.875	179.227	191.134	225.181
12	86.205	123.910	75.995	103.588	93.494	109.642	99.526	122.365	113.189	131.098	113.474	209.356	182.118	168.232
13	101.034	97.473	96.735	92.661	97.264	93.205	124.376	112.997	130.062	121.091	164.839	150.607	218.529	225.911
14	105.369	100.069	81.491	106.996	87.342	109.309	98.047	113.342	228.065	114.097	132.739	195.469	151.436	221.205
15	102.740	101.112	92.326	98.094	91.339	100.663	93.047	118.752	121.336	119.206	129.065	170.022	210.113	215.473
X	95.332333	102.201	82.805733	94.205867	86.7586	103.31007	99.923733	110.5718	119.754	123.254	141.7964	162.48833	196.451	206.654
σ	9.67039068	14.4887	10.2622475	13.972822	10.219054	19.3973061	15.9536699	16.4524521	34.26694	26.85982	32.2259309	32.7095035	40.85396	33.8437

Tabela 2 – Medida da área de secção transversal (mm²) do tendão do músculo flexor digital profundo em sete zonas da região metacarpiana de asininos utilizados em trabalhos de tração. São Luís, MA, 2004

Animal	IA		IB		IIA		IIB		IIIA		IIIB		IIIC	
1	128.931	184.539	134.397	131.720	139.487	144.342	174.170	151.739	176.243	175.552	184.726	186.485	234.991	237.661
2	167.950	170.494	120.072	126.575	130.390	190.883	171.531	196.067	182.464	204.216	250.196	219.528	225.912	241.902
3	168.169	135.717	135.465	141.686	144.576	151.236	152.926	155.854	186.422	169.458	211.492	205.931	216.204	300.650
4	145.770	225.284	158.336	171.531	162.106	187.742	170.494	175.577	185.762	155.697	196.978	176.243	208.288	206.277
5	122.522	112.720	102.667	107.348	148.629	118.564	152.399	129.057	171.248	143.162	181.490	174.170	197.543	173.416
6	167.290	138.538	157.325	159.279	190.883	160.261	233.546	170.526	245.107	209.701	297.917	223.807	263.014	234.677
7	210.358	214.604	210.532	158.839	175.584	163.614	185.857	213.094	219.911	218.529	222.959	238.211	267.852	309.698
8	153.812	177.241	146.084	145.770	159.656	184.132	176.306	233.756	199.428	238.370	200.811	311.018	352.961	365.111
9	166.350	191.736	152.145	180.107	158.960	191.798	161.634	232.599	164.274	236.656	231.538	256.354	294.461	266.093
10	180.108	214.695	151.519	183.456	196.035	192.140	196.287	237.253	198.077	262.637	212.529	262.951	213.628	265.402
11	164.590	192.831	159.059	162.577	183.209	221.671	203.889	241.202	208.696	257.897	230.719	260.214	254.689	264.648
12	226.195	179.071	149.129	112.058	180.861	223.131	226.195	224.221	231.777	233.986	231.573	270.176	255.726	321.542
13	156.348	156.773	123.968	145.089	164.966	174.935	172.473	189.344	195.093	197.721	213.193	246.522	249.945	277.539
14	189.161	166.077	179.139	163.485	171.377	167.212	197.056	173.882	225.371	202.665	231.691	220.378	372.231	266.416
15	174.137	189.716	155.338	167.906	171.023	208.534	177.476	232.370	183.449	257.380	203.314	305.813	263.641	316.673
X	168.1127	176.6691	149.0117	150.4951	164.9161	178.6797	183.4826	197.1027	198.2215	210.9085	220.0751	237.1867	258.0724	269.847
σ	27.06274	31.32962	25.38805	23.24302	18.86085	28.76925	24.03162	36.4053	23.56871	37.74473	28.77081	42.17714	50.02274	48.55255

Tabela 3 – Medida da área de secção transversal (mm²) do tendão interósseo em quatro zonas da região metacarpiana de asininos utilizados em trabalhos de tração. São Luís, MA, 2004

Animal	IB	IIA	IIB	IIIC
1	88.593	80.173	84.729	75.618
2	90.195	190.004	89.064	189.344
3	164.871	158.336	152.085	143.257
4	197.041	145.555	180.956	130.187
5	156.514	167.792	136.439	152.399
6	330.244	396.661	367.791	320.504
7	147.404	153.058	128.334	128.648
8	147.027	223.932	121.768	218.592
9	184.726	149.539	125.350	134.837
10	188.024	158.369	158.054	127.423
11	138.450	207.345	131.099	188.149
12	201.047	190.003	133.549	186.441
13	139.675	184.655	138.709	181.647
14	141.056	157.654	135.711	126.351
15	239.723	212.195	213.015	209.679
X	170.306	185.0181	148.8313	164.5284
σ	59.62388	68.08168	67.61447	58.10171

esquerdo) a 372, 231 mm² (zona IIIC do membro direito), com média variando entre 149,012 e 269,847 mm² (Tabela 2).

Finalmente, no tendão interósseo foram observados os maiores valores para as secções de área transversal, variando de 75,618 mm² (zona IIA do membro esquerdo) a 555,434 mm² (zona IIIC do membro direito) e médias variando entre 148,8313 e 280,7071 mm². (Tabela 3 e Figuras 1 e 2).

Na análise do tendão do músculo flexor digital profundo e do tendão interósseo, nas zonas estabelecidas, verificaram-se desvios-padrão maiores do que aqueles para o tendão flexor digital superficial. Nesses tendões, os desvios-padrão mantiveram semelhanças entre si até aproximadamente o mesmo nível que o observado para o tendão flexor digital superficial. Todavia, logo após, extrapolam os valores máximos de 50,0227 e 123,313 mm², respectivamente (Tabelas 2 e 3). Grande parte desse efeito deve-se a seu nível maior de exigência na manutenção da articulação do boleto por parte desses tendões.

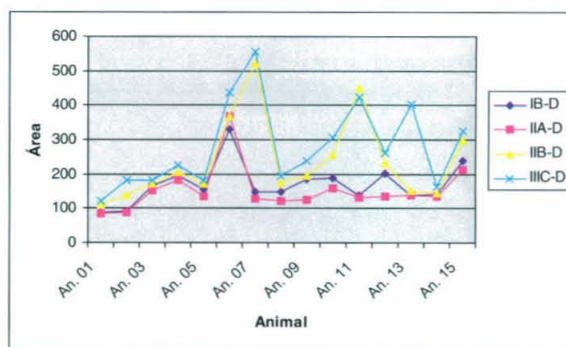


Figura 1 – Variação da secção da área transversal das diferentes regiões do tendão interósseo direito dos animais estudados

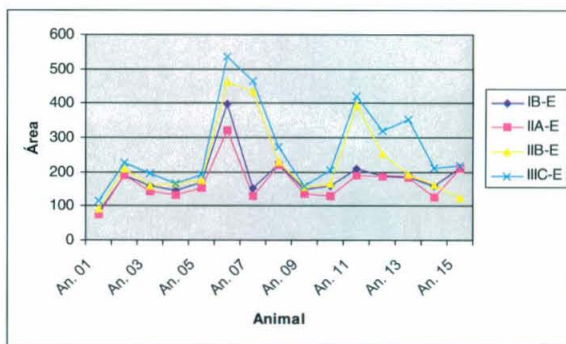


Figura 2 – Variação da secção da área transversal das diferentes regiões do tendão interósseo esquerdo dos animais estudados

Discussão

Os subsídios buscados neste trabalho, no tocante à avaliação da secção da área transversal do tendão de asininos, foram embasados nas informações de Cuesta et al.²⁰ (1995). Esses pesquisadores realizaram um estudo comparativo ultra-sonográfico e anatômico de cinco regiões da superfície palmar do metacarpo de 23 eqüinos, nos quais observaram que os valores à mensuração ultra-sonográfica e à dissecação anatômica guardavam semelhanças entre si.

Ao ser realizada a mensuração da área transversal de sete regiões predefinidas, segundo o protocolo utilizado por Dyson⁴ (2003); Reimer²¹ (1998); Reef²² (1998) e Nylan²³ (1995) para eqüinos, verificou-se uma tendência do aumento desta área à medida que ocorre uma aproximação da região distal do membro do animal. Da mesma maneira, foi observado por Denoix⁷ (1994) e Pasin et al.²⁴ (2001), quando estudaram 67 cavalos de diversas raças. Contudo, foi ressaltado que a secção da área transversal apresentou-se maior nos asininos avaliados neste trabalho do que o verificado para eqüinos, quando são comparadas às regiões anatômicas do tendão da mesma zona de corte.

Observou-se ainda para os asininos avaliados que ocorreu sempre uma tendência de aumento para áreas de secção transversal na região proximal dos tendões e na periferia de seus pontos de inserção, o que de certa forma traduz um grau de especialização dessas estruturas para uma estabilidade mais elevada da região distal desses animais, particularmente na execução de trabalhos com alta exigência muscular. Vale a pena ressaltar que existe uma proporção de massa corporal de aproximadamente 3:1 entre eqüinos e asininos. Assim, estes ficavam muito desfavorecidos se não existisse nenhum mecanismo de compensação que equilibrasse tal diferença, no momento de realização nas fases de suspensão e de máxima extensão, como é descrito para eqüinos por Rooney et al.¹² (1978). Associado a esse fato, foi observado, por parte dos proprietários, um casqueamento deficiente nos animais do presente estudo. Tal situação, sem dúvida, dificulta o rearranjo

das tensões sofridas pelo aparelho suspensório desses animais, como foi discutido por Denoix^{7,14,17} e Lech²⁵ em seus estudos sobre essa região em eqüinos.

Para Denoix⁷ (1994) e Riemersma et al.⁹ (1988), os tendões exercem papel importante no equilíbrio da região distal dos membros dos eqüinos, devido as suas propriedades elásticas, responsáveis pela absorção de impactos e pela sua característica na redução do esforço muscular durante a locomoção, o que, acredita-se, pode acontecer com os asininos. Dessa forma – e apoiando as observações de Zanella et al.²⁶ (2003) com relação ao trabalho exaustivo executado pelos asininos –, espera-se que o desenvolvimento de uma estrutura de sustentação mais eficiente, compatível com a condição de estresse articular a qual estão submetidos rotineiramente, estabeleça embasamento para explicar o fato da maior área de secção vista em asininos, quando comparados aos eqüinos.

Exceto duas regiões entre as avaliadas, relacionadas à zona IB dos membros direito e esquerdo do tendão flexor digital superficial, esse tendão apresentou áreas de secção transversal superiores às do tendão flexor digital superficial. O mesmo pode ser verificado com o tendão interósseo, onde apenas a média da zona IIA do membro direito não supera os valores das médias calculadas para o tendão flexor digital superficial. Tal informação é compatível com a descrição realizada por Evans e Barbenel¹¹ (1975) quando sugeriram que a estabilização da articulação interfalangeana e suspensão do boleto são realizadas primordialmente por ação do tendão interósseo e tendão flexor digital profundo. Estão ainda de acordo com as verificações de Denoix e Berthelet¹⁷ (1987), que comentaram sobre as altas tensões sofridas pelo tendão interósseo durante a fase de máxima extensão do membro. Portanto, esses dados podem justificar as observações da presente pesquisa em relação à maior área de secção transversal por parte desses tendões.

A constante solicitação desse grupamento tendíneo na estabilização da articulação interfalangeana proximal e distal, tal qual é relatado por Alves et al.⁶ (2003), leva os asininos a evoluírem para quadros de tendinites subclínicas ou com severidade subestimada à realização do exame físico, o que provavelmente

contribui para o aumento das médias observadas a partir dos pontos de maior estresse tendíneo.

Em todas as peças anatômicas utilizadas para este estudo observaram-se graus de osteíte podal variando de moderado a severo, verificando-se áreas de osteólise e proliferação ósseas em pontos de inserção de tendões e ligamentos, o que também foi descrito por Alves et al.⁶ (2003) em seus estudos com asininos. Não raro, foram observadas zonas de destruição óssea na margem solear da falange distal e doença articular degenerativa associada a processos de rotação de terceira falange variando entre 8,5 e 10 graus.

Para Smith et al.²⁷ (2004), existe uma relação entre o número de lesões provocadas nos tendões flexores da região distal dos membros torácicos e a tensão exercida pela angulação da falange distal em eqüinos da raça *Thoroughbred*. Entretanto, em asininos, não foi observada correlação entre o ângulo de inclinação da muralha do casco ou falange distal e a área de secção transversal, embora as maiores

áreas de secção transversal tenham apresentado-se nos pontos de maior estresse motor para a articulação. Essa informação contrariou o relato de Denoix⁷ (1994) quando sugeriu apenas a quantidade de fibras tendíneas e colágenas como representativa de força para os tendões em eqüinos.

Conclusões

- Não há correlação entre o ângulo de inclinação da muralha do casco e a área transversal dos tendões em asininos;
- os tendões que mais estabilizam a região distal dos membros torácicos em asininos são o flexor digital profundo e o interósseo, por apresentarem maior área transversal;
- o asinino apresenta maior área de secção transversal nos pontos de estresse motor mais intenso, quando comparado ao eqüino.

Abstract

Objective: To perform an anatomical and radiographic study of the cross-sectional area of the main tendons of the distal forelimb, aiming to contribute to clinical and surgical practice and to understand the greater resistance of these animals to lesions when compared to horses. **Material and Method:** The forelimb of 15 donkeys of different gender and age were studied. Mean bodyweight was 150kg and the animals were fed large volume meals and used for traction. After removal of the limbs, a lateromedial radiographic projection was obtained. The anatomical specimens were then fixated in 10% formalin solution and the tendons were dissected. The width and thickness of the tendons of the superficial and deep digital muscles and of the suspensory ligament were measured with a pair of callipers (precision 0,05mm) in seven pre-determined areas. **Results and Conclusions:** The greater values of cross-sectional area documented in the superficial digital flexor tendon, deep digital flexor tendon and suspensory ligament were coincident with points of greater articular stress. The values of cross-sectional area obtained exceeded those documented for the average population, due to chronic inflammatory processes caused by the heavy work performed by these animals. This characterizes great adaptation of the locomotor apparatus to work demands and the resistance of donkeys to lesions of related structures.

Keywords: Tendons, anatomy. Tendons injuries. Upper extremity. Toe joint. Tensile strength. Equidae. Asinines.

Resumen

Objetivo: Realizar un estudio anatómico y radiográfico de la sección del área transversal de los principales tendones que componen la región distal de los miembros torácicos, buscándose subsidios a la práctica clínica y quirúrgica dedicada a esos animales, así como comprender su mayor resistencia a lesiones locomotoras cuando se comparan al equino. **Material y Método:** Se analizaron los miembros torácicos de 15 asininos de diferentes sexos y edades. Los animales pesaban en media 150 kg, estaban alimentados con piensos voluminosos y utilizados en vehículos de tracción animal. Después de la retirada de los miembros, se realizaron radiografías en proyección lateromedial. Posteriormente las piezas se fijaron en solución de formalina a 10% y se sometieron a disección que individualizó los tendones de la región estudiada. Con un paquímetro de precisión de 0,05 mm, se realizó la mensuración de los tendones del músculo flexor digital superficial, músculo flexor digital profundo y tendón del interóseo medial, obteniendo la largura y espesura de estos tendones en siete zonas predefinidas. **Resultados y Conclusiones:** Los mayores valores de secciones transversales para el tendón flexor digital superficial, profundo e interóseo, mostraron coincidencia con los puntos de mayor estrés articular. Se observaron también valores de sección de área transversal que excedían a aquellos verificados para la media de la población, hecho debido a la inflamación tendínea crónica proveniente del exhaustivo trabajo ejecutado por esos animales, caracterizando así la gran especialización locomotora a esas actividades y la resistencia de los asininos a lesiones en estas estructuras de su aparato locomotor.

Palabras-clave: Tendones, anatomía. Traumatismos de los tendones. Extremidad superior. Articulación del dedo del pie. Resistencia a la tracción. Equidae. Asininos.

Referências

1. ROMASZKAN, G.; JUNQUEIRA, R. R. **O cavalo**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1980. v. 1, p. 11.
2. TORRES, A. D.; JARDIM, W. R. **Criação do cavalo e de outros eqüinos**. São Paulo: Nobel, 1983. p. 270-282.
3. ASSOCIAÇÃO PARA O ESTUDO E PROTEÇÃO DO GADO ASININO. **Raça asinina das terras de Miranda**: a origem da espécie e da raça. Disponível em: <www.aepga.pt>. Acesso em: 7 abril 2004.
4. CAMAC, R. Introduction and origins of the donkey. In: SVENDSEN, E. D. **The professional handbook of the donkey**. 3. ed. London: Whitted Book, 1997. cap. 1, p. 9-17.
5. ANGOLA. GOVERNO DA PROVÍNCIA DA HUÍLA. **Economia de tração e de transporte no rural profundo**: o gado asinino. In: ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO PECUÁRIO 2000-2005. Huíla: Gabinete de Estudos, Planeamento e Estatística, 2000. v. 10, p. 29-34. Disponível em: < www.huilanel.org > Acesso em: 7 abr. 2004.
6. ALVES, F. R. et al. Avaliação clínica e radiográfica de alterações ósseas da região distal dos membros torácicos de asininos (*Equus asinus*) utilizados como veículo de tração animal no Município de São Luís, MA. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, v. 6, p. 42-52, 2003.

7. DENOIX, J. M. Functional anatomy of tendons and ligaments in distal limbs (*manus* and *pes*). **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 10, p. 273- 322, 1994.
8. RIEMERSMA, D. J.; SCHAMHARDT, H. C. *In vitro* mechanical properties of equine tendons in relation to cross-sectional area and collagen content. **Research in Veterinary Science**, v. 39, p. 263-270, 1985.
9. RIEMERSMA, D. J.; SCHAMHARDT, H. C.; HARTMAN W. T. Kinetics and kinematics of the equine hind limb: *in vivo* tendons loads and force plates measurements in ponies. **American Journal of Veterinary Research**, v. 49, p. 1344-1352, 1988.
10. DYSON, S. J. **Diagnosis and management of lameness in the horse: diagnostic image**. Saint Louis: Saunders, 2003. p. 166-178.
11. EVANS, J. H.; BARBENEL, J. C. Structural and mechanical properties of tendon related to function. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, p. 1-8, 1975.
12. ROONEY, J. R.; QUDDUS, M. A.; KINGSBURY, H. B. A laboratory investigation of the function of the stay apparatus of the equine foreleg. **Journal of Equine Medicine and Surgery**, v. 2, p. 173-180, 1978.
13. BUSHE, T. et al. The effect of hoof angle on coffin, pastern and fetlock joint angles. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 33., 1988, Lexington. **Proceedings...** Lexington: AAEP, 1988. p. 729-738.
14. DENOIX, J. M. Étude biomécanique de la region phangienne chez le cheval. In: JOURNÉE DE ÉTUDE DU CEREOPA – CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE SUR L'ÉCONOMIE ET L'ORGANISATION DES PRODUCTIONS ANIMALES, 11., 1985, Paris. **Compte-rendu...** Paris: CEREOPA, 1985. p. 60-75.
15. KEEGAN, K. G.; BAKER, G. J.; BOERO, M. J. Measurement of suspensory ligament strain using a liquid mercury strain gauge: evaluation of strain reduction by support bandaging and alteration of hoof wall angle. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 37., 1991, Lexington. **Proceedings...** Lexington: AAEP, 1991. p. 243-244.
16. THOMPSON, K. N.; CHEUNG, T. K.; SILVERMAN, B. S. The influence of toe angle on strain characteristics of the deep digital flexor tendon, superficial flexor tendon, suspensory ligament, and hoof wall. **Equine Athlete**, v. 5, p. 1-7, 1992.
17. DENOIX J. M.; BERTHELET, M. A. Biomechanical approach of the distal sesamoid bone with a new method of contact study. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON EQUINE SUGERY AND EQUESTRIAN SPORTS MEDICINE, 8., 1987, Geneve. **Proceedings...** Geneve, 1985. p. 62-85.
18. LOCHNER, F. K. *In vivo* and *in vitro* measurement of tendon strain in horse. **American Journal of Veterinary Research**, v. 41, p. 1929-1937.
19. STICK J. A.; JANN, H. W.; SCOTT, E. A. Pedal rotation as prognostic sign in laminitis of horse. **Journal of the American Medical Veterinary Association**, v. 180, p. 251, 1982.
20. CUESTA I. et al. Ultrasonographic measurement of palmar metacarpal tendon and ligament structures in the horse. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 36, p. 131-136, 1995.
21. REIMER, J. M. **Atlas of equine ultrasonography: the musculoskeletal system**. Saint Louis: Mosby, 1998. p. 5-52.
22. REEF, V. B. **Equine diagnostic ultrasound**. Philadelphia: Saunders, 1998. p. 39-66.
23. NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. **Veterinary diagnostic ultrasound**. Philadelphia: Saunders, 1995. p. 265-303.

24. PASIN, M. et al. Caracterização ultra-sonográfica dos tendões flexores em eqüinos: região metacarpiana. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v. 29, p. 131-138, 2001.
25. LEACH, D. H. Biochemical considerations in raising and lowering the heel. ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 29., 1983, Lexington. **Proceedings...** Lexington: AAEP, 1983. p. 333-342.
26. ZANELLA, A. J.; HELESKI, C.; ZANELLA, R. Intervenção para melhorar o bem-estar dos cavalos de tração na grande Porto Alegre. **Hora Veterinária**, v. 22, p. 23, 2003.
27. SMITH, S. S. et al. Is there an association between distal phalanx angles and deep digital flexor tendon lesions? In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 50., 2004, Denver. Disponível em: <www.ivis.org/proceedings/AAEP/2004/Smith/chapter.asp?LA=1>. Acesso em: 7 abr. 2005.

Endereço Address Dirección:

Dra. Arani Nanci Bomfim Mariana
Departamento de Cirurgia
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP
Av . Prof. Orlando Marques de Paiva, 87
Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira
CEP: 05508-900 – São Paulo, SP, Brasil
E-mail: anbmaria@usp.gov.br

Recebido em: 05/05/2005

Aceito em: 25/07/2005