

Eletoacupuntura no reparo do tendão calcâneo comum em coelhos após enxertia com peritônio bovino

[*Eletro-acupuncture in the rabbit achilles tendon repair using bovine peritoneum graft*]

P.M.C. Freitas¹, C.R. Daleck², L.C. Nunes¹, D. Eurides³, M.E. Beletti³, M.S. Melo⁴

¹Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Caixa Postal 16

29500-000 – Alegre, ES

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP – Jaboticabal, SP

³Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

⁴Médica veterinária autônoma

RESUMO

Avaliou-se o efeito da eletroacupuntura (EA) sobre os aspectos macroscópicos e microscópicos em 36 coelhos que tiveram o tendão calcâneo comum seccionado e que, após 30 dias, receberam enxerto de peritônio bovino conservado em solução saturada de sal. Após a cirurgia, os animais foram distribuídos em três grupos de igual número: os do grupo E10 foram estimulados pela EA do segundo ao 11º dia de pós-operatório, os do grupo E20 do 11º ao 31º dia de pós-operatório e os do grupo C não foram estimulados. Posteriormente, os animais foram redistribuídos em três subgrupos de igual número, os quais foram observados no pós-operatório por 11, 31 e 91 dias. Nos coelhos do E10 e E20, ocorreu diminuição de aderência da área enxertada aos tecidos circunvizinhos. Aos 31 dias de pós-operatório, observou-se nos do E10 tecido conjuntivo. Verificou-se intensa neovascularização no local enxertado em todos os animais que receberam estímulo pela EA. Nos coelhos do E10, aos 91 dias, verificou-se intensa quantidade de tecido conjuntivo, com fibras colágenas organizadas e paralelas ao eixo do tendão. O estímulo pela EA na fase precoce do pós-operatório estimulou a maturação cicatricial com mínima reação inflamatória.

Palavras-chave: coelho, eletroacupuntura, enxerto, tendão, membrana biológica

ABSTRACT

The effects of eletro-acupuncture (EA) were evaluated on clinical and histological aspects in 36 rabbits that had the achilles tendon sectioned and grafted after 30 days using bovine peritoneum graft preserved in saturated salt solution. The animals were randomly distributed into three groups. They were stimulated by EA from the 2nd to the 11th post-operative day (S10 group), from the 11th to the 31st post-operative day (S20 group), and were not stimulated (C group). Then, the rabbits were distributed into three sub-groups and were observed for 11, 31, and 91 days. The rabbits from S10 and S20 groups presented decreased adhesions between graft and adjacent tissues. The rabbits from S10 group showed connective tissue at 31 days of the post-operative period. Intense graft neovascularization was observed in all animals stimulated by EA. Large amounts of connective tissue with organized and parallel to the tendon axis collagen fibers were detected on the day 91st in the S10 group animals. The early EA stimulation during the post-operative period stimulated the tendon healing with minimal inflammatory reaction.

Keywords: rabbit, eletro-acupuncture, graft, tendon, biological membrane

INTRODUÇÃO

A ruptura do tendão calcâneo comum, também conhecido como tendão de Aquiles, é a lesão tendínea mais frequentemente observada na

rotina clínico-cirúrgica de animais de companhia (Costa Neto et al., 1999). Essa lesão, geralmente, é decorrente de traumas atribuídos à ação de objetos cortantes ou agudos, ou lacerações associadas com acidentes de automóveis e brigas

Recebido em 20 de janeiro de 2009

Aceito em 22 de março de 2010

E-mail: pcoletto@yahoo.com.br

(Clarck, 1993). Nos casos de ruptura tendínea crônica, após 30 dias da lesão, a reconstrução torna-se difícil devido à retração das extremidades tendíneas e à presença de tecido de cicatrização extenso no local da ruptura, os quais impedem a reparação pela anastomose término-terminal (Aron, 1996). Nesses casos, segundo Wang (1998), a reparação do tendão pode requerer o uso de enxerto. Assim, várias pesquisas foram desenvolvidas no sentido de encontrar um material que seja adequado para reparação do tendão lesado, com resistência suficiente, sem alterar o comprimento e a capacidade de deslizamento (Costa Neto, 2000).

As membranas biológicas, devido à fácil obtenção, conservação e custo reduzido, surgiram nos últimos anos como uma alternativa de material destinado a enxertos. Costa Neto et al. (1999) empregaram peritônio de bovino, e Raiser et al. (2001) usaram tendão de cães, ambos conservados em glicerina a 98% para reparação de tendão calcâneo comum em cães.

Diversos são os meios de conservação para biomateriais citados na literatura, como a glicerina (Costa Neto, 2000), solução hipersaturada de açúcar a 300% (Mazzanti, 2000) e solução hipersaturada de sal (Brun et al., 2004). Solução hipersaturada de sal, na proporção de 1,5g de sal comercial para 1mL de água tridestilada, foi utilizada por Brun et al. (2004) para preservação do centro frênico canino. Os autores relataram que este meio possui propriedade antisséptica, anti-imunogênicas, além de manter as características estruturais do tecido nela preservado.

Na tentativa de acelerar processos reparativos e regenerativos, têm sido utilizados no pós-operatório de diversas técnicas cirúrgicas os adjuvantes da cicatrização (Raiser et al., 2001). Entre eles encontram-se o laser, o ultrassom terapêutico, a estimulação elétrica transcutânea (TENS) e a eletroacupuntura (EA) (Jansen et al., 1989). A terapia por EA vem ganhando destaque na clínica cirúrgica por proporcionar analgesia, aumento da circulação local, estímulo da colagênese e redução de edemas. Orhan et al. (2004), após avaliarem os efeitos do estímulo elétrico transcutâneo (TENS) em terapia única, após lesão do tendão calcâneo comum de ratos, verificaram que nos animais tratados houve

aumento no número de capilares sanguíneos e diminuição na formação de aderências do tendão com tecidos adjacentes. Também Chen et al. (2004), após o uso do TENS em tendinite do calcâneo comum de ratos, encontraram menor quantidade de infiltrados inflamatórios e intensa neovascularização neste tendão.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar, por meio de avaliações macroscópicas e microscópicas, o efeito da eletroacupuntura no reparo tardio do tendão calcâneo comum de coelhos com peritônio bovino conservado em solução saturada de sal.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e bem-estar animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus Jaboticabal.

Para este estudo, foram utilizados 36 coelhos, 18 machos e 18 fêmeas, sem raça definida, adultos. Após serem submetidos a jejum alimentar e hídrico de seis horas, receberam maleato de acepromazina (0,5mg/kg) por via intramuscular (IM). Aos animais administraram-se buprenorfina (0,03mg/kg), por via subcutânea (SC), enrofloxacina (10mg/kg) intramuscular (IM) e cetoprofeno (3,0mg/kg) IM, 45 minutos antes da intervenção cirúrgica. A anestesia foi realizada com cetamina (20mg/kg) IM. Após incisão de pele na região lateral da tíbia direita, realizaram-se as dissecações e a exposição do tendão calcâneo comum. Posteriormente, uma incisão de aproximadamente 1,0cm foi feita no paratendão, expondo-se, assim, os tendões do músculo gastrocnêmico e flexor digital superficial e as fibras musculares do grácil, semitendíneo e bíceps femoral. Com o tendão calcâneo comum exposto, um ponto simples separado envolvendo todos os seus componentes foi realizado a 1,0cm distal a junção musculotendínea e a 1,0cm proximal à junção osteotendínea, com fio náilon 4-0. Em seguida, o tendão foi seccionado, retirando-se um fragmento de 0,5cm. Ato contínuo, o subcutâneo foi suturado com fio categute cromado 4-0 e a pele com náilon 4-0, como de rotina.

Decorridos 30 dias desse procedimento, os coelhos passaram pelo mesmo pré-operatório descrito anteriormente, com exceção da anestesia

que foi mantida com o halotano, por meio de máscara naso-oral vedada e circuito anestésico sem reinalação de gases, com fluxo de oxigênio de 200mL/kg/min. O acesso cirúrgico foi o mesmo realizado anteriormente para a secção do tendão. Com a articulação tibiotársica num ângulo de aproximadamente 60°, introduziu-se um pino de aço inoxidável de 3,0mm de diâmetro, totalmente rosqueado, na direção tarsotíbia. Ato contínuo, os cotos do tendão foram localizados, expostos e tiveram suas extremidades debridadas. Um segmento de aproximadamente 2,5cm do peritônio bovino, preservado em solução saturada de sal (1,5g de sal comercial para 1mL de água destilada) e já reidratado por 30 minutos em solução de cloreto de sódio a 0,9% acrescida de enrofloxacina a 0,1%, foi enrolado, no sentido transversal de suas fibras, formando um tubo, e fixo no seu terço médio por um ponto Wolff com fio náilon 4-0. Na sequência, a membrana biológica foi fixada de forma terminoterminal em cada extremidade do tendão por meio de sutura de Bunnell (Bloomberg, 1998), com fio náilon 4-0 (Fig. 1). O paratendão foi localizado e suturado com fio náilon 4-0 e pontos simples contínuos. O tecido subcutâneo foi suturado com catagute cromado 4-0 e a pele com náilon 4-0, como de rotina.

No pós-operatório (PO), foram administrados nos animais enrofloxacina (10mg/kg) SC, durante sete dias, e buprenorfina (0,03mg/kg) SC, de 12 em 12 horas, durante três dias. Aplicou-se uma bandagem não aderente, não compressiva, que se estendeu desde a articulação fêmuro-tíbio-patelar até a extremidade do membro operado. Os pontos de sutura de pele foram retirados decorridos 10 dias de PO. Os pinos intra-articular foram removidos no 30º dia de PO.

Os coelhos foram, então, distribuídos em três grupos de igual número: os do grupo E10 receberam estímulo por eletroacupuntura a partir do segundo dia até o 11º dia de PO da enxertia; os do grupo E20 receberam estímulo por eletroacupuntura a partir do 11º dia até o 31º dia de PO da enxertia; e os do grupo C não receberam estímulo por eletroacupuntura durante o PO. Para o tratamento por eletroacupuntura, os animais do grupo E10 e E20 receberam aplicação de agulhas nos pontos E36, E41, B60, R3, e F3 e VB34 (Draehmpaehl e Zohmann, 1997) no membro operado, e posterior estimulação

elétrica, com corrente contínua, na frequência de 30Hz e intensidade de 4-6mA, diariamente, por 20 minutos, por meio do aparelho WQ-IOD. Em seguida, foram redistribuídos em três subgrupos de igual número, onde foram observados por 11, 31 e 91 dias de PO.

Decorridos os períodos pré-determinados de 11, 31 e 91 dias de PO, os coelhos foram sacrificados, com uso de sobredose de tiopental sódico, para verificar a integridade do enxerto e a coleta de fragmentos da integração enxerto/tendão para análise microscópica. Os fragmentos coletados foram fixados em formol a 10% e processados para inclusão em parafina. Dos blocos obtiveram-se cortes histológicos que foram corados pela técnica de hematoxilina e eosina para observação em microscópio de luz. Os achados histológicos foram agrupados qualitativamente utilizando-se escalas de 0 a 3 e símbolos +, sendo 0, ausência de alterações; +, alterações discretas; ++, alterações moderadas e +++, alterações severas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a imobilização da articulação tibiotársica por meio de pino intra-articular durante 30 dias do pós-operatório, pois, de acordo com Raiser et al. (2001), o tendão reconstituído deve permanecer imobilizado para que receba suprimento vascular e forme cicatriz mínima ao redor da reparação. Diante disso, observou-se que essa imobilização utilizada neste estudo permitiu que houvesse reparo do tendão, não ocorrendo em nenhum animal ruptura da sutura realizada.

Alguns dos acupontos escolhidos para a realização da eletroacupuntura (EA) foram o Zusanli (E 36), Kunlun (B 60) e Yangligquan (VB 34) em função de causarem analgesia. Segundo Han et al. (1984) e Draehmpaehl e Zohmann (1997), estes pontos, quando estimulados por uma frequência baixa, como a utilizada neste experimento, provocam a liberação de betaendorfina e encefalina, que interagem com receptores mu e delta. Além disso, os pontos Kunlun (B 60) e Yangligquan (VB 34) são, segundo Draehmpaehl e Zohmann (1997), indicados para o tratamento de edemas na região da articulação tibiotársica, por promoverem melhora da vascularização, ao ativarem, respectivamente, as artérias e veias

safena e tibial cranial. Também o acuponto Zusanli (E 36) atua estimulando o nervo cutâneo lateral da sura, nervo responsável pelo suprimento sensorial do tendão calcâneo comum, causando, com isso, estímulo na atividade motora. Os pontos Taichong (F 3), Jiexi (E 41) e Taixi (R 3) foram utilizados por influenciarem, como descrito por Draehmpaehl e Zohmann (1997), a circulação e a nutrição dos tendões, como o tendão calcâneo comum.

Em todos os animais, no 11^o dia de pós-operatório observou-se tecido espesso no local em que foi enxertado o peritônio bovino, firmemente fixo no local da sutura. Observação semelhante foi relatada por Benazzo et al. (2001), após implantarem feixes musculares pediculados em tendão calcâneo comum de coelhos. Isso deveu-se à fase de reparação tendínea desses coelhos, em que havia a proliferação fibroblástica acompanhada do aparecimento de fibras colágenas de diâmetro grande, como o relatado por Gigante (1996). Além disso, nos animais dos grupos E20 e C, neste período, verificaram-se intensa aderência do tendão lesionado e enxerto dos tecidos circunvizinhos, o que contribuiu para o espessamento do tecido enxertado. Esse fato também foi observado por Costa Neto (2000), após tenoplastia do tendão calcâneo comum de cães com ligamento nugal bovino. Segundo Autefage (1999), essa aderência é necessária, pois promove o suprimento sanguíneo e a migração de células responsáveis pela reparação tecidual para o tecido enxertado.

Nos animais do grupo E10, notou-se, nessa fase, tecido rosado, aparentemente vascularizado, pouco aderido às áreas circunvizinhas, diferente do observado nos animais dos grupos E20 e C. Estes achados foram devido ao estímulo elétrico da EA, que, segundo Orhan et al. (2004), causa aumento no número de capilares sanguíneos e diminui a formação de aderências do tendão calcâneo após reparo.

Aos 31 dias de pós-operatório, encontrou-se nos coelhos dos três grupos, na área enxertada, um tecido com espessura maior e mesmo comprimento ao observado no 11^o dia, semelhante ao observado por Costa Neto (2000), ao utilizar ligamento nugal para reparo de tendão calcâneo comum de cães. Esse maior diâmetro observado no tendão parece ser devido à fase de

cicatrização tendínea observada neste período, na qual, de acordo com Gigante (1996), as fibras colágenas apresentam diâmetro e quantidades maiores. Entretanto, na região da sutura, observou-se menor espessura, aparentemente mais frágil, quando comparada ao restante do enxerto. Essa observação foi causada pela remodelação secundária desse tecido, pois, segundo Wang (1998), o colágeno próximo ao tendão começa a se orientar paralelamente ao eixo do tendão, devido ao estresse direcional colocado nos tecidos, enquanto a cicatriz mais afastada permanece desorganizada. O comprimento do enxerto, semelhante ao observado aos 11 dias de pós-operatório, deveu-se à não retração cicatricial, em consequência da imobilização rígida da articulação, que não possibilitou movimento do local enxertado.

Nos coelhos do grupo C, neste período, o tecido enxertado apresentou-se branco-amarelado, aderido aos tecidos adjacentes. Nos do grupo E10 e E20, o aspecto era esbranquiçado, com menor quantidade de aderências. O branco-amarelado provavelmente é decorrente da presença de restos de peritônio no local enxertado, pois esse tecido foi observado na avaliação microscópica. A baixa quantidade de aderências aos tecidos circunvizinhos encontrada nos animais do E10 e E20 deveu-se à aplicação de EA, ao promover aumento da vascularização e consequente diminuição das aderências, como descrito por Jansen et al. (1989) e Orhan et al. (2004), e confirmado pela avaliação microscópica nesses animais.

Foi observado tecido de esbranquiçado consistente (Fig. 2A), com espessura menor à encontrada aos 31 dias de pós-operatório, em todos os animais, aos 91 dias. Esse achado é devido à fase de remodelação cicatricial em que se encontravam esses tendões, pois, segundo Gigante (1996), nesse período as fibras colágenas estão se alinhando ao eixo paralelo do tendão e, portanto, diminuindo seu diâmetro. Entretanto, nos animais do grupo E10, essa espessura era menor quando comparada às dos grupos C e E20, indicando uma fase de remodelação mais avançada, que foi confirmada pela avaliação microscópica. O esbranquiçado, semelhante ao descrito por Costa Neto et al. (1999), após realizarem tenoplastia do tendão calcâneo comum em cães com peritônio de bovino, ocorreu por causa da ausência de

resquícios da membrana enxertada, da presença de tecido conjuntivo no local e da diminuição da vascularização. Em 50% dos animais do E10, notou-se um tecido transparente esbranquiçado envolvendo o enxerto, fato decorrido da formação de tecido conjuntivo denso nessa fase, semelhante aos achados de Holzchuh (1990), após enxerto parcial do tendão calcâneo comum de coelhos com pericárdio equino. Também se

notou ausência de aderências entre o material enxertado e os tecidos vizinhos, nessa fase, em todos os animais, semelhante ao relatado por Costa Neto et al. (1999) no mesmo período, após utilizarem peritônio bovino no tendão calcâneo de cães. Essa ausência decorreu da reorganização do tecido tendíneo que nessa fase não necessita de intensa vascularização para sua reparação.



Figura 1. Enxerto do peritônio bovino no tendão calcâneo comum de coelho. Observa-se o peritônio (P) fixado nas extremidades do tendão (T) por sutura de Bunnell.

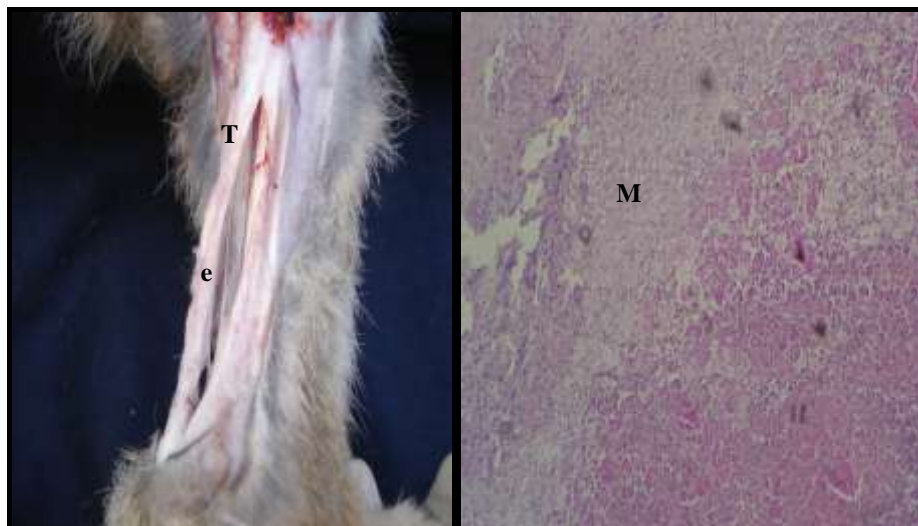


Figura 2 (A/B). A. Aspecto macroscópico da área do tendão calcâneo comum de coelho reparada com peritônio bovino, estimulada pela eletroacupuntura do segundo ao 11º dia (grupo E10), aos 91 dias de pós-operatório. Observa-se o tecido enxertado pouco espessado (e) e fixo ao tendão (T) com coloração esbranquiçada. B. Fotomicrografia da área do tendão calcâneo comum reparada com peritônio bovino, estimulada pela eletroacupuntura do segundo ao 11º dia (grupo E10), aos 91 dias de pós-operatório. Observa-se tecido de granulação maduro (M). HE- 75x.

Ao avaliar microscopicamente o reparo tendíneo neste trabalho, verificaram-se, nos animais dos três grupos aos 11 dias de pós-operatório, neovascularização e tecido de granulação imaturo e desorganizado, como o relatado por Gigante (1996), quando descreveu a fase da cicatrização do tendão calcâneo comum de ratos. Entretanto, nos animais do grupo E10, observaram-se intensa quantidade de tecido de granulação próximo aos cotos do tendão e discreta quantidade de células inflamatórias, se comparados aos dos grupos E20 e C. Isso coincide com o descrito por Gan et al. (1995) e Barros (2001) após tenotomia e terapia com ultrassom em galinhas e coelhos, respectivamente, que descreveram que a terapia na fase precoce da cicatrização tendínea diminui a quantidade de infiltrado inflamatório no local do reparo e aumenta a deposição de colágeno no tendão. Além disso, nos coelhos do grupo E10, verificou-se maior quantidade de vasos sanguíneos com parede espessada em relação aos animais dos grupos E20 e C. No E10, esse aumento na quantidade de vasos sanguíneos pode ser atribuído à estimulação dos acupontos Taichong (F 3), que aumenta a circulação no tendão calcâneo comum por meio da influência da artéria e veia digital dorsal II abaxial e, também, pela eletroestimulação do ponto Taixi (R 3), que, por meio da vasoconstrição da artéria safena medial, melhora a circulação na articulação tíbio-társica. Segundo Draehmpaehl e Zohmann (1997), a estimulação elétrica das agulhas nestes pontos promove a movimentação da pele e dos músculos adjacentes, melhorando o fluxo sanguíneo. Esse aumento na circulação, de acordo com Silva et al. (1988), eleva o aporte de elementos nutricionais aos tecidos, facilitando a multiplicação das células, colaborando, assim, para o reparo tecidual. O aumento da vascularização nos tendões dos animais do E10 coincide com os achados por Orhan et al. (2004), os quais observaram que, após terapia por TENS no tendão calcâneo comum de ratos, houve aumento do número de capilares sanguíneos.

Nos coelhos dos grupos E10 e C, aos 31 dias de pós-operatório, verificou-se tecido de granulação imaturo em quantidade moderada, entretanto, nos do E10, notou-se nas áreas centrais do reparo tendíneo, tecido de granulação maduro. Isso deveu-se aos efeitos piezoelétricos ativadas pelo uso da EA, que causaram liberação de fosfatases alcalinas, as quais, consequentemente, ativaram

os fibrócitos e estimularam a colagênese, como descrito por Regling e Rückmann (1993). Estes resultados são semelhantes aos citados por Burssens et al. (2005), após uso de TENS por sete dias no pós-operatório de reparo do tendão de Aquiles no homem, os quais notaram que esse estímulo aumenta a produção e maturação de novo colágeno. Contudo, nos coelhos do E20, notou-se quantidade discreta de tecido de granulação imaturo e desorganizado, refletindo a segunda fase de cicatrização tecidual, como descrita por Gigante (1996), na qual há proliferação fibroblástica e desorganização da matriz colágena. Este resultado pode ter ocorrido pela estimulação tardia da EA, pois, segundo Teixeira (2001), esse tipo de estímulo induz à inflamação asséptica, retardando a reparação tecidual. Roberts et al. (1982), ao utilizarem ultrassom por seis semanas após tenorrafia em coelhos, verificaram que, desse modo, o ultrassom terapêutico causa efeitos deletérios sobre a cicatrização tendinosa.

Nos animais do grupo E10, aos 31 dias de pós-operatório, verificou-se menor quantidade de células inflamatórias que nos dos outros grupos. Essa redução de células inflamatórias foi atribuída ao tratamento precoce pela EA, que, segundo Zhao e Zhu (1990), promove diminuição dos infiltrados inflamatórios quando comparado ao tratamento tardio, como o realizado no grupo E20. Nos animais dos grupos E10 e C, havia presença de quantidade moderada de vasos sanguíneos, diferentemente do observado nos do grupo E20, em que essa era severa. Segundo Gigante (1996), nessa fase da cicatrização tendínea, há diminuição do número de vasos sanguíneos, com retorno à vascularização normal, aspecto observado nos animais do E10 e C. A severa vascularização em E20 deveu-se à estimulação pela EA, que aumenta a vascularização, pois nesse grupo os animais foram estimulados até 31 dias de pós-operatório.

Observou-se maior quantidade de tecido de granulação maduro, mais organizado e com fibras paralelas aos 91 dias de pós-operatório no local enxertado dos animais do grupo E10 (Fig. 2B), quando comparado aos dos grupos E20 e C. Resultados semelhantes foram encontrados por Tatarunas et al. (1998), que, após avaliarem o uso de terapia única de laser arseneto de gálio na cicatrização cutânea de gatas, notaram um

processo cicatricial mais organizado, com evolução cicatricial mais organizada, e por Gan et al. (1995), ao observarem que o uso de ultrassom terapêutico na fase precoce do reparo de tendão em galinhas acelera a maturação cicatricial. Esses autores verificaram que o uso do ultrassom na fase tardia da cicatrização pode ser deletério para a cicatrização tendinosa, por estimular tardiamente o processo inflamatório, retardando, assim, a cicatrização. Isso foi encontrado nos animais do grupo E20 deste estudo, os quais aos 91 dias após enxerto apresentaram tecido de granulação imaturo. Segundo Gigante (1996), após 91 dias de reparo de tendão, o processo cicatricial tendíneo encontra-se na fase de remodelação, com diminuição das células inflamatórias e retorno à vascularização normal. Essas observações foram verificadas nos animais dos grupos E10 e C, nos quais houve diminuição da quantidade de células inflamatórias e vascularização. Entretanto, nos coelhos do grupo E20, verificou-se moderada quantidade de células inflamatórias e vascularização, atribuída ao retardo no processo inicial de cicatrização, pelo uso tardio da eletroestimulação, que resultou em retorno do processo à fase inflamatória.

Notou-se presença de tecido cartilaginoso metaplásico em um animal do grupo E10, semelhante ao encontrado por Costa Neto et al. (1999) aos 90 e 120 dias, após enxerto de peritônio bovino em tendão calcâneo de cães. Este achado é compatível com o processo cicatricial, pois, de acordo com Payne e Tomlinson (1993), os tendões tendem a formar áreas de fibrocartilagem em regiões de elevada pressão. Encontrou-se também presença de ossificação ectópica nos animais do grupo C, com quantidade moderada de infiltrado inflamatório, representando um local de necrose tecidual. Talvez isso tenha ocorrido pelo não uso de EA nestes animais, os quais não tiveram melhora na vascularização e no processo inflamatório proporcionado pelo estímulo elétrico.

Neste estudo, o peritônio enxertado desapareceu com o avanço do processo de cicatrização tecidual. Isso sugere que este foi incorporado, semelhante ao descrito por Costa Neto et al. (1999), após tenoplastia do tendão calcâneo comum de cães com peritônio bovino. Este resultado difere dos achados de Fuentes-Reyes

(1998), após utilizarem pericárdio equino em tendão extensor ulnar de cães. Esses autores notaram que a membrana biológica era destruída conforme ocorria a colagenização, servindo, assim, somente de arcabouço para o desenvolvimento de um novo tecido.

CONCLUSÕES

A utilização da eletroacupuntura na fase precoce da cicatrização estimula a maturação cicatricial, com mínima reação inflamatória. Na fase tardia do reparo tendíneo, prejudica o processo de cicatrização. A eletroestimulação como adjuvante após enxertia de tendão deve ser utilizada na fase inicial do processo de cicatrização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARON, D.N. Tendões. In: BOJRAB, M.J.; BIRCHARD, S.J.; THOMLINSON, J.L. *Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais*. 3.ed. São Paulo: Roca, 1996. p.516-527.
- AUTEFAGE, A. La cicatrizzazione dei tendini e dei ligamenti. *Summa*, v.16, p.29-34, 1999.
- BARROS, J.R. *Os efeitos do ultrassom na cicatrização de tendões flexores de coelhos após tenorrafia*. 2001. 57f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.
- BENAZZO, F.; STENNARDO, G.; MOSCONI, M. et al. Muscle transplant in the rabbit's Achilles tendon. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.33, p.696-701, 2001.
- BLOOMBERG, M. Músculos e tendões. In: SLATTER, D. *Manual de cirurgia de pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Manole, 1998. p.2351-2378.
- BRUN, M.V.; PIPPI, N.L.; DREIMEIER, D. et al. Solução hipersaturada de sal ou glicerina a 98% como conservantes de centros frênicos caninos utilizados na reparação de defeitos musculares em ratos wistar. *Cienc. Rural*, v.34, p.147-153, 2004.
- BURSENS, P.; FORSYTH, R.; STEYAERT, A. et al. Influence of burst TENS stimulation on collagen formation after Achilles tendon suture in man. A histological evaluation with Movat's pentachrome stain. *Acta Orthop. Belg.*, v.71, p.342-346, 2005.

- CHEN, Y.J.; WANG, C.J; YANG, K.D. et al. Extracorporeal shock waves promote healing of collagenase-induced Achilles tendinitis and increase TGF-beta1 and IGF-I expression. *J. Orthop. Res.*, v.22, p.854-861, 2004.
- CLARCK, D.M. Tendon injury and repair. In: BOJRAB, M.J. *Disease mechanisms in small animal surgery*. 2.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p.1079-1082.
- COSTA NETO, J.M. *Tenoplastia experimental do calcâneo em cães, com ligamento nugal de bovino conservado em glicerina a 98%*. 2000. 84f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- COSTA NETO, J.M.; DALECK, C.R.; ALESSI, A.C. et al. Tenoplastia experimental do calcâneo em cães com peritônio bovino conservado em glicerina. *Cienc. Rural*, v.29, p.697-703, 1999.
- DRAEHMPAEHL, D.; ZOHMANN, A. *Acupuntura na cão e no gato*. Princípios básicos e prática científica. São Paulo: Roca, 1997. 245p.
- FUENTES-REYES, E.E. *Implante de pericárdio de equino preservado em glicerina a 98% como substituto biológico de segmento de tendão do músculo extensor ulnar do carpo em cães. Estudo experimental*. 1998. 89f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GAN, B.S.; HUYS, S.; SHEREBRIN, M.H. et al. The effects of ultrasound treatment on flexor tendon healing in the chicken limb. *J. Hand Surg.*, v.20, p.809-814, 1995.
- GIGANTE, A. Fibrillogenesis in tendon healing: an experimental study. *Bol. Soc. Ital. Biol. Sperim.*, v.7/8, p.203-210, 1996.
- HAN, J.S.; XIE, G.X.; DING, X.Z. High and low frequency electroacupuncture analgesia are mediated by different opioid peptides. *Pain*, v.2, supl., p.543, 1984.
- HOLZCHUH, M.P. Emprego experimental do pericárdio de equino conservado em glicerina na substituição do tendão de Aquiles em coelhos. Aspectos histológicos. *Comun. Cient. Fac. Med. Vet. Zootec. USP*, v.14, p.57, 1990. (Resumo).
- JANSEN, D.; LUNDEBERG, T.; KJARTANSSON, J. Acupuncture and sensory neuropeptides increase cutaneous blood flow in rats. *Neurosci. Lett.*, v.97, p.305-309, 1989.
- MAZZANTI, A. *Músculo diafragma homólogo conservado em solução supersaturada de açúcar envolvido ou não com segmento omental para reparação do diafragma de cão*. 2000. 62f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- ORHAN, Z.; OZTURAN, K.; GUVEN, A. et al. The effects of extracorporeal shock waves on a rat model of injury to tendon Achilles. A histological and biomechanical study. *J. Bone Joint Surg. Am.*, v.86, p.613-618, 2004.
- PAYNE, J.T.; TOMLINSOM, J.L. Composition, structure, and function of muscle, tendon and ligament. In: BOJRAB, M.J. *Disease mechanisms in small animal surgery*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p.656-662.
- RAISER, A.G.; PIPPI, N.L.; ZINN, L.L. et al. Aloimplante ortotópico de tendão calcanear comum conservado em glicerina a 98% em cães. Influência da imobilização e da radiação laser arseneto de gálio. *Cienc. Rural*, v.7, p.21-31, 2001.
- REGLING, G.; RÜCKMANN, I. An integrative concept for an electrophysiological signal system in the connective tissue matrix. In: REGLING, G. (Ed.). *Wolff's law and connective tissue regulation*. Berlin: Walter de Gruyter, 1993. p.171-192.
- ROBERTS, M.; RUTHERFORD, J.H.; HARRIS, D. The effect of ultrasound on tendon repairs on the rabbit. *Hand*, v.14, p.17-20, 1982.
- SILVA, E.C.; HAIDAR FILHO, A.; MUSSKOPF, D.C. Radiação laser. In: RODRIGUES, E.M. *Manual de recursos terapêuticos*. Rio de Janeiro: Revinter, 1988. p.17-35.
- TATARUNAS, A.C.; MATERA, J.M.; DAGLI, M.L.Z. Estudo clínico anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato doméstico: utilização do laser de baixa potência AsGa (904 nm), 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010286501998000200004&lng=pt&nrm=iso >. Acessado em: 3 nov. 2005.
- TEIXEIRA, M.J. Fisiopatologia da dor neuropática. In: ANDRADE FILHO, A.C.C. *Dor, diagnóstico e tratamento*. São Paulo: Roca, 2001. p.7-42.
- WANG, D.E. Tendon repair. *J. Hand Ther.*, v.11, p.105-110, 1998.
- ZHAO, F.; ZHU, L. [Therapeutic effects of acupuncture (EA) on acute experimental arthritis in rats]. *Zhen Ci Yan Jiu*, v.5, p.197-202, 1990.