

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**INFLUÊNCIA DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA
TRANSCUTÂNEA NA CICATRIZAÇÃO DO TENDÃO
DO VENTRE LATERAL DO MÚSCULO
GASTROCNÊMIO EM COELHOS**

Daniel Côrtes Beretta

Orientador: Prof. Dr. Duvaldo Eurides

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Emílio Beletti

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Clínica e Cirurgia).

UBERLÂNDIA – MG

Dezembro de 2005

Agradeço:

Agradeço a Deus pelo primeiro sopro de vida que me deu;
Agradeço a Deus por ter nascido em um lar onde há amor, paz, carinho e muita
fé;

Agradeço a Deus pelos incansáveis exemplos de luta dados por minha mãe;
Agradeço a Deus pelas dificuldades, pois forjaram a paciência;
Agradeço a Deus pela fartura, enquanto muitos estão na miséria;
Agradeço a Deus pelas amizades, que são os verdadeiros tesouros de nossas
vidas;

Agradeço a Deus pelo seu silêncio, para que falasse mais alto a fé de meu
coração;

Agradeço a Deus pelos suaves conselhos e pela constante providência;
E finalmente, agradeço a Deus por mais uma etapa concluída em minha vida;

“Senão houver frutos, valeu a beleza das flores;
se não houver flores, valeu a sombra das folhas;
se não houver folhas, valeu a intenção da semente” (Enfil).

Dedico essa dissertação a Deus, pois sem ele eu nada seria, e a minha mãe que sempre foi fortaleza em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela constante providência durante todas as fases desta dissertação;

Ao meu orientador Prof. Dr. Duvaldo Eurides, pela sua paciência, correção, ajuda e ensinamentos;

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Marcelo Emílio Beletti, pela amizade, apoio, encorajamento, dedicação, ensinamentos, conselhos e exemplo;

Ao Prof. Dr. José Wilson dos Santos, pela amizade e exemplo;

A minha mãe Maria Esther, pela eterna torcida, compreensão, amor e luta;

A minha irmã Cristina, por sempre me apoiar e encorajar;

A Luiz Augusto Ruas Fernandes, amigo e exemplo de profissional, que muito me ajudou e sempre esteve presente em minha vida;

A minha namorada Virgínia, por seu amor e amparo incondicional;

Aos amigos que estiveram presentes durante a realização desse projeto;

Ao Prof. Marco Antônio Ribeiro de Faria e a Prof. Dra. Daise Aparecida Rossi, pelos seus conselhos e sua grande amizade;

Aos acadêmicos Wesley, Tamaris e Jaqueline, pela ajuda na realização das etapas desse trabalho;

Aos técnicos em histologia, Marilena, Tiago e Helgio Wernek pelo grande auxílio na confecção das lâminas histológicas;

Aos técnicos da cirurgia do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária UFU, pelo auxílio prestado durante as cirurgias;

A Ana Beatriz e a sua irmã, pela ajuda e amizade;

Aos demais professores, colegas, funcionários e acadêmicos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, os meus mais sinceros reconhecimentos e agradecimentos;

E ao meu estimado cão Max, amigo fiel e companheiro constante.

SUMÁRIO

	Página
1. LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
2. LISTA DE FIGURAS.....	viii-ix
3. LISTA DE TABELAS.....	x-xi
4. RESUMO.....	xii
5. ABSTRACT.....	xiii
6. INTRODUÇÃO.....	1
7. REVISÃO DA LITERATURA.....	2-6
8. MATERIAL E MÉTODO.....	7-11
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12-26
10. CONCLUSÃO.....	27
11. REFERÊNCIAS.....	28-34

LISTA DE ABREVIATURAS

DC: Direct Current (Corrente Direta)

PC: Pulsed Current (Corrente em Pulsos)

AC: Alternating Current (Corrente Alternada)

TENS: Transcutaneous Electric Nerve Stimulation (Estimulação Elétrica Transcutânea do Nervo)

μ A: Microampère

mA: Miliampère

Hz: Hertz

mg/kg: Miligramas por Quilo

IM: Intramuscular

KCl: Cloreto de Potássio

HE: Hematoxilina e Eosina

Dir: Direito

Esq: Esquerdo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da tenorrafia tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Em **A** observa-se à sutura modificada de Kessler (**a**). Em **B**, ampliado de **A**, os números representam as penetrações e as setas indicam a direção da sutura modificada de Kessler. Uberlândia, MG, 2005.....8

Figura 2. Prendedor de metal tipo “jacaré” adaptado utilizado para eletroterapia do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Em **A** observa-se o prendedor fechado e em **B** o prendedor aberto, mostrando a ausência de ranhuras. Uberlândia, MG, 2005.....9

Figura 3. Estimulador transcutâneo eletro Kinesis, utilizado para a eletroterapia do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Uberlândia, MG, 2005.....10

Figura 4. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Nota-se a presença de fibrina (**a**) e hemorragia (**b**), caracterizada pela intensa quantidade de hemácias, HE, (grupo 1, coelho 1, membro esquerdo). Uberlândia, MG, 2005.....14

Figura 5. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Em **A**, verifica-se a presença de células mononucleares (**a, setas**) e polimorfonucleares (**b, setas**), HE, (grupo 1, coelho 1, membro direito). Em **B**, observa-se a grande quantidade de piócitos (**seta**), HE, (grupo 1, coelho 3, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.....17

Figura 6. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. A presença de fibroblastos é indicada pelas setas, HE, (grupo 2, coelho 1, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.....19

Figura 7. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. A presença de uma célula gigante multinucleada (**a**, **seta**) englobando um fio de catagute (**b**), HE, (grupo 2, coelho 5, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.....20

Figura 8. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Neoformação de vasos indicada pelas setas, HE, (grupo 2, coelho 1, membro esquerdo). Uberlândia, MG, 2005.....21

Figura 9. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Observa-se a formação de fibrocartilagem (**a**) ao redor do coto tendíneo (**b**), HE, (grupo 4, coelho 2 membro direito). Uberlândia, MG, 2005.....23

Figura 10. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. As setas apontam as fibras colágenas organizadas em sentido longitudinal, Pricrus Sirius, (grupo 4, coelho 5, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.....24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 7 dias. Uberlândia, MG, 2005.....14

Tabela 2. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 15 dias. Uberlândia, MG, 2005.....15

Tabela 3. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 21 dias. Uberlândia, MG, 2005.....15

Tabela 4. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 30 dias. Uberlândia, MG, 2005.....16

Tabela 5. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 7 dias. Uberlândia, MG, 2005.....24

Tabela 6. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 15 dias. Uberlândia, MG,	
2005.....	25

Tabela 7. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 21 dias. Uberlândia, MG,	
2005.....	25

Tabela 8. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 30 dias. Uberlândia, MG,	
2005.....	26

INFLUÊNCIA DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA TRANSCUTÂNEA NA CICATRIZAÇÃO DO TENDÃO DO VENTRE LATERAL DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO EM COELHOS

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a macroscopia, a morfologia da resposta cicatricial e quantificar a porcentagem de fibras colágenas na região da cicatriz do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos, após tenotomia e tenorrafia, submetidos à estimulação elétrica transcutânea com corrente alternada. Foram utilizados 24 coelhos da raça Nova Zelândia, machos, separados em quatro grupos de igual número para avaliação da resposta cicatricial do tendão decorridos os períodos de 07, 15, 21 e 30 dias de pós-operatório. Em cada animal foi realizada uma incisão longitudinal de 3 cm de pele e subcutâneo na face lateral da tíbia próximo ao osso calcâneo comum, o tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio foi individualizado, seccionado e submetido a síntese com uma sutura de Kessler modificada. Em seguida os tecidos adjacentes foram aproximados e a pele suturada no padrão simples separado. Decorridas 24 horas, diariamente em um mesmo horário, foram feitas próxima a ferida cutânea do membro pélvico direito, aplicações de 2 mA de corrente alternada, durante seis minutos, com frequência de 100 hz. O material coletado foi examinado por avaliações macroscópicas e por microscopia de luz. Não foi observada nenhuma diferença significativa entre tendão tratado e controle. O aparelho Kinesis clínico utilizado para a estimulação elétrica transcutânea com corrente alternada de 2mA, por seis minutos diários, não é capaz de promover melhora na resposta cicatricial nem aumento na porcentagem de fibras colágenas do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio em coelhos da raça Nova Zelândia.

Palavras-Chave: cicatrização, coelhos, estimulação elétrica transcutânea, tendão, cirurgia

INFLUENCE OF TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL STIMULATION ON THE HEALING OF TENDON OF THE LATERAL WOMB OF THE GASTROCNEMIUS MUSCLE IN RABBITS

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the macroscopy, the morphology of healing process and to quantify collagen fibers in the site of the cicatricial repair of the tendon of the lateral womb of the gastrocnemius muscle in rabbits, after tenotomy and tenorrhaphy, submitted to transcutaneous electrical stimulation with alternating current. Twenty-four male rabbits, of the New Zealand race, were used and divided into four groups of the same number, in order to evaluate the cicatricial repair of the tendon at 7, 15, 21 and 30 days post-surgery. In each animal a longitudinal incision of 3 centimeters of skin and subcutaneous was accomplished in the lateral face of the tibia nearly the calcaneos bone, the tendon of the lateral gastrocnemios muscle was separated, sectioned and submitted to a synthesis with Kessler modified suture. Soon afterwards the adjacent tissues were approximated and the skin sutured in the separated simple standard. After 24 hours, daily at the same schedule, were done near the cutaneous wound of the right pelvic member, applications of 2 mA of alternative current, during six minutes, at a frequency of 100 Hz. The material collected was examined by macroscopy and light microscopy. Significant difference wasn't found between the treaty tendon and the control. The Kinesis electrical stimulator, utilized in the transcutaneous electrical stimulation with 2 mA of alternative current, for six minutes daily, is unable to promote better healing, neither increase in the percentage of the collagen fibers in the site of the cicatricial repair of the tendon of the lateral womb of the gastrocnemius muscle in rabbits of the New Zealand race.

Key Words: healing, rabbits, transcutaneous electrical stimulation, tendon, surgery

I. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre cicatrização e o efeito da terapêutica utilizada aumentou substancialmente nos últimos 50 anos. Descobriu-se que dependendo do tratamento o processo pode atrasar ou acelerar o reparo cicatricial. A necessidade da avaliação dos resultados dos variados tipos de terapia e o uso de dados de estudos vem ganhando atenção nos últimos anos (BOLTON, VAN RIJSWIJK, 1991).

Muito se tem estudado sobre a estimulação elétrica na fisioterapia (PECKHAM, KNUTSON, 2005), sua eficiência no aumento da resistência tensional e na síntese de colágeno (BURSSENS et al., 2003, NESSLER, MASS, 1985). A estimulação elétrica tem demonstrado ser uma boa opção no reparo de injúrias em tecidos cutâneos (NUCCITELLI, 2002), cartilagens (WELCH et al., 2004), tendões (BURSSENS et al., 2003), ligamentos (LITKE, DAHNERS, 1994) e ossos (CHAO et al., 2000), permitindo reduzir a incidência de infecções e acelerar o processo cicatricial (FEEDAR, KLOTH, 1991, GRIFFIN et al., 1991).

Resultados obtidos em humanos são os mais expressivos, mas somente através de estudos realizados em animais é que se pode saber da capacidade da eletroterapia (BROWN, 2003). A estimulação elétrica é contra-indicada em feridas associadas a osteomielite, neoplasias (KLOTH et al., 1990), arritmia cardíaca (RASSMUSSEM et al., 1987), gravidez e nas tratadas com medicamentos que contenham íons metálicos (BROWN, 2003).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a macroscopia, a morfologia da resposta cicatricial e quantificar a porcentagem de fibras colágenas na região da cicatriz do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio, em coelhos, após tenotomia e tenorrafia, submetidos à estimulação elétrica transcutânea com corrente alternada.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Os tendões são constituídos por feixes de fibras colágenas densamente agrupadas, tendo fileiras de núcleos de fibroblastos alinhadas entre esses feixes, além de capilares não muito evidentes. Sua função anatômica é proporcionar origem na musculatura, e inserção nos ossos, sendo que, quando lesados podem ser reunidos cirurgicamente, e novos fibroblastos serão responsáveis pela formação de colágeno (KESSEL, 2001). São estruturas cilíndricas, alongadas e de coloração branca (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 1990). Além disso, possuem receptores sensitivos capazes de avaliar a tensão no mesmo e transmiti-la ao sistema nervoso central. Alguns tendões podem apresentar uma bainha tendinosa, esta constituída de duas camadas de tecido conjuntivo que tem por finalidade evitar o desgaste e minimizar a fricção (HAM, 1983). Os tendões também apresentam baixas exigências metabólicas e são pouco vascularizados (MORAES, 2001).

Dentre as lesões tendíneas mais observadas, encontra-se a ruptura parcial ou total do tendão calcâneo comum. As lesões traumáticas são as mais freqüentes e geralmente ocasionadas por objetos cortantes (GOODSHIP et al., 1994).

Algumas técnicas operatórias têm sido empregadas no reparo da ruptura de tendões, porém os resultados nem sempre são satisfatórios. O material de sutura preferido é o náilon monofilamentar por ser inerte, resistente e inabsorvível. Os fios derivados de polipropileno e de poliéster, apesar de provocarem reações teciduais mais severas, também são indicados em cirurgias tendíneas por manterem a força de tensão adequada (SLATTER, 1998, MORAES, 2001). A sutura deve permitir o máximo de ancoragem com o mínimo de lesão tecidual, as técnicas freqüentemente utilizadas em cães são a de Bunnell, Bunnell-Mayer, pontos em “U” horizontais e a de Kessler modificada. Sendo a técnica de Kessler modificada, a mais indicada por manter uma boa tensão, ser menos constritiva ao suprimento sangüíneo local, ter um menor número de nós e por necessitar de um mínimo de material de sutura para a sustentação do tendão (BOJRAB, 1996). Fato também observado por Moraes et al. (2002) em um estudo sobre propriedades mecânicas de três padrões de sutura no reparo de tendão do

músculo flexor profundo do dedo em eqüinos. Observaram que a técnica de Kessler modificada apresentou espaço passivo significativamente menor e força de tensão mecânica maior que os outros padrões de sutura testados.

Na recuperação do tendão calcanear comum em ratos foi observada três fases distintas no processo cicatricial. Fase inflamatória, até sete dias após a lesão, caracterizada pelo aumento da permeabilidade vascular com extravasamento de plasma, formação de hematoma, deposição de fibrina e presença de células inflamatórias. Fase proliferativa, de sete a 15-20 dias, caracterizada por angiogenese e subsequente proliferação de fibroblastos. E fase de remodelamento, a partir de 21 dias, onde a matriz celular apresenta-se bem organizada, hipocelularidade e normalidade da inervação e vascularização. De seis a oito semanas de pós-operatório, o tendão assume praticamente seu aspecto normal (GIGANTE et al., 1996). Resultados semelhantes também puderam ser observados por De Palma et al. (2005), em um estudo sobre a fisiopatologia do processo cicatricial do tendão calcanear comum em humanos.

Nos tendões extensores a cicatrização ocorre devido à presença de grande separação entre as superfícies rompidas. Nos primeiros quatro a cinco dias após a sutura, os cotos tornam-se amolecidos e apresentam consideravelmente menor poder de preensão da sutura. A partir do quinto dia é notado aumento na resistência que se continua até 14^o ou 16^o dias. Aos 21 dias a sutura ainda pode soltar-se. A utilização do membro decorridos 21 dias permite acentuado ganho de resistência, comparado aos que se mantêm imobilizados. O uso irrestrito após três semanas de imobilização pode associar-se com estiramento da linha de sutura o que sempre aumenta a reação cicatricial (SLATTER, 1998).

Greenwald et al. (1995) referiram que a formação de espaço entre as extremidades de uma anastomose tendínea e a ruptura, é consequência do tipo e técnica de sutura, e das propriedades biológicas e biomecânicas do tendão no pós-operatório. Durante as duas primeiras semanas após reparação, a substância tendínea nas extremidades unidas amolece devido à despolimerização, com perdas de ligações dentro e entre os feixes de colágeno. A reparação do tecido colágeno inicia-se aproximadamente três semanas após a cirurgia. Uma vez iniciada a cicatrização do tendão o exercício influencia favoravelmente. Foi observado por Autefage (1999) que a resistência de um tendão seccionado é de 56% na sexta semana após intervenção e aumenta 79% após um ano. Em

condições normais um tendão pode suportar a contração muscular fisiológica somente com 25-33% da resistência normal. Devido a este fato é possível permitir um exercício limitado a partir da sexta semana. No entanto deve-se respeitar o prazo de pelo menos um ano para autorizar o exercício completo.

A cicatrização tendínea e o restabelecimento morfofuncional dos tendões dependem de fatores intrínsecos, como a vascularização, migração e adesão celular e do tipo de tendão lesionado. E de fatores extrínsecos, dentre eles as manobras pós-operatórias e o regime de reabilitação empregado (HATAKA, 1998), podendo-se destacar entre várias terapias a eletroestimulação (BLACK, 1985).

A estimulação elétrica ou eletroterapia é definida como a aplicação de corrente elétrica diretamente na ferida ou na pele próxima a ela. Três tratamentos básicos são atualmente utilizados, corrente direta (DC), corrente em pulsos (PC) e corrente alternada (AC), (LEE et al., 1993).

Segundo Owjingwa e Isseroff (2002), a corrente direta ou galvânica é uma corrente elétrica contínua e unidirecional, do catodo para o anodo, com duração igual ou maior a um segundo. Se a intensidade de corrente for menor que um segundo então é classificada como corrente em pulso. Tem como desvantagem a produção de fenômenos eletrotérmicos e eletroquímicos. Os efeitos eletrotérmicos são produzidos pela resistência gerada pelo tecido, podendo variar de acordo com a intensidade da corrente e o tempo de exposição. A reação eletroquímica é observada pela formação de hidróxido de sódio próximo ao catodo, e de ácido hidrocloreídrico próximo ao anodo, gerando uma mudança no pH o que ocasiona queimaduras químicas. Corrente em pulsos é uma corrente elétrica unidirecional com curta duração de tempo seguido por um intervalo entre pulsos onde a amplitude é zero. Tem como vantagem minimizar os efeitos eletroquímicos e eletrotérmicos por não expor o tecido a uma corrente contínua. Corrente alternada é uma corrente elétrica em pulsos bifásicos, na maioria dos casos, simétricos. Tem como vantagem não ionizar a ferida e quase não gerar efeitos eletroquímicos e eletrotérmicos por ser uma corrente bidirecional, isto é, que muda direção. É um exemplo desse tipo de corrente a estimulação elétrica transcutânea do nervo (TENS), muito utilizada na fisioterapia.

Estudos da pele intacta e lesionada em humanos e animais demonstraram a existência de uma corrente iônica natural gerada no epitélio (OWJINGWA,

ISSEROFF, 2002). O potencial elétrico na ferida pode mudar de polaridade durante os cinco primeiros dias de cicatrização por causa do aumento no número de células, sugerindo uma possível conexão entre a mudança do potencial e o processo de cicatrização (LEE et al., 1993).

O potencial elétrico transcutâneo é resultante da ação da bomba de sódio e potássio na membrana basal das células epiteliais (ILLINGWORTH, BARKER, 1980). Em sapos, a atividade celular da bomba de sódio através da membrana basal e lateral cria uma concentração de gradiente que direciona o fluxo dos íons de sódio através da junção dermoepidérmica; criando assim um potencial transepidermal. A lesão do epitélio gera um retorno dos íons de sódio contra o gradiente de concentração nas bombas da camada basal, criando a “corrente de ferida” (JAFEE, VANABLE, 1984).

Em tecidos estimulados com eletricidade efeitos dérmicos foram referidos por Brown e Gogia (1987) e Brown et al. (1988), sendo notada uma orientação diferente das fibras de colágeno em animais tratados.

Taskan et al. (1997) realizaram tratamento em feridas cutâneas no dorso de ratos com DC de 300 μ A. Constataram uma rápida epitelização e a derme apresentou aumento significativo na atividade de síntese de colágeno e na força de tensão, quando comparadas ao grupo não tratado. O aumento na síntese de colágeno também foi observado em outros casos de lesões cutâneas por Castillo et al. (1995) no tratamento de ratos com feridas causadas por queimaduras utilizando PC de 40 μ A. Por Dunn et al. (1988) em feridas incisionais de suínos tratadas com DC de 20 μ A a 100 μ A, e por Alvarez et al. (1983) que trataram feridas cutâneas de 0,3mm de profundidade no dorso de cobaias com DC de 50 μ A a 300 μ A Baker et al. (1997) puderam observar uma cicatrização 17% maior em úlceras causadas por diabetes tratadas com AC de 1mA, em humanos.

Litke e Dahnners (1994) demonstraram que corrente direta de 1 μ A a 20 μ A durante 12 dias no ligamento colateral medial lesionado do joelho de ratos, levou a um aumento significativo na força máxima de ruptura e na cicatrização do ligamento. Em contrapartida a DC gerou danos aos tecidos como áreas de necrose ocasionadas por efeitos eletrotérmicos e eletroquímicos.

Frank et al. (1983) utilizando estimulação eletromagnética durante seis semanas com 1Hz de frequência em ligamento colateral medial lesionado do

joelho de coelhos, não observaram diferença quanto ao aumento da força de ruptura do mesmo. Notaram aumento na maturidade cicatricial após análise histológica dos ligamentos estimulados. O aumento na maturidade cicatricial também foi observado por Akai et al. (1988), quando estimularam o ligamento patelar de coelhos com 10 μ A de DC durante duas semanas.

Estimulação elétrica de 7 μ A com DC em tendões flexores de coelhos *in vitro*, por um período de 42 dias, mostrou um aumento da atividade de incorporação da prolina em 91%, e da hidroxiprolina em 255%. O que indica, respectivamente, aumento da atividade celular e da síntese de colágeno (KESSEL, 2001). Também foram observadas áreas de descoloração e necrose do tendão nas regiões próximas aos eletrodos (NESSLER, MASS, 1985).

Em outro estudo, Owoeye et al. (1987) mediram a força de ruptura do tendão calcanear comum em ratos após 14 dias de tratamento com 10Hz de frequência e 75 μ A de DC. Foi observado um aumento na força de ruptura do tendão quando comparado ao grupo não estimulado.

Burssens et al. (2003) estudaram a resposta cicatricial do tendão calcanear comum em humanos, após estimulação do nervo tibial com TENS a 100Hz de frequência durante seis semanas. Houve um aumento no nível de cicatrização e no número de fibroblastos por campo microscópico quando comparados ao grupo controle.

Foi observado que os efeitos da estimulação elétrica vão consideravelmente além dos limites dos eletrodos, os achados sugerem que a estimulação pode atingir uma área de dois a três centímetros de sua aplicação (BROWN, 2003).

III. MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 24 coelhos adultos (*Oryctolagus cuniculus*), clinicamente saudáveis, da raça Nova Zelândia, machos, com peso médio de 2,5kg. Os animais foram alojados em gaiolas individuais, onde receberam ração comercial^a uma vez ao dia e água à vontade. Após um período de adaptação de sete dias, foram submetidos a avaliações clínicas e hemograma completo. Tendo sido considerados aptos a participarem do experimento, foram separados aleatoriamente em quatro grupos de igual número.

A região da articulação tíbio-társica foi tricotomizada 24 horas antes do procedimento cirúrgico. Após jejum de oito horas, foi realizado um protocolo anestésico com quetamina^b (30,0mg/Kg, IM) e xilazina^c (5,0mg/Kg, IM). Foi feito também, nos membros pélvicos direito e esquerdo, anestesia perineural dos nervos isquiático e femoral com cloridrato de lidocaína com epinefrina^d (2,0mg/kg), de acordo com os métodos descritos por Eurides e Silva (1987) em cães, por Shimizu et al. (2000) em gatos e por Mastrantonio (2002) em coelhos. Realizou-se também antibióticoterapia profilática, com administração de cefazolina sódica^e (30,0mg/kg, IM), 30 minutos antes do início da intervenção cirúrgica.

Os animais foram posicionados em decúbito lateral e o campo operatório foi submetido a antissepsia com solução de polivinil pirrolidona iodo 10%^f. Tanto no membro pélvico direito (tratado), quanto no membro pélvico esquerdo (controle), foi realizada uma incisão longitudinal de pele e subcutâneo de aproximadamente três centímetros na face lateral do osso tíbia próximo ao tubérculo do calcâneo. O tendão calcâneo comum foi exposto e o terço médio do tendão do ventre lateral músculo gastrocnêmio individualizado e seccionado transversalmente.

a-Ração Boa Cria, coelhos. Socil. Descalvado, SP.

b-Ketalar. Parke Davis. São Paulo, SP.

c-Rompum. Bayer do Brasil. São Paulo, SP.

d-Xylestesin. Cristália. Itapira, SP.

e-Cefazolin. BioChimico. Rio de Janeiro, RJ.

f-Povidine Tintura. Ceras Johnson. Rio de Janeiro, RJ.

Os cotos foram aproximados com uma sutura de Kessler modificada, utilizando-se fio mononáilon agulhado 4-0^g (Figura 1 – A e B). Os tecidos adjacentes foram aproximados com fio categute^h 4-0 e a pele com fio de náilon⁹ 3-0, com pontos simples separados. Os membros pélvicos operados não foram imobilizados durante os períodos de observação pré-estabelecidos.

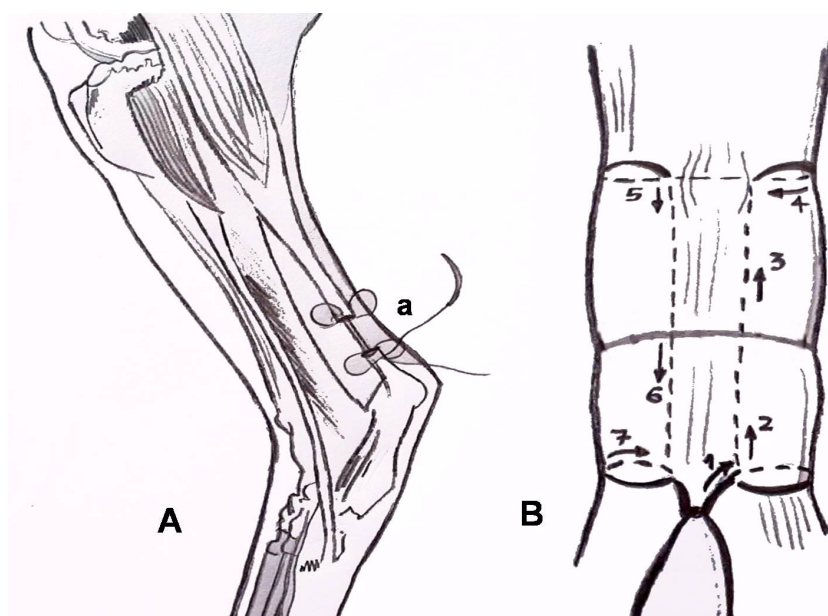


Figura 1. Representação esquemática da tenorrafia do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelho. Em **A** observa-se a sutura modificada de Kessler (**a**). Em **B**, ampliado de **A**, os números representam as penetrações e as setas indicam a direção da sutura modificada de Kessler. Uberlândia, MG, 2005.

Decorridas 24 horas, os animais foram contidos com uma faixa elástica compressiva ao redor do corpo deixando os membros pélvicos livres. A eletroterapia foi realizada diariamente, em um mesmo horário, com um estimulador elétrico transcutâneoⁱ, através da utilização de prendedores de metal tipo “jacaré” adaptados para diminuir sua força de apreensão (Figura 2 – A e B). Esses foram fixados a 0,5cm das extremidades proximal e distal da ferida de pele. (Figura 3). Foram feitas no membro pélvico direito aplicações de 2mA de corrente

g-Mononailon. Jonhson & Jonhson. São José dos Campos, SP.

h-Categute. Brasmédia. São Paulo, SP.

i-Eleto KINESIS. KW Indústria Nacional de Tecnologia e Eletrônica Ltda.

alternada, durante seis minutos, com frequência de 100 Hz sendo o membro pélvico esquerdo o controle. Logo após foram realizados curativos, em ambos os membros, através da aplicação tópica de digluconato de clorexidina 1%^j até o 8º dia de pós-operatório, quando houve a remoção dos pontos de pele.

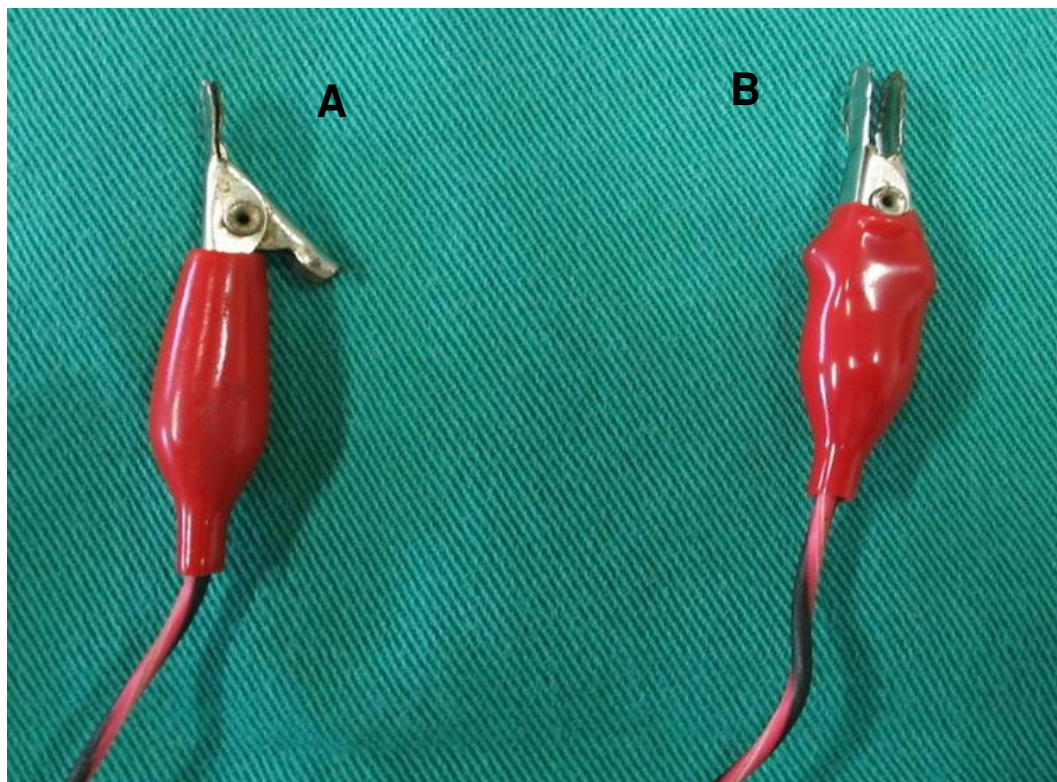


Figura 2. Prendedor de metal tipo “jacaré” adaptado utilizado para eletroterapia do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Em **A** observa-se o prendedor fechado e em **B** o prendedor aberto, mostrando a ausência de ranhuras. Uberlândia, MG, 2005

j-Merthiolate. DM Industria Farmacêutica Ltda. Barueri, SP.



Figura 3. Estimulador transcutâneo eletro Kinesis, utilizado para a eletroterapia do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Uberlândia, MG, 2005.

Após pré-medicação com xilazina^d (5mg/kg/IM), os animais foram eutanaziados sob anestesia barbitúrica^k, conforme recomenda o código de ética para uso de animais em pesquisa científica (AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION, 2001), mediante a injeção intravenosa de KCl, decorridos 07 (Grupo I), 15 (Grupo II), 21 (Grupo III) e 30 (Grupo IV) dias de pós-operatório. Os tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio do membro pélvico esquerdo e direito de todos os animais foram removidos para avaliações macroscópicas e histológicas.

Os tendões foram fixados em formol a 10%, seccionados longitudinalmente, desidratados em concentrações crescentes de álcoois, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Os blocos foram cortados com espessura de cinco micrômetros e depositados em lâminas previamente recobertas com albumina.

^k-Tiopental. Cristália. Itapira, SP.

Os cortes foram corados pelas técnicas de hematoxilina e eosina (HE) e Picrus Sírius com fundo de Fast Green. As lâminas histológicas foram avaliadas em microscopia de luz para verificar e comparar a evolução cicatricial e quantificar a porcentagem de fibras colágenas na região da cicatriz.

Foi realizada uma avaliação cega, onde os achados histológicos em HE foram agrupados quantitativamente, utilizando-se escalas de 0 a 3 símbolos “+”, com as seguintes qualificações:

0 = Ausente

+ = Pouco

++ = Moderado

+++ = Intenso

Nas lâminas coradas com Picrus-Sírius com fundo Fast Green, com o auxílio do sistema de análise de imagens “HL image”, foi realizada a quantificação da porcentagem de colágeno na área da cicatriz.

Os dados obtidos sobre a cinética celular foram analisados através do teste de sinais de Wilcoxon (não paramétrico). O teste de Tukey foi usado para a análise da porcentagem das fibras colágenas entre membro tratado e controle. Em todos os testes foram fixados 0,05 ou 5% (alfa menor ou igual a 0,05) como nível de rejeição de hipótese de nulidade, assinalando-se com um asterisco os valores significantes (AYRES, 2000).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de ação da mistura anestésica quetamina/xilazina durou aproximadamente 40 minutos, mas os animais somente mantiveram a postura natural da espécie em média 60 minutos após o retorno da anestesia. Fato devido a anestesia perineural dos nervos isquiático e femoral, também observado por Shimizu et al. (2000) em gatos e Mastrantonio (2002) em coelhos. O emprego da anestesia regional foi motivado por propiciar analgesia adequada para manipulação dos tecidos, permitindo maior segurança na realização da cirurgia. A locomoção e a postura natural dos membros pélvicos após o efeito anestésico já era esperada, pois houve a secção de apenas um componente do tendão calcâneo comum. Tais observações coincidem com as de Resende et al. (2001), quando utilizou prótese de poliuretano de óleo de mamona como substituto de tendão do músculo gastrocnêmio de coelhos. Neste experimento optou-se pela não imobilização da articulação tíbio-társica para não alterar a postura natural dos animais (SARTORI FILHO et al., 1997, REZENDE et al., 2001).

Na utilização de prendedores tipo “jacaré” adaptados, objetivou-se evitar o comprometimento da irrigação e lesões cutâneas, além de ser um método menos invasivo do que o usado por Litke e Dahners (1994), que implantaram eletrodos no ligamento colateral medial de ratos. Os prendedores foram colocados a uma distância de 4cm um do outro. Segundo Nessler e Mass (1985) em um estudo com DC em tendões de coelho *in vitro*, distâncias inferiores a essa podem causar descoloração e necrose do tendão. Fato que não foi verificado nesse experimento. A intensidade de 2mA e o tempo de seis minutos não ocasionou desconforto aos animais e não deve ter gerado sobrecarga aos tecidos, o que levaria a alterações eletroquímicas, eletrotérmicas e eletrofísicas, citadas por Owjingwa e Isseroff (2002). Burssens et al. (2003) em um estudo observaram a influência da TENS na recuperação do tendão calcâneo comum em humanos. A intensidade de corrente foi ajustada pelo limiar de dor do paciente, ocasionando em alguns casos contrações musculares. Esse tipo de ajuste foi evitado no presente experimento, por não haver a possibilidade de saber se o animal estava

ou não sentindo dor e porque as contrações musculares poderiam levar ao rompimento da sutura.

Ao exame macroscópico o tendão apresentou-se com coloração esbranquiçada, aparentemente normal em todos os grupos, evidenciando em microscopia de luz ausência de necroses e indicando que a intensidade da estimulação não causou danos ao tecido, o que contraria os achados de Nessler e Mass (1985), Cleary et al. (1988), Litke e Dahners (1994). A pele no local da cirurgia, em todos os grupos, apresentou aumento de volume que começou a diminuir ao 7º dia de pós-operatório e desapareceu ao 15º dia. Tal fato pode ser atribuído ao trauma cirúrgico, somado a reação inflamatória local natural do processo cicatricial e provocada pelo fio catgut empregado para aproximação dos tecidos adjacentes (SLATTER, 1998). Foi relatado que o uso da corrente alternada (AC) de 10mA em feridas cutâneas de suínos, promoveu aumento na perfusão e redução do volume da ferida mais rapidamente que a estimulação com corrente direta (DC) de 600µA (REGGER et al., 1999). Porém, neste trabalho, não houve diferença entre o aumento de volume encontrado nos membros tratados, quando comparados aos não tratados. Isso pode ser explicado porque a intensidade de corrente de 2mA não foi suficientemente alta para promover aumento na perfusão e redução do volume da ferida.

A análise histológica dos tendões tratados e não tratados, evidenciou no epitendíneo e na região da cicatriz, alta densidade celular e presença de neovasos, indicando um epitendíneo reativo, fato esse observado por Gelberman et al. (1991), Hataka (1998) e Moraes (2001).

O resultado da análise em microscopia de luz das lâminas coradas em HE para o grupo I encontra-se representado na tabela 1. A presença de pequena quantidade de fibrina (Figura 4) demonstrou que não houve grandes hemorragias. Já que essa proteína é um componente importante na cascata coagulatória e tem por finalidade fornecer matriz em torno da qual o coágulo sanguíneo poderá formar-se, além de agir como barreira física à disseminação de patógenos (BANKS, 1992, SLATTER, 1998, COELHO, 2000). Quanto aos grupos II (Tabela 2), III (Tabela 3) e IV (Tabela 4), não foi observada a presença desta proteína, fato esse que corrobora com o encontrado por Gigante et al. (1996) e por De Palma et al. (2005) que observaram deposição de fibrina apenas na fase inflamatória do processo de cicatrização de tendões. A fibrina estava presente em

maior quantidade nos animais tratados, porém, de acordo com a análise estatística, não houve diferença significativa entre os tendões tratados quando comparados aos não tratados.

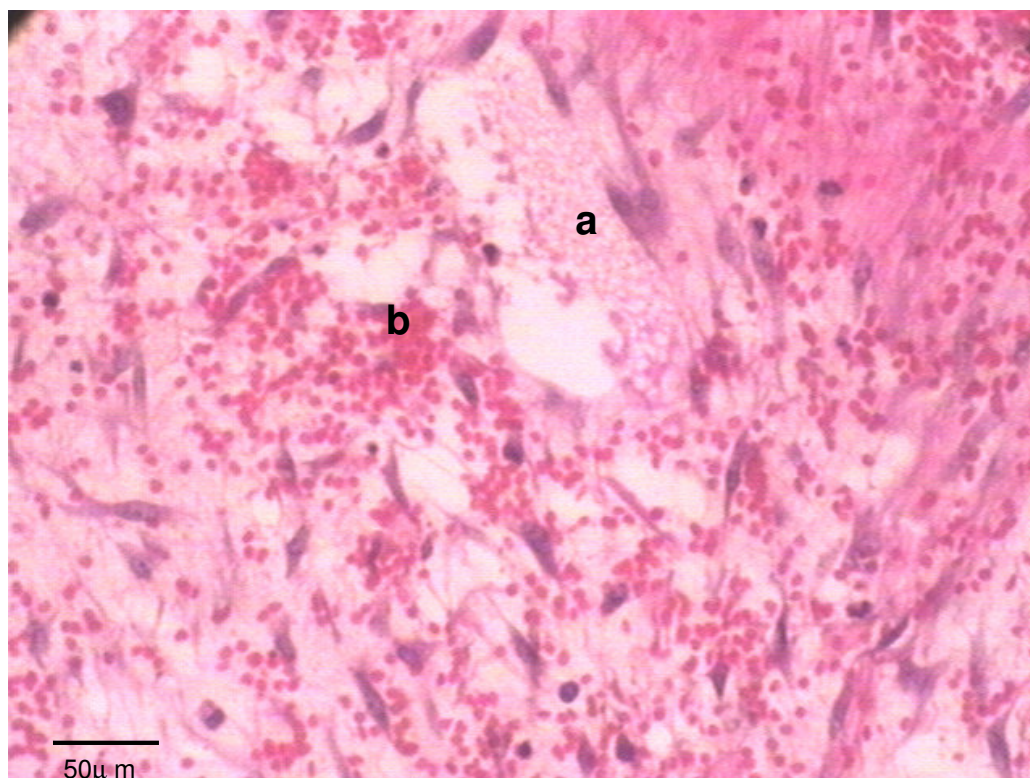


Figura 4. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Nota-se a presença de fibrina (a) e hemorragia (b), caracterizada pela intensa quantidade de hemácias, HE, (grupo 1, coelho 1, membro esquerdo). Uberlândia, MG, 2005.

Tabela 1. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE) comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 7 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO I												
Coelho	1		2		3		4		5		6	
Membro	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq
Fibrina	++	+	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
Polimorfonuclear	++	+	0	+	+++	0	+++	+++	+++	+++	0	+
Mononuclear	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fibroblasto	++	++	+	++	++	++	++	+	+	++	++	++
Piócitos	+	0	0	+	+++	0	+++	+++	+++	+++	0	0
Células Gigantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
Neovascularização	+++	+++	++	++	+	+	++	+	+	++	+	+
Hemorragia	++	+++	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+

Dir = direito, Esq = esquerdo.

Tabela 2. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE) comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 15 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO II												
Coelho	1		2		3		4		5		6	
Membro	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq
Fibrina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polimorfonuclear	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	+
Mononuclear	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fibroblasto	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Piócitos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Células Gigantes	+	0	0	+	+	0	+	+	+	0	+	+
Neovascularização	++	+++	++	++	+	++	+	+	++	+	+	+
Hemorragia	++	+	+	+	+	+	+	0	++	0	0	+

Dir = direito, Esq = esquerdo.

Tabela 3. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE) comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 21 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO III												
Coelho	1		2		3		4		5		6	
Membro	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq
Fibrina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polimorfonuclear	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0
Mononuclear	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fibroblasto	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Piócitos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Células Gigantes	+	0	0	0	+	0	0	+	+	+	+	0
Neovascularização	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hemorragia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dir = direito, Esq = esquerdo.

Tabela 4. Análise da celularidade e vascularização em microscopia de luz (HE) comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 30 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO IV												
Coelho	1		2		3		4		5		6	
Membro	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq	Dir	Esq
Fibrina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polimorfonuclear	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Mononuclear	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fibroblasto	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Piócitos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Células Gigantes	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neovascularização	+	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	0
Hemorragia	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0

Dir = direito, Esq = esquerdo.

A quantidade moderada e intensa de polimorfonucleados observada aos sete dias de pós-operatório (Figura 5-A), pode ser explicada pela presença dos mesmos em infecções agudas e em qualquer reação inflamatória (COELHO, 2000). Em feridas estimuladas com corrente elétrica direta pode ocorrer direcionamento e aumento dos vários tipos celulares para a área da estimulação, fenômeno denominado galvanotaxia (LEE et al., 1993, OWJINGWA, ISSEROFF, 2002). Entretanto, neste experimento, não houve diferença expressiva entre a quantidade de polimorfonucleados e mononucleados para o grupo I, demonstrando que a corrente alternada foi ineficaz quanto à resposta migratória celular. Foi observado excessiva presença dessas células inflamatórias nos coelhos 3 (membro direito), 4 (membro direito e esquerdo) e 5 (membro direito e esquerdo), Tabela 1. Indicativo de uma infecção local, confirmada pelo grande número de piócitos (Figura 5-B). Provavelmente deve-se a contaminação no local de alojamento desses animais, além da fraca ação bactericida da AC, que já havia sido descrita por Owjingwa e Isseroff, (2002). Quando comparado à quantidade de polimorfonucleados ao 15º dia (Tabela 2), 21º dia (Tabela 3) e 30º dia (Tabela 4), nota-se que o aumento dessas células foi devido à resposta inflamatória aguda no local da cirurgia. As quantidades encontradas nos demais grupos são bem reduzidas, em grande parte dos casos havendo ausência dos mesmos. Resultados que corroboram com os encontrados por Gigante et al. (1996), Hataka (1998), Moraes (2001), Friedrich et al. (2001) e De Palma et al. (2005).

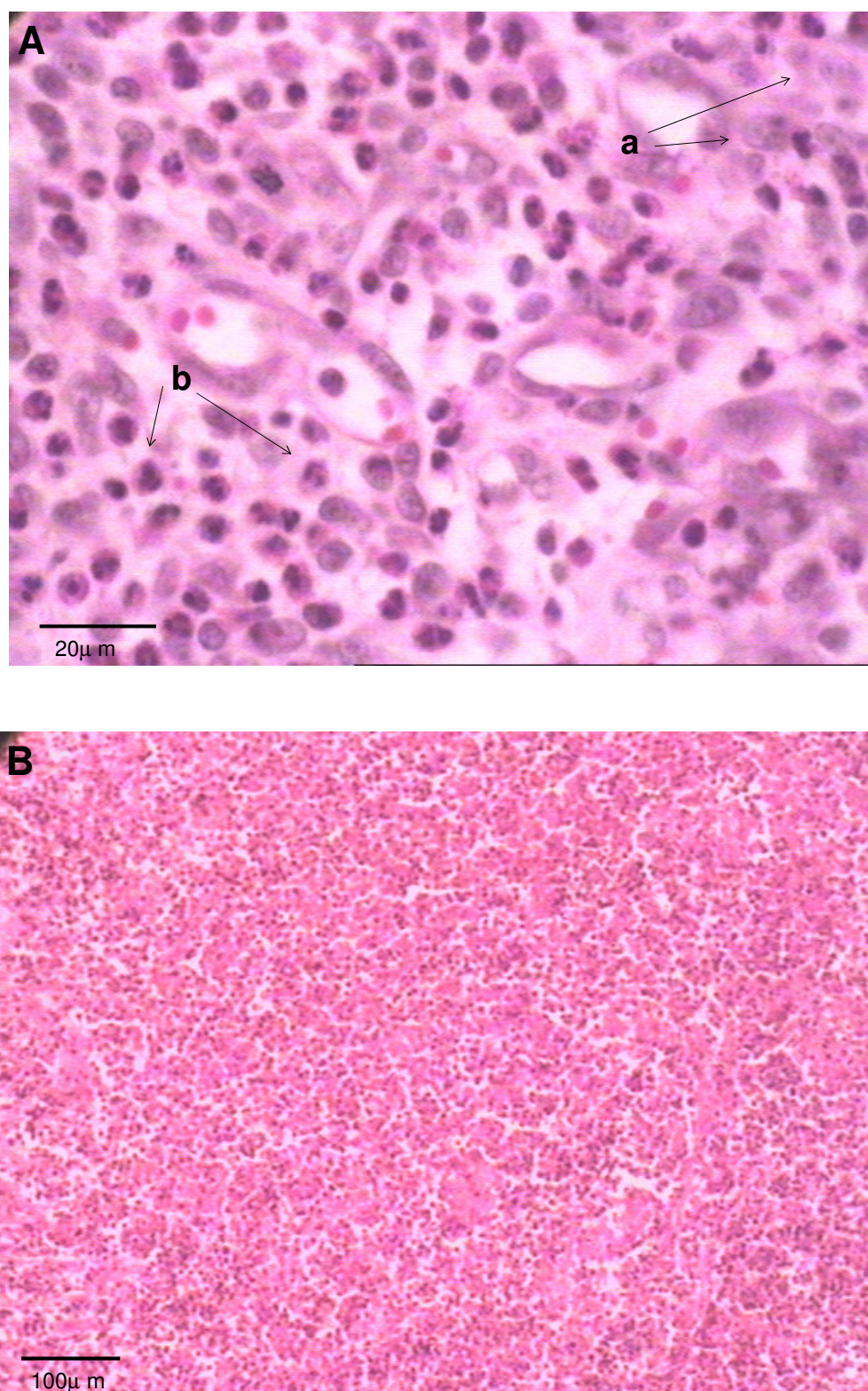


Figura 5. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Em **A**, verifica-se a presença de células mononucleares (**a**, **setas**) e polimorfonucleares (**b**, **setas**), HE, (grupo 1, coelho 1, membro direito). Em **B**, observa-se a grande quantidade de piócitos (**seta**), HE, (grupo 1, coelho 3, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.

Não houve diferenças significativas entre as quantidades de mononucleados encontrados tanto nos tendões tratados quanto nos não tratados (Figura 5-A). As células mononucleadas ou agranulócitos são células normalmente encontradas no sangue e divididas em linfócitos e monócitos. Os linfócitos dividem-se em dois tipos. O linfócito T, que é responsável pela resposta celular, e o linfócito B, que migra para o tecido conjuntivo onde se transforma em plasmócito, que é responsável pela produção de anticorpos ou resposta humoral. Os macrófagos se originam dos monócitos; no interior do sistema vascular essa célula é chamada de monócito, uma vez que ela entra no compartimento do tecido conjuntivo, extravascular, sofre diferenciação e passa a ser denominada macrófago. Essas células são residentes do tecido conjuntivo, sendo também encontradas ao longo das fibras colágenas (BANKS, 1992, COELHO, 2000). Os macrófagos são um dos primeiros agentes celulares de defesa contra a presença de material particulado no interior do organismo, participando de vários estágios da cicatrização tecidual, dentre eles os estágios de inflamação e reparação, agindo na fagocitose e remoção dos restos celulares (GIGANTE et al., 1996, SLATTER, 1998, FRIEDRICH et al., 2000, De PALMA et al., 2005). Achados coincidentes aos encontrados por Hataka, (1998), no tendão flexor digital profundo de cães com infiltrado inflamatório composto predominantemente por leucócitos polimorfonucleares, bem como intensa irrigação, e pouca presença de células mononucleadas.

Foram encontrados fibroblastos em maior quantidade nos grupos II, III e IV quando comparado ao grupo I, (Figura 6). A fase fibroblástica com a multiplicação do número de fibroblastos a partir do 15º dia foi descrita por Gelberman et al. (1991), Gigante et al. (1996), Hataka (1998), Moraes (2001), Friedrich et al. (2001), e De Palma et al. (2005). Estudos com fibroblastos demonstraram as várias respostas dessas células quando submetidas à estimulação elétrica (LEE et al., 1993). Owoeye et al. (1987) utilizaram baixa intensidade de corrente em pulsos (75µA), durante 15 dias como tratamento após tenotomia em ratos. Observaram uma migração para a região estimulada e um aumento expressivo no número de fibroblastos, quando comparados ao grupo controle. Cleary et al. (1988) estimularam *in vitro* tendões de galinha com corrente direta de 3,5 a 7mA durante quatro dias. Notaram um aumento de 32% no número de fibroblastos nos tendões tratados. Burssens et al. (2003) também relataram aumento significativo

na proliferação de fibroblastos no tendão calcâneo comum de humanos após tenorrafia, através da estimulação do nervo tibial com corrente alternada de 100hz de frequência durante seis semanas. Frank et al. (1983) descreveram aumento da maturidade dessas células ao estimularem o ligamento colateral medial de coelhos com pulso eletromagnético de 1Hz de frequência, durante seis semanas. Litke e Dahnert (1994), demonstraram que corrente direta de 1-20 μ A durante 12 dias no ligamento colateral medial de ratos, gera um aumento significativo na síntese de colágeno secretado pelos fibroblastos, resultado confirmado por Akai et al. (1988) quando estimulou o ligamento patelar de coelhos com 10 μ A de DC durante duas semanas. No presente trabalho não foi observada diferença entre o tendão tratado e controle. Indicando que a estimulação transcutânea com corrente alternada de 2 mA durante seis minutos, não foi capaz de promover qualquer tipo de resposta fibroblástica.

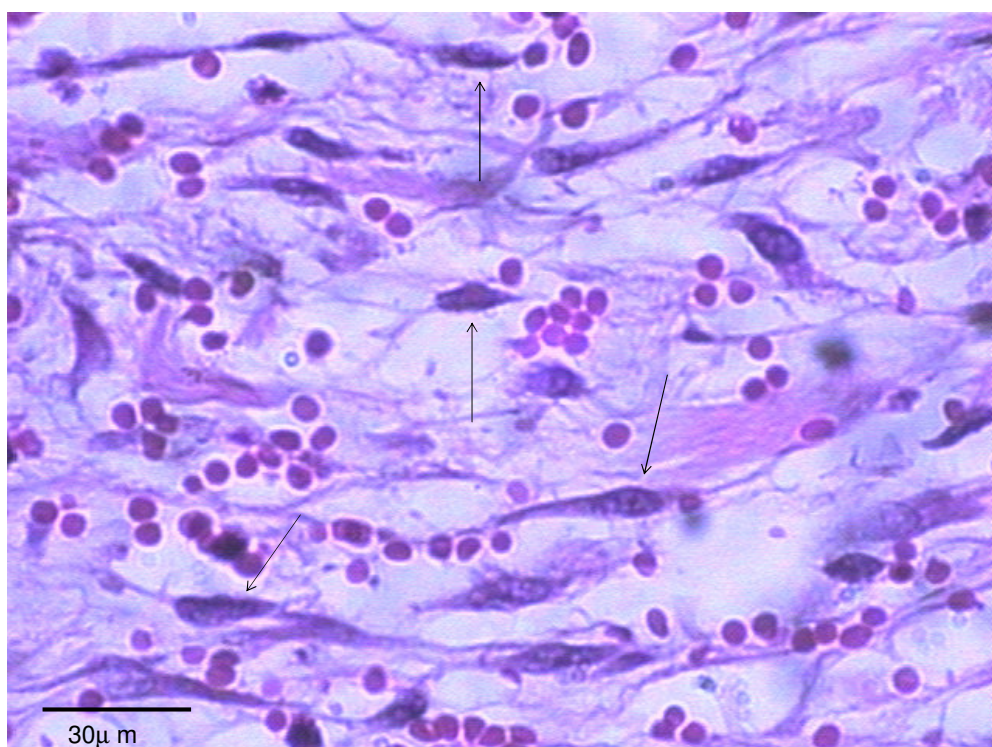


Figura 6. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. A presença de fibroblastos é indicada pelas setas, HE, (grupo 2, coelho 1, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.

As células gigantes, multinucleares, se formam pela fusão dos citoplasmas dos macrófagos e podem ter de dois até duzentos núcleos, têm por função separar, isolar ou envolver materiais estranhos. Sua presença foi observada principalmente ao redor de fragmentos do fio categute utilizado para aproximar os tecidos adjacentes. Esse achado corrobora com o encontrado por Bertoni et al. (1990), quando utilizou fio de fibra de carbono no reparo de tendões flexores de eqüino e com Hataka (1998), em um estudo sobre a cinética celular na cicatrização de tendões flexores em cães. Neste trabalho, aparentemente, o tratamento elétrico não interferiu na formação dessas células, não havendo diferenças estatísticas entre o tendão tratado e o controle (Figura 7).

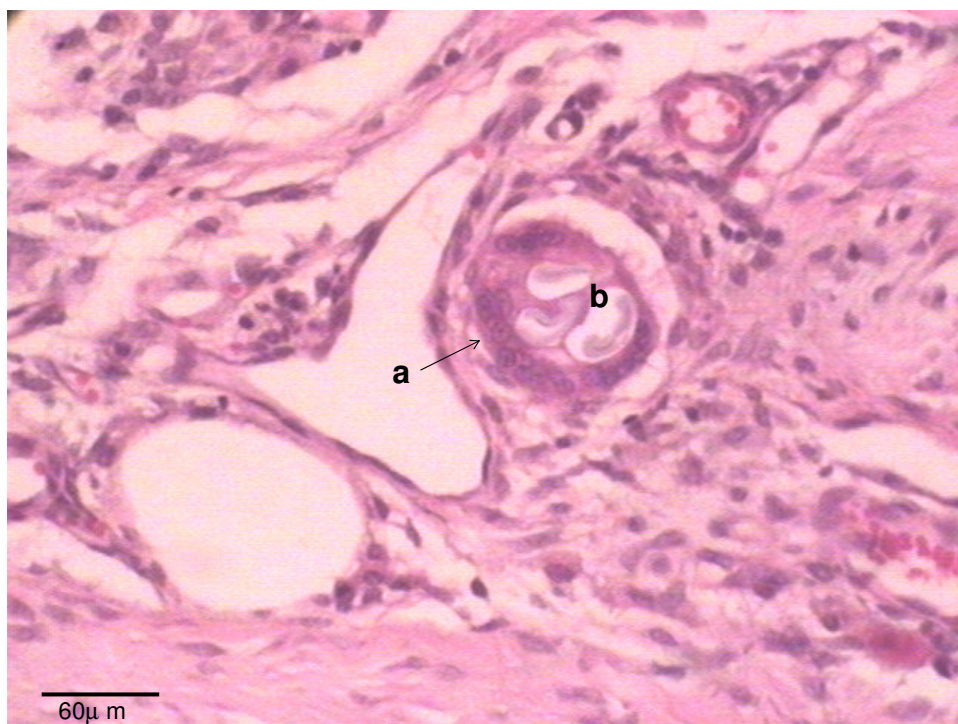


Figura 7. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. A presença de uma célula gigante multinucleada (**a**, seta) englobando um fio de categute (**b**), HE, (grupo 2, coelho 5, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.

No grupo I (Tabela 1) nota-se grande presença de neoformações vasculares indicando uma irrigação adequada para o tecido lesado (Figura 8). Essa neovascularização está diretamente relacionada com a hiperplasia local e pelo suprimento de todas as necessidades metabólicas durante o processo cicatricial (HATAKA, 1998). A rede vascular recém formada demonstra a existência do aumento significativo do número de vasos na vigência da

cicatrização tendínea. A angiogenese é um processo dinâmico com sucessiva formação e regressão dos vasos sanguíneos, que tem como maior função o restabelecimento da circulação e da atividade normal do tecido envolvido (MORAES, 1987). Quando comparado aos grupos II, III, e IV pode ser verificado que a rede vascular recém formada durante os primeiros sete dias tende a regredir, fato esse observado também por Gigante et al. (1996), Hataka (1998), Moraes (2001), Friedrich et al. (2001), e De Palma et al. (2005). Sendo que Hataka (1998) relatou ainda a persistência de vascularização até os 60 dias em tendões flexores de cães submetidos à tenotomia. Foi notado por Goldman et al. (2004) que após um tratamento com corrente em pulsos de alta voltagem em feridas isquêmicas de pele, em humanos, houve um aumento da vasodilatação arteriolar e da microcirculação ao redor da ferida, com neoformação de capilares na pele. Nada foi descrito nas pesquisas com tendões e ligamentos quanto à resposta vascular. Entretanto no presente trabalho, quando comparados os tendões tratados com os controle, não foi observado nenhuma diferença substancial.

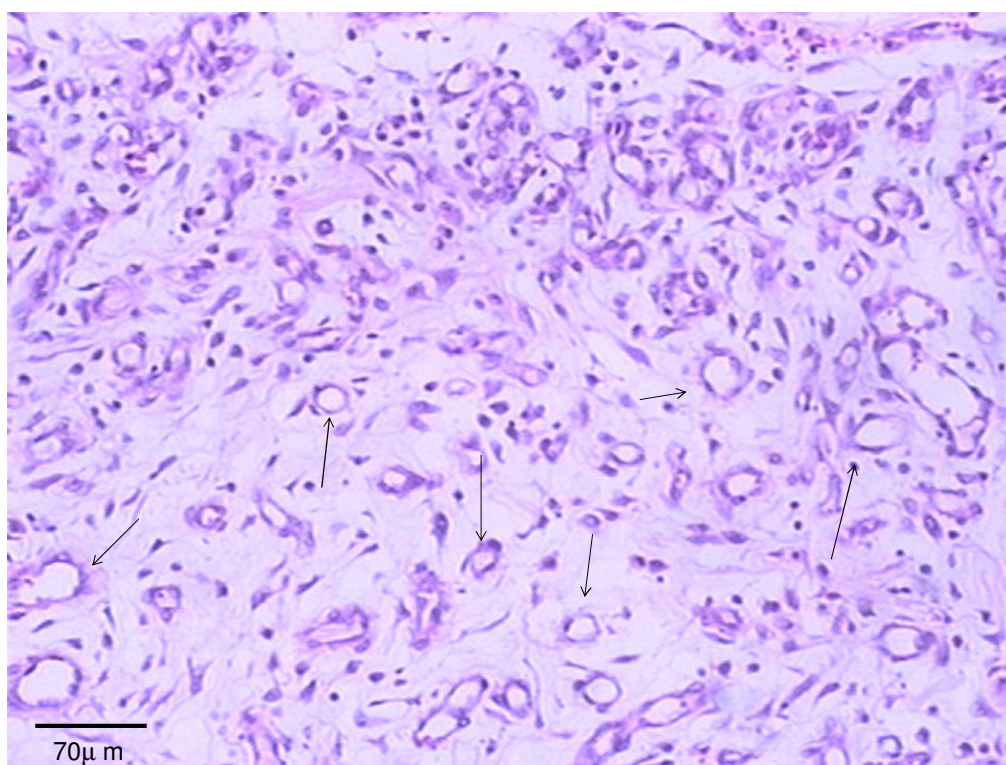


Figura 8. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Neoformação de vasos indicada pelas setas, HE, (grupo 2, coelho 1, membro esquerdo). Uberlândia, MG, 2005.

As hemorragias foram mais presenciadas no grupo I (Tabela 1) e grupo II (Tabela 2), (Figura 4), sendo nos demais grupos pouco evidentes e em alguns casos ausentes. Provavelmente deve-se a intensa formação de vasos, gerados pela neovascularização durante a reparação cicatricial, que a partir dos 15 dias começa a regredir (GIGANTE et al., 1996, HATAKA, 1998, MORAES, 2001, FRIEDRICH et al., 2001, De PALMA et al., 2005). Durante a coleta do material esses vasos acabam por se romper e a presença de hemorragia é evidenciada nos cortes histológicos.

Foi observado também neoformação de fibrocartilagem próximo ao coto do tendão no membro direito do coelho número dois e no membro esquerdo do coelho número quatro, ambos do grupo IV (Figura 9-A). A fibrocartilagem é um tecido de transição cujas propriedades estruturais e funcionais são intermediárias entre as do tecido conjuntivo denso fibroso e as da cartilagem hialina (BENJANMIN, EVANS, 1990). A compressão crônica estimula a produção de cartilagem pelas células mesenquimais, quando há redução da oferta de oxigênio por hipóxia ou por isquemia. Essas células sofrem metaplasia e dão origem a condrócitos que sobrevivem utilizando o metabolismo anaeróbico (CREVIER-DENOIX et al., 1997). A fibrocartilagem ou cartilagem fibrosa dos tendões tem ocorrência limitada e confere resistência adicional à cartilagem e ao tecido conjuntivo denso (JUNQUEIRA, 1990). A formação da fibrocartilagem no tendão ocorre devido a forças compressivas e de tensão, principalmente nas áreas próximas aos ossos. No tendão calcâneo comum já foi descrita sua presença em áreas próximas ao calcâneo, justamente por ser uma área de adesão do tendão ao osso e pelos movimentos de dorsoflexão da pata (RALPHS et al., 1998). De Palma et al. (2005), relataram a existência de áreas de metaplasia cartilaginosa no tendão calcâneo comum em humanos. Essa metaplasia foi notada na ruptura principalmente da porção distal do tendão, próximo ao calcâneo. A evidência desse tecido fibrocartilaginoso, no presente trabalho, pode ser explicada pela falta de irrigação no local, que pode ter sido ocasionada pela tensão excessiva da sutura de Kessler, corroborando com Crevier-Denoix et al. (1997). Segundo Friedrich et al. (2001), a hipóxia dos tecidos tendinosos é a mais freqüente alteração patológica na ruptura de tendão, ocasionando degeneração das fibras colágenas e danos aos elementos celulares. Observou-se, também neste trabalho, que a formação da fibrocartilagem foi mais acentuada no membro

tratado (coelho 02, membro direito) sugerindo um possível estímulo dessas células pela eletroterapia apesar de não haver diferenças estatísticas.

A avaliação da porcentagem de colágeno na região da cicatriz das lâminas coradas com Picrus Sirius com fundo de Fast Green, realizada pela análise de imagens por computador, está representada nas tabelas 5 (Grupo I), 6 (Grupo II), 7 (Grupo III) e 8 (Grupo IV), (Figura 9-B). Estudos com diversificados tipos de eletroestimulação, como corrente direta e corrente em pulsos com alta e baixa frequência, em ligamentos e tendões de varias espécies, demonstraram o aumento na produção de colágeno e na resistência tensional dos tecidos tratados (NESSLER, MASS, 1985, BLACK, 1985, OWOEYE et al., 1987, CLEARY et al., 1988, LITKE, DAHNERS, 1994). Entretanto a corrente alternada usada neste experimento mostrou-se ineficiente quanto a isso, não apresentando significância estatística.

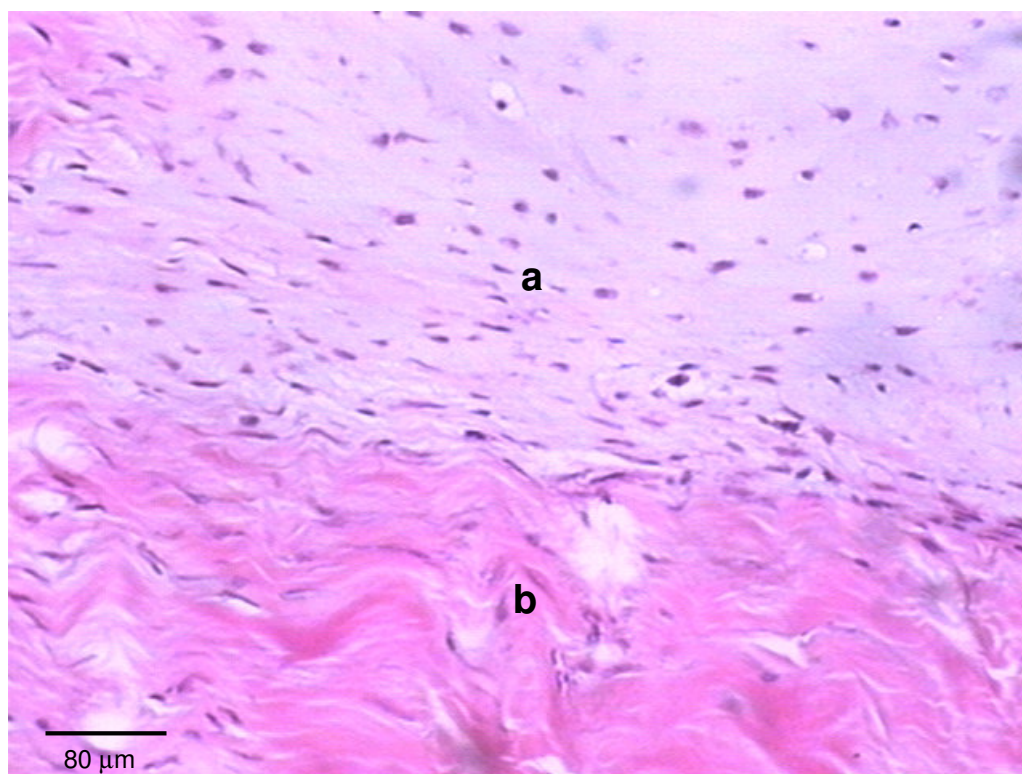


Figura 9. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. Observa-se a formação de fibrocartilagem (a) ao redor do coto tendíneo (b), HE, (grupo 4, coelho 2, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.

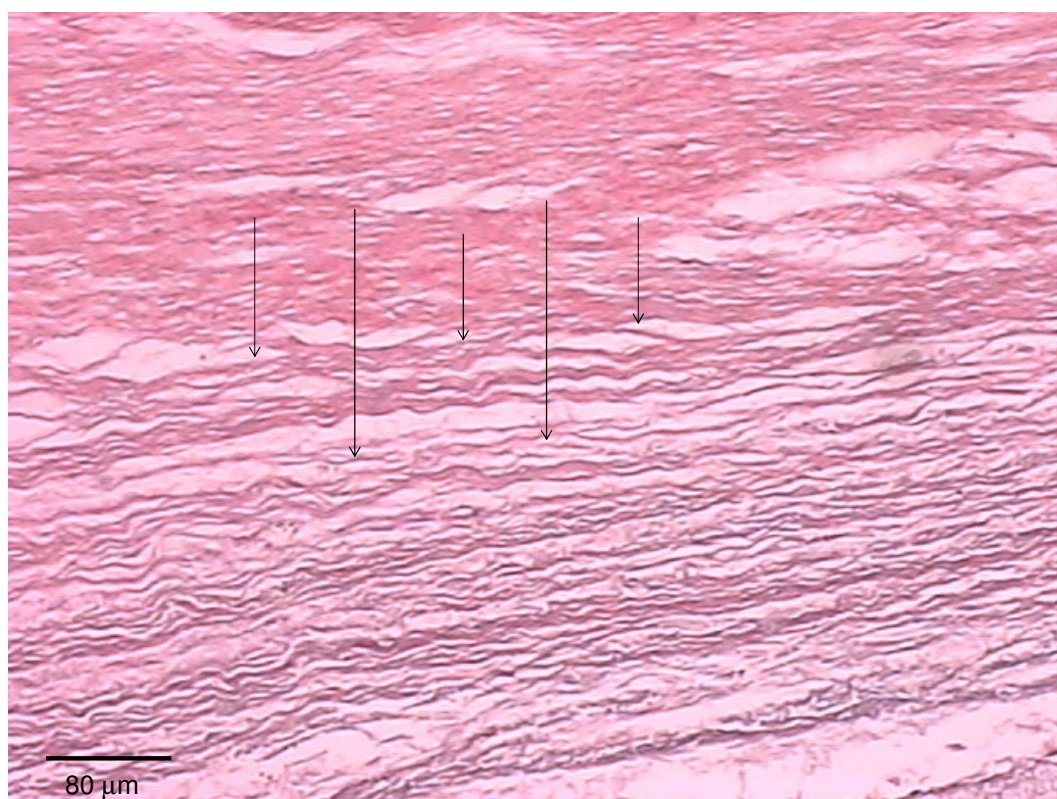


Figura 10. Fotomicrografia do reparo cicatricial do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos. As setas apontam para as fibras colágenas organizadas em sentido longitudinal, Picrus Sirius, (grupo 4, coelho 5, membro direito). Uberlândia, MG, 2005.

Tabela 5. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 7 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO I		
Coelho	Membro	Média
1	Dir	10,40%
	Esq	13,30%
2	Dir	27,40%
	Esq	33,75%
3	Dir	45,90%
	Esq	51,70%
4	Dir	56,73%
	Esq	68,46%
5	Dir	65,86%
	Esq	70,55%
6	Dir	44,56%
	Esq	43,53%

Dir = direito, Esq = esquerdo.

Tabela 6. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 15 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO II		
Coelho	Membro	Média
1	Dir	10,00%
	Esq	8,95%
2	Dir	5,60%
	Esq	31,56%
3	Dir	14,95%
	Esq	5,40%
4	Dir	40,40%
	Esq	5,55%
5	Dir	3,30%
	Esq	26,60%
6	Dir	39,90%
	Esq	17,40%

Dir = direito, Esq = esquerdo.

Tabela 7. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 21 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO III		
Coelho	Membro	Média
1	Dir	39,90%
	Esq	62,75%
2	Dir	66,70%
	Esq	80,56%
3	Dir	70,76%
	Esq	65,86%
4	Dir	66,73%
	Esq	67,30%
5	Dir	67,66%
	Esq	73,40%
6	Dir	66,30%
	Esq	68,00%

Dir = direito, Esq = esquerdo.

Tabela 8. Análise da porcentagem de fibras colágenas em microscopia de luz (Picrus Sirius), comparativa de tendões do ventre lateral do músculo gastrocnêmio de coelhos submetidos a tenotomia, tenorrafia e tratados com estimulação elétrica transcutânea de 2mA a 100Hz, durante 30 dias. Uberlândia, MG, 2005.

GRUPO IV		
Coelho	Membro	Média
1	Dir	18,25%
	Esq	11,60%
2	Dir	17,22%
	Esq	45,20%
3	Dir	8,30%
	Esq	26,50%
4	Dir	19,00%
	Esq	21,00%
5	Dir	12,00%
	Esq	19,20%
6	Dir	52,65%
	Esq	43,50%

Dir = direito, Esq = esquerdo.

A ausência de resultados diferentes entre o membro tratado e o controle indica que a terapia nos moldes em que foi realizada não apresentou eficácia. Talvez o tempo ou a forma transcutânea de estimulação não tenham sido suficientes para produzir uma resposta satisfatória. A corrente elétrica durante a estimulação transcutânea pode ter sido mais intensa no tecido subcutâneo, que é muito vascularizado, e pouco no tendão, já que a corrente elétrica segue o trajeto de menor resistência, geralmente a região mais vascularizada (LEE et al., 1993). Outro fator a ser considerado é que o fio de náilon utilizado na sutura poderia funcionar como um isolante elétrico. Mais estudos, como uma técnica mais invasiva ou um tempo de estimulação maior, devem ser realizados para que conclusões precisas possam ser dadas, já que a literatura é escassa e nenhuma referência foi encontrada quanto à estimulação com corrente alternada em tendões de coelhos.

V. CONCLUSÃO

O aparelho Kinesis clínico utilizado para a estimulação elétrica transcutânea com corrente alternada de 2mA, por seis minutos diários, não é capaz de promover melhora na resposta cicatricial nem aumento na porcentagem de fibras colágenas do tendão do ventre lateral do músculo gastrocnêmio em coelhos da raça Nova Zelândia.

VI. REFERÊNCIAS

AKAI, M.; ODA, H.; SHIRASAKI, Y.; TATESISHI, T. Electrical stimulation of wound healing: an experimental study of patellar ligament of rabbits. **Clinical Orthopaedics**, Philadelphia, v. 235, p. 296-301, 1988.

ALVAREZ, O.M.; MERTZ, P.M.; SMERBECK, R.V.; EAGLSTEIN, W.H. Healing of superficial skin wounds is stimulated by external electrical current. **Journal of Investigative Dermatology**, Baltimore, v. 81, n. 2, p. 144-148, 1983.

AUTEFAGE, A. La cicatrizzazione dei tendini e dei lagmaneti. **Summa**, Torino, v. 6, n. 1, p. 29-34, 1999.

AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. 2000 Report of the AVMA panel on euthanasia, **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 218, n. 5, p. 669-696, 2001.

AYRES, M. **Bioestat 2.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2000. 272 p.

BAKER L.L.; CHAMBERS, R.; DeMUTH, S.K.; VILLAR, F. Effects of electrical stimulation on wound healing in patients with diabetic ulcers. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 20, n. 3, p. 405-412, 1997.

BANKS, J.W. **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1992. p. 629.

BENJANMIN, M.; EVANS, E.J. Fibrocartilage. **Journal of Anatomy**, Philadelphia, v. 171, p. 1-15, 1990.

BERTONI, A.A.; STASHAK, T.S.; SMITH, F.W.; NORRRDIN, R.W. A comparision of repair methods for gap heping in equine flexor tendon. **Veterinary Surgery**, Hagerstown, v. 19, n. 4, p. 254-265, 1990. Abstract.

BLACK, J. Electrical stimulation of hard and soft tissues in animal models. **Clinics in Plastic Surgery**, Philadelphia, v. 12, n. 2, p. 243-257, 1985.

BOJRAB, M.J. **Técnicas atuais de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Roca, 1996. 896 p.

BOLTON, L.; VAN RIJSWIJK, L. Wound dressings: meeting clinical and biological needs. **Dermatology Nursing**, Pitman, v. 3, n. 2, p. 146-161, 1991.

BROWN, K.; McDONELL, M.Y.; MENTON, D.N. Electrical stimulation effects on cutaneous wound healing in rabbits. **Physical Therapy**, New York, v. 68, n. 6, p. 955-960, 1988.

BROWN, M.; GOGIA, P.P. Effects of high voltage stimulation on cutaneous wound healing in rabbits. **Physical Therapy**, New York, v. 67, n. 5, p. 662-667, 1987.

BROWN, M. Estimulação elétrica para o tratamento de feridas. In: PREM, P.G. **Feridas tratamento e cicatrização**. Rio de Janeiro: Revinter, 2003. p. 137-143.

BURSSSENS, P.; FORSYTH, R.; STEYAERT, A.; VAN OVOST, E.; PRAET, M.; VERDONK, R. Influence of burst TENS stimulation on the healing of Achilles tendon suture in man. **Acta Orthopaedica Belgica**, Belgium, v. 69, n. 6, p. 528-532, 2003.

CASTILLO, E.; SUMANO, H.; FORTOUL, T.I.; ZEPEDA, A. The influence of pulsed electrical stimulation on the wound healing of burned rats skin. **Archives of Medical Research**, México, v. 26, n. 2, p. 185-189, 1995.

CHAO, P.H.; ROY, R.; MAUCK, R.L.; LIU, W.; VALHMU, W.B.; HUNG, C.T. Chondrocyte translocation response to direct current electric fields. **Journal of Biomechanical Engineering**, New York, v. 122, n. 3, p. 261-267, 2000.

CLEARY, S.F.; LIU, M.; GRAHAM, R.; DIEGEIMANN, R.F. Modulation of tendon fibroplasias by exogenous electric currents. **Bioelectromagnetics**, New York, v. 9, p. 183-194, 1988.

COELHO, H.E. **Patologia geral veterinária**. 2.ed. Uberlândia, 2000. p. 143.

CREVIER-DENOIX, N.; COLLOBERT, C.; POURCELOT, P.; DENOIX, J.M.; SANAA, M.; GEIGER, D.; BERNARD, N.; RIBOT, X.; BORTOLUSSI, C.; BOUSSEAU, B. Mechanical properties of pathological equine superficial digital flexor tendons. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 23, p. 23-26, 1997. Supplement.

DE PALMA, L.; GIGANTE, A.; RAPALI, S. Physiopathology of the repair process of lesions of Achilles tendon. **Foot and Ankle Surgery**, Towson, 2005. No prelo.

DUNN, M.G.; DOILLON, C.J.; BERG, R.A.; OLSON, R.M.; SILVER, F.H. Wound healing using a collagen matrix: effect of DC electrical stimulation. **Journal Biomedical Materials Research**, New York, v. 22, n. 4, p. 191-206, 1988.

EURIDES, D.; SILVA, F.O.C. Anestesia do membro pélvico de cão. Estudo experimental. **Arquivo Fluminense de Medicina Veterinária**, Niteroi, v. 1, n. 2, p. 19-23, 1987.

FEEDAR, J.A.; KLOTH, L.C. Chronic dermal ulcer healing enhanced with monophasic pulsed electrical stimulation. **Physical Therapy**, New York, v. 71, n. 9, p. 639-649, 1991.

FRANK, C.; SCHACHAR, N.; DITTRICH, D.; SHIRIVE, N.; DEHASS, W.; EDWARDS, G. Electromagnetic stimulation of ligament healing in rabbits. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, Philadelphia, n. 175, p. 263-272, 1983.

FRIEDRICH, T.; SCHMIDT, W.; JUNGMICHEL, D.; HORN, L.C.; JOSTEN, C. Histopathology in rabbit Achilles tendon after operative tenolysis (longitudinal fiber incisions). **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v. 11, n. 1, p. 4-8, 2001.

GELBERMAN, R.H.; STEINBEIRG, D.; AMIEL, D.; ING, D.; AKESON, W.
Fibroblast chemotaxis after tendon repair. **Journal of Hand Surgery American**, Boston, v. 16, n. 4, p. 686-693, 1991.

GIGANTE, A.; SPECCHIA, N.; RAPALI, S.; VENTURA, A.; DE PALMA, L.
Fibrillogenesis in tendon healing: an experimental study. **Journal of Biological Research- Bolletino Della Societa Italiana di Biologia Sperimentale**, Napoli, v. 72, n. 7, p. 203-210, 1996.

GOLDMAN, R.; ROSEN, M.; BREWLEY, B.; GOLDEN, M. Electrotherapy promotes healing and microcirculation of infrapopliteal ischemic wounds: a prospective pilot study. **Advances in Skin & Wound Care**, Springhouse, v. 17, n. 6, p. 284-94, 2004. Abstract.

GOODSHIP, A.E.; BIRCH, H.L; WILSON, A.M. The pathobiology and repair of tendon and ligament injury. **Veterinary Clinics of North America**, Philadelphia, v. 10, n. 2, p. 323-349, 1994.

GREENWALD, D.P.; RANDOLPH, M.A.; HONG, H.; MAY, J.W. Augmented Becker versus modified Kessler tenorrhaphy in monkeys: dynamic mechanical analysis. **Journal of Hand Surgery**, Edinburg, v. 20A, n. 2, p. 267-272, 1995.

GRIFFIN, J.W.; TOOMS, R.E.; MENDIUS, R.A.; CLIFFT, J.K.; VANDER SWAAG, R.; EL-ZEKY, F. Efficacy of high voltage pulsed current for healing of pressure ulcers in patients with spinal cord injury. **Physical Therapy**, New York, v. 71, n. 6, p. 433-442, 1991.

HAM, A.W.; CORMAK, D.H. **Histologia**, 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983, p. 907.

HATAKA, A. **Cinética vascular e celular na cicatrização tendínea experimental em cães (*Canis familiaris*)**. 1998. 63 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

ILLINGWORTH, C.M.; BARKER, A.T. Measurement of electrical currents emerging during the regeneration of amputated finger-tips in children. **Clinical Physics and Physiological Measurement**, Bristol, v. 1, n. 1, p. 87-79, 1980.

JAFFE, L.F.; VANABLE, J.W. Electric fields and wound healing. **Clinics in Dermatology**, Philadelphia, v. 2, n. 3 p. 34-44, 1984.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990. p. 94, 99, 100.

KESSEL, R.G. **Histologia médica básica: a biologia das células tecidos e órgãos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 54 p.

KLOTH, L.; McCULLOCH, J.M.; FEEDAR, J.A. **Wound healing: alternatives in managment, contemporary perspectives in rehabilitation**. 5th ed. Philadelphia: F. A. Davis, 1990. 235 p.

LEE, R.C.; CANADAY, D.J.; DOONG, H. A review of the biophysical basis for the clinical application of electric fields in soft-tissue repair. **Journal of Burn Care and Rehabilitation**, St Louis, v. 14, n. 3, p. 319-35, 1993.

LITKE, D.S.; DAHNERS, L.E. Effects of different levels of direct current on early ligament healing in a rat model. **Journal of Orthopaedic Research**, Chapel Hill, v. 12, n. 5, p. 683-88, 1994.

MASTRANTONIO, E.C. **Reparo do tendão do músculo gastrocnêmio de coelhos com enxerto de jejuno livre homólogo conservado em glicerina a 98%**. 2002. 22 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária, Clínica e Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

MORAES, J.R.E. Neovascularization: regulating mechanisms, experimental models and antiangiogenesis. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 3, n. 2, p. 287-290, 1987.

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.

MORAES, J.R.E.; FERRARO, G.C.; SHIMANO, A.C.; BUENO DE CAMARGO, M.H.; MORAES, F.R. Propriedades mecânicas de três padrões de sutura no reparo de tendão do músculo flexor profundo do dedo em eqüinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 97-102, 2002.

NESSLER, J.P.; MASS, D.P. A direct-current electrical stimulation of tendon healing *in vitro*. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, Philadelphia, v. 217, p. 303-312, 1985.

NUCCITELLI, R. A role endogenous electric fields in wound healing. **Advances in Skin & Wound Care**, Springhouse, v. 15, n. 6, p. 112-120, 2002.

OWJINGWA, J.C.; ISSEROFF, R. Electrical stimulation of wound healing. **Dermatology Foundation**, Evanston, v. 36, n. 4, p. 1-12, 2002.

OWOEYE, I.; SIELHOLZ, N.I.; NELSON, A.J. Low-intensity pulsed galvanic current and the healing of tenotomized rat Achilles tendons: preliminary report using load-to-breaking measurements. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 68, n. 7, p. 415-8, 1987.

PECKHAM, P.H.; KNUTSON, J.S. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. **Annual Review of Biomedical Engineering**, Palo Alto, v. 7, p. 327-360, 2005.

RALPHS, J.R.; BENJAMIN, M.; WAGGETT, A.D.; RUSSELL, D.C.; MESSNER, K.; GAO, J. Regional differences in cell shape and gap junction expression in rat Achilles tendon: relation to fibrocartilage differentiation. **Journal of Anatomy**, Philadelphia, v. 193, p. 215-222, 1998.

RASSMUSSEM, M.J.; HAYES, D.L.; VLESTSTRA, R.E.; THORSTEISSON, G. Can transcutaneous electrical nerve stimulation be safely used in patients with permanent cardiac pacemakers? **Mayo Clinic Proceedings**, Rochester, v. 63, n. 5, p. 443-445, 1987.

REGER, S.I.; HYODO, A.; NEGAMI, S.; KAMBIC, H.E.; SAHGAL, V. Experimental wound healing with electrical stimulation. **Artificial Organs**, Cleveland, v. 23, n. 5, p. 460-462, 1999.

REZENDE, C.M.F.; SILVA, M.C.; LARANJEIRA, M.G.; BORGES, A.P.B. Estudo experimental do poliuretano de óleo de mamona (*Ricinus communis*) como substituto parcial do tendão calcâneo comum em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 6, p. 695-700, 2001.

SARTORI FILHO, R.; GANDOLF, W.; BANDARRA, E.P. Emprego de membrana biológica (centro frênico) na reparação das lesões tendíneas em coelhos. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 69-77, 1997.

SHIMIZU, B.J.; EURIDES, D.; MOTA, F.C.D. Anestesia dos nervos isquiáticos e femoral na introdução de parafuso no terço médio da tíbia em gatos. **Ciência Animal**, Goiânia, n. 1, v. 1, p. 209, 2000.

SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed, São Paulo: Manole, 1998. p. 2364.

TASKAN, I.; OZYAZGAN, I.; TERCAN, M.; KARDAS, H.Y.; BALKANLI, S.; ZORLU, U.; OZUGUL, Y. A comparative study of the effect of ultrasound and electrostimulation on wound healing in rats. **Plastic and Reconstructive Surgery**, Baltimore, v. 100, n. 4, p. 966-972, 1997.

WELCH, W.C.; WILLIS, S.L.; GERSZTEN, P.C. Implantable direct current stimulation in para-axial cervical arthrodesis. **Advances in Therapy**, Edison, v. 21, n. 6, p. 389-400, 2004.