



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Estudo da Cicatrização do Tendão Calcâneo
Comum com Implante de Fibra de
Carbono no Cão.

ROSANA KELLER RICHTER

Tese apresentada à Universidade Federal
do Paraná para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Veterinárias.

CURITIBA
1991



I.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

ESTUDO DA CICATRIZAÇÃO DO TENDÃO CALCÂNEO COMUM
COM IMPLANTE DE FIBRA DE CARBONO NO CÃO.

Elaborada por

ROSANA KELLER RICHTER

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE MESTRE EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

COMISSÃO EXAMINADORA :

Prof. Affonso Coêlho, PhD.

Prof. Paulo Sérgio de M. Barros, Dr.

Orientador:

Prof. Antônio Felipe P.F. Wouk, Dr. Sci.

Curitiba, 14 de maio de 1991.

A todos aqueles que palmilham esta jornada. Especialmente aos meus pais Leopoldo e Eunice, ao meu esposo Guilherme Oscar e aos meus filhos Mariana e Bernardo.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Antonio F.P. de F. Wouk pela orientação desde o início de minha formação profissional e no decorrer deste trabalho, pela compreensão, amizade e constantes incentivos.

Ao Prof. João Maria Ferraz Diniz, co-orientador desta tese, por sua disponibilidade, permanente assistência, amizade incondicional e pela realização das fotografias.

Ao Prof. Dr. Metry Bacila, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, pela presteza e atenção dispensada durante o curso e pela oportunidade oferecida.

A Prof^a. Suely R. Poterico pelo auxílio na cirurgia.

Ao Prof. Dr. Orisel Curial pelas sugestões neste trabalho.

A Prof^a. Dirnei Baroni pelo auxílio neste trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, que através de esforços, proporcionaram a formação necessária para obtenção do título de Mestre.

Ao Dr. Roberto Basile, Diretor do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná, pela franquia das instalações.

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pela amizade durante o curso, em particular, a Silvana M. Círio e a Gianni de Moraes pelo apoio e auxílios prestados no decorrer desta pesquisa.

A José Ricardo Pacholi pelo auxílio na realização de alguns "slides".

A Sra. Lilliana L. Pizzolato, bibliotecária da Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias.

A Tania M. Schrank, pela presteza e amizade durante o curso.

Aos acadêmicos Maria Luiza S. Benato, Beatriz V. Viana e Gustavo Vieira pelo auxílio de gentilezas dispensadas.

Aos funcionários do Hospital Veterinário dos Serviços de Cirurgia e Anatomia Patológica pela presteza no desenvolvimento de suas atribuições.

A família Abadie e Borba pelo inestimável apoio direto ou indireto para realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

ÍNDICE

	ABSTRACT	VII.
	RESUMO	VIII.
	LISTA DE ABREVIATURAS	IX.
	LISTA DE TABELA	X.
	LISTA DE FIGURAS.....	XI.
1	- INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	1
2	- MATERIAL E MÉTODOS	16
	2.1. Os animais	16
	2.2. O tratamento cirúrgico	17
	2.3. Métodos utilizados para histologia	19
3	- RESULTADOS.....	20
	3.1. Os animais	20
	3.2. Tratamento cirúrgico	20
	3.3. Avaliação histológica	21
	3.3.1. Aos 30 dias após implante de fibra de carbono	21
	3.3.2. Aos 60 dias após implante de fibra de carbono	22
	3.3.3. Aos 75 dias após implante de fibra de carbono	23
	3.3.4. Aos 90 dias após implante de fibra de carbono	23
	3.3.5. Aos 120 dias após implante de fibra de carbono	24
4	- DISCUSSÃO	46

	VI.
CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

ABSTRACT

An experiment was carried out in order to demonstrate the usefulness of carbon fiber in the process of healing of the dogs calcaneal tendon. Twelve healthy mongrel dogs and four of them were used as control. Carbon fiber filaments were experimentally inserted by means of a surgical prothesis after a tenontoplasty of the right common calcaneal tendon has been performed. Tenotomy and tenontoplasty were also carried out in the control group, which, in the other hand, was not implanted with carbon fiber. After the tenotomy, tenontoplasty was performed using polyglycolic acid suture. Four experimental groups of three dogs each were used. The first group was killed at 30 days; the second group at 60 days, the third at 90 days and the fourth, at 120 days after surgery and the corresponding implantation of the carbon fiber. A clinical survey of the tendons has been carried out which was followed by histological analysis. The implanted dogs showed earlier signs of normal walking when compared to the behaviour of the control animals. Furthermore macroscopically thicker tendons were observed as compared with the control animals. Microparticles of carbon fiber were already found in the popliteous lymph nodes after 30 days of implantation. Due to the high tissue proliferation around the carbon fiber filaments; it has been admitted that the implanted material acts as a scaffold to the newly formed tissue. In regard to this feature, the new tissue follows the biomechanical lines of the tendon. A further study is being on the way in the Veterinary Surgical Service of Federal University of Paraná with the goal to obtain more details about carbon fiber microparticles lymphatic migration in the implanted animals.

RESUMO

Foi realizado um experimento para demonstrar a utilidade da fibra de carbono no processo cicatricial do tendão calcâneo comum de cão. Foram utilizados doze cães sem raça definida clinicamente sadios e quatro destes foram utilizados como controle. Filamentos de fibra de carbono foram utilizados como prótese cirúrgica após tenotomia e tenorrafia do tendão calcâneo comum direito do cão. Foram também realizadas tenotomia e tenorrafia nos grupos controle, os quais não sofreram implante. A tenorrafia foi realizada com fio de sutura de ácido poliglicólico. Foram constituído quatro grupos experimentais de três cães. O primeiro grupo foi sacrificado aos trinta dias, o segundo aos sessenta dias, o terceiro aos noventa dias e o quarto aos cento e vinte dias após o ato cirúrgico e a correspondente implantação com fibra de carbono. Os tendões foram analisados clínica e histologicamente. Os cães implantados demonstraram sinais de deambulação normal mais precocemente, apresentando os tendões mais espessados em relação aos animais controle. Foram encontradas micropartículas de fibra de carbono no linfonodo popliteo já aos trinta dias após o implante. Devido uma intensa proliferação tissular encontrada em torno dos filamentos e da fibra de carbono, admite-se que o material implantado atuou como um promotor de crescimento para o tecido neo-formado. Desta forma o novo tecido obedece às linhas biomecânicas do tendão. Uma pesquisa com duração de um período de tempo mais longo está sendo realizada no Serviço de Cirurgia Veterinária da Universidade Federal do Paraná para observações mais detalhadas da migração das micropartículas de fibra de carbono via linfática.

LISTA DE ABREVIATURAS

H.E.	Hematoxilina - Eosina
I.M.	Intra-muscular
I.V.	Intra-venoso
kg	Quilograma
ml	Mililitro
PVC	Cloreto de Polivinila
Sbc	Sub-cutâneo
S.R.	Histiocitário Sistema Retículo Histiocitário

LISTA DE TABELA

1	Tabela de classificação dos animais	18
---	---	----

LISTA DE FIGURAS

1	Fibra de Carbono Medicinal, aproximadamente 25.000 filamentos	25
2	Tendão calcâneo comum de cão liberado e preparado para tenotomia	26
3	Incisão de tendão calcâneo comum de cão	26
4	Sutura de Bunnell - Mayer	27
5	Implantação da fibra de carbono no tendão calcâneo comum de cão	27
6	Fibra de carbono implantada em tendão calcâneo comum de cão	28
7	Sutura de pele sobre o tendão calcâneo comum de cão	28
8	Imobilização do membro posterior direito de cão com tiras de "PVC"	29
9	Tendão calcâneo comum de cão. Animal controle com 60 dias de evolução. Ruptura do tendão na região da sutura	30
10	Tendão calcâneo comum de cão. Implantado Fibra de Carbono (D)	31
11	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Presença de células gigantes tipo corpo estanho; histiócitos e fibroblastos. Neoformação de capilares mostrando moderada hiperemia. Presença de macrófagos com partículas de fibra de carbono. (H.E. 100 X - 30 dias)	32

12	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal do tendão com fibra de carbono implantado. (H.E. 40 X - 30 dias)	33
13	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Proliferação de fibroblastos entre e ao redor de filamentos de fibra de carbono. Neoformação de capilares e moderada hiperemia. Fragmentação da fibra de carbono em micropartículas. (Warthin Starry 100 X - 30 dias)	34
14	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Células gigantes tipo corpo estranho e fibroblastos entre os filamentos de fio de sutura. (Mallory 100 X - 30 dias)	35
15	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Fibra de carbono, organização de histiócitos e fibroblastos, infiltração por linfócitos e plasmócitos (H.E. 40 X - 60 dias)	36
16	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Proliferação de fibroblastos com até duas camadas de células circundando os filamentos de fibra de carbono. Presença de células gigantes tipo corpo estranho. (Mallory 100 X - 60 dias)	37
17	Tendão calcâneo comum de cão. Corte longitudinal. Proliferação de fibroblastos paralelamente aos filamentos de fibra de carbono. (Warthin Starry 100 X - 60 dias)	38
18	Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Reação fibrohistiocitária em torno dos filamentos de carbono. Os capilares neoformados, linfócitos e plasmócitos são escassos. Células gigantes no centro do corte. (Mallory 40 X - 90 dias)	39

- 19 Linfonodo popliteo do membro implantado de cão.
Presença de macrófagos com partículas de fibra
de carbono (H.E. 100 X - 90 dias) 40
- 20 Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal.
Acentuada proliferação de fibroblastos circundando
a fibra e ao redor de filamentos de carbono. Escas
sos linfócitos, plasmócitos e raros capilares. A
regeneração é mais acentuada da periferia para o
centro. (Mallory 40 X - 120 dias) 41
- 21 Tendão calcâneo comum de cão, Corte transversal.
Acentuada proliferação de fibroblastos entre e cir
cundando filamentos de fibra de carbono formando
envelope celular mais espesso que aos 90 dias de
implante. (Warthin Starry 100 X - 120 dias) 42
- 22 Tendão calcâneo comum de cão, Corte transversal.
Acentuada proliferação de histiócitos e fibroblas
tos ao redor da fibra de carbono. Raros capilares
com endotélio hipertrofiado, histiócitos e fibro
blastos entre os filamentos de carbono, formando
envelope celular. Fibra de carbono fragmentada em
micropartículas e em citoplasma de macrófagos.
(H.E. 100 X - 120 dias)..... 43
- 23 Tendão calcâneo comum de cão. Acentuada prolifera
ção de histiócitos e fibroblastos ao redor da fi
bra de carbono. A cicatrização é mais acentuada da
periferia para o centro.
(H.E. 10 X - 120 dias) 44
- 24 Linfonodo popliteo direito do membro implantado de
cão. Presença de partículas de fibra de carbono
no citoplasma de macrófagos.
(H.E. 100 X - 120 dias) 45

1 - INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O tendão é constituído de tecido conjuntivo fibroso que atua na união entre músculos e ossos. Os tendões são compostos por tecido denso regular com arranjos específicos. Seus principais componentes são espessas fibras de colágeno orientadas longitudinalmente e intimamente unidas. Os fibroblastos se dispõem em filas paralelas nos espaços entre as fibras de colágeno.

A estrutura básica do tendão pode ser definida como feixes de fibras colágenas dispostas entre filas de fibroblastos. (STARSHAK, 1987)

Todo o tendão é coberto por uma bainha de tecido conjuntivo ou epitenônio que continua na superfície interna com o endotenônio (WEBBON, 1973) e sua superfície mais externa com o paratenônio ou, bainha sinovial do tendão, em áreas de estresse mecânico. (BUTLER, 1974). O endotenônio, além de permitir o movimento longitudinal das fibras colágenas, também carrega vasos sanguíneos, linfáticos e nervos. (STASHAK, 1987).

PEACOCK¹ citado por EARLEY (1981) relata que o suprimento vascular dos tendões localizam-se em três locais:

- 1 - Na junção músculo-tendinosa suprindo o terço proximal.
- 2 - No tendão recoberto por paratenônio ou no tendão com bainha, suprindo o terço médio.
- 3 - Na junção ósseo-tendinosa suprindo o terço distal.

¹PEACOCK: A Study of Circulation in Normal Tendons and Healing Grfts. citado por EARLEY T.D. Tendon Disorders. In: BOJRAB, M. J. Pathophysiology in small animal surgery. Philadelphia: Léa e Fébiger, 1981, p. 851-866.

Os traumas em tendões são responsáveis por um grande número de problemas ortopédicos em animais domésticos. Pode ocorrer avulsão dos tendões nas inserções e contraturas que causam graves disfunções locomotoras. As mais freqüentes são lesões causadas por objetos pontiagudos ou acidentes automobilísticos (VAUGHAN, 1979-1981; GILMORE, 1983 e BUTLER, 1981) ou ainda por comprometimento vascular (MALNATI, 1981).

O tendão calcâneo comum é composto de três estruturas ligadas ao tuber calcis, principalmente os tendões de inserção do músculo gastrocnêmio, flexor digital superficial e ainda contribuições dos músculos bíceps femoral, semitendinoso e gracilis (VAUGHAN, 1979-1980-1981 e MALNATI, 1981; REINKE e KUS, 1982; TOMLINSON e MOORE, 1982).

A função deste grupo muscular inclui flexão da articulação femoro-tíbio-patelar, extensão da articulação do tarso e flexão dos dígitos (VAUGHAN, 1979-1980-1987; MALNATI, 1981; REINKE e KUS, 1982; JEROME e STANLEY, 1982).

A característica postural da lesão tendinosa do calcâneo comum compreende hiperflexão do tarso, hiperextensão femoro-tíbio-patelar e sustentação do peso na superfície plantar do metatarso. Uma avulsão na origem do gastrocnêmio produz o mesmo quadro, mas é raro, conforme afirmações de VAUGHAN (1979-1980), REINKE e KUS (1982), JEROME e STANLEY (1982) e MORSHEAD e LEEDS, (1984). Ainda VAUGHAN (1979) cita que, se um tendão é lesado onde se encontra recoberto por bainha sinovial, o coto se retrai e pode permanecer em um "túnel" sem formação de tecido cicatricial. Se a bainha não está envolvida, uma massa de tecido conjuntivo invade o tendão e induz à formação fibrosa que limita o movimento do mesmo. O tendão envolto por paratenônio é mais vascularizado que o tendão com bainha segundo VALDEZ et al. (1980).

O paratenônio é a fonte principal do novo tecido conjuntivo que preenche os espaços entre os cotos tendinosos. O tecido cicatricial torna-se mais maduro e seus componentes se dispõem de forma longitudinal (VAUGHAN, 1979-1980; VALDEZ et al., 1980).

Para DAHHAN et al. (1982), a cicatrização do tendão está associada com o aumento de capilares e fibroblastos da bainha, peritenônio ou tecido conjuntivo adjacente com formação do tecido de granulação. O alinhamento de novas células e subsequentes fibras de colágeno sintetizado por elas, depende em parte da orientação do coágulo de fibrina.

Entretanto as células do tecido conjuntivo interfascicular e peritenônio proliferam e se arranjam em filas longitudinais entre as fibras do tendão. Estas se diferenciam dos tenócitos por serem mais numerosas e redondas e os núcleos apresentam manchas pálidas e nucléolos proeminentes (VAUGHAN, 1980).

Os fibroblastos do tecido conjuntivo frouxo circundante migram para a ferida, preenchendo os espaços entre os cotos tendinosos. A neoformação de fibroblastos, colágeno monomérico e vários mucopolissacarídeos são necessários para o desenvolvimento e maturação da cicatriz. A rápida polarização de sub-unidades monoméricas convertem o fino leito reticular em fibrilas de diversas espessuras e finalmente em uma densa cicatriz de tecido conjuntivo. Neste estágio a cicatrização é uniforme. PEACOCK e VAN WINKLE (1976)

Para VAUGHAN (1979), a cicatrização entre os cotos tendinosos revestidos de bainha depende da migração celular de tecidos adjacentes. Já EARLEY (1981), cita modelos experimentais em tendão com bainha, onde a cicatrização só pode ter origem nas células tendinosas.

O processo cicatricial em tendões recobertos por bainha ainda é um tanto controverso. (EARLEY, 1981; PEACOCK e VAN

WINKLE, 1976)

Para PEACOCK e VAN WINKLE (1976), as observações clínicas e laboratoriais relataram que os tendões de animais adultos não possuíam células capazes de sintetizar proteína fibrosa. A maioria das células nesses tendões encontravam-se em forma de fuso que eram fibroblastos relativamente inativos. Embora houve um aumento de celularidade pós lesional, estas células eram inflamatórias e provindas de suprimento sanguíneo intrínseco ou ainda de células multipotenciais que migraram para a região da cicatrização.

Macroscopicamente a coloração do novo tecido sintetizado era mais pálida que a do tendão ou bainha. Os componentes celulares eram qualitativa e quantitativamente diferentes que os encontrados no tendão e bainha normais.

PEACOCK e VAN WINKLE (1976) e BUTLER (1974) afirmaram que, macroscopicamente se os cotos tendinosos rompidos e não reparados aparecem arredondados, as fibras tornam-se mais curtas e menores em diâmetro devido a atividade colagenolítica.

Uma lesão crônica foi caracterizada por cicatriz colagenosa que permaneceu mais celular que o tendão normal. Áreas cartilaginosas ou calcificadas foram encontradas conforme afirmativas de WEBBON (1973).

Para VAUGHAN (1980) a restauração do tecido deve ser imediata e no máximo dentro de 24 horas. Se houver extensa laceração e contaminação, deve-se limpar, debridar a ferida e aplicar uma bandagem para manter os cotos tendinosos em posição. O tecido é restaurado após a cicatrização da ferida.

Uma sutura primária requer adequada aposição dos cotos tendinosos sem ser muito extensa para minimizar os riscos de aderência (VAUGHAN, 1979-1980). O padrão de sutura desenvolvido por Bunnell-Mayer foi indicada para sutura de tendão segun-

do VAUGHAN (1980), REINKE e KUS (1982), GILMORE (1982), SAMY et al (1983), MORSHEAD e LEEDS (1984), KNECHT et al (1985), PIJANOVSKI et al (1989).

O fio de sutura de ácido poliglicólico para tendão foi sugerido por VAUGHAN e EDWARDS (1978), VAUGHAN (1980), JEROME e STANLEY (1982), GILMORE (1982), SAMY et al (1983), MORSHEAD e LEEDS (1984), KNECHT et al (1985), PIJANOVSKI et al (1989).

Ainda MASON e ALLEN (1941)² citado por VAUGHAN (1980) afirmaram que a força de tensão do tendão durante a cicatrização envolve três fases. A tensão diminui nos cinco primeiros dias após a sutura e aumenta até atingir um patamar até o décimo sexto dia. Posteriormente aumenta ainda mais do décimo nono ao vigésimo primeiro dia. Foi indicado repouso por três semanas. Mesmo após este período de imobilização e repouso, acidentes podem causar rompimento da sutura

Em cães foi indicada imobilização do tendão com tenoplastia com parafuso cortical na articulação tíbio-tarsal conforme VAUGHAN (1981), REINKE e KUS (1982), TOMLINSON e MOORE (1982).

Conforme KELMAN (1983), a imobilização dos membros operados em hiper-extensão deve ser de duas semanas. VAUGHAN (1980), REINKE e KUS (1982), MORSHEAD e LEEDS (1984), LEMAIRE (1984), MENDES et al. (1984) indicaram três semanas de imobilização seguidos de três semanas com bandagem de Robert Jones.

VALDEZ et al. (1980), que pesquisaram em eqüinos, recomendaram noventa dias de imobilização após o implante da fibra. AMIS et al. (1985) em ratos observaram que foram necessários oito semanas de imobilização e mais três meses de exercícios leves, pois há risco de alongamento. Ainda TOMLINSON e

²MASON, M.; ALLEN, H.S. The Rate of Healing Tendons. Ann.Surg., v. 113,, p. 424-459, Mar., 1941 citado por VAUGHAN Tendon Injuries in Dogs. California Vet., California, v. 34, n. 1, p. 15-19, Jan. 1980.

MOORE (1982), BERTONE et al (1990) em eqüinos, VAUGHAN (1981) em cães, citaram seis semanas de imobilização e mais dois meses de exercícios leves.

Ao serem usadas como implante, muitas substâncias sintéticas carecerem de biocompatibilidade ou foram incapazes de suportar os complexos mecanismos de defesas orgânicas. Em 1967, a National Aeronautics and Space Administration reportou o elemento carbono para implante em tecidos, e VALDEZ et al (1980) acrescentaram, que a fibra de carbono possui característica de alta pureza, alta tensão, baixa densidade, sendo biológica e fisicamente compatível com o corpo humano. JENKINS et al (1977), JENKINS (1978-1984), FORSTER et al (1978), VAUGHAN e EDWARDS (1978), VAUGHAN (1979-1980-1987), VAUGHAN et al (1985), LITTLEWOOD (1979), DENNY e GOODSHIP (1980), GOODSHIP et al (1980), LANGLOIS (1980), ARAGONA et al (1981), MOBINI et al (1982). DE GREYTI et al (1982), TAYTON et al (1982), ALEXANDER et al (1983), BROWN e POOL (1983), NIXON et al (1984), CLAES e NEUGBAUER (1984-1985), BREDIN (1986), BERTONE et al (1990). Mesmo em forma de micropartículas, a biocompatibilidade mostrou-se excelente (BURRY et al, 1983; LEMAIRE, 1984).

DAHAN et al (1982), observaram total ausência de neoplasias em animais após 10 anos de implante.

Os filamentos de carbono possuem diâmetro médio de 7µ e alto grau de estabilidade (GOODSHIP et al., 1980; ARAGONA et al., 1981; NEUGBAUER e CLAES, 1983 e MENDES et al. 1984). A força de tração é semelhante a do aço inoxidável (CLAES et al, 1983; CLAES e NEUGBAUER, 1984), sendo altamente vulneráveis às forças de dispersão (WOLTER, 1983). Devido a estrutura da camada anisotrópica da fibra, a força de tensão perpendicular ao seu eixo longitudinal é pequena, significando que o alto estresse dispersante ocorre quando as fibras são curvadas sobre superfícies pontiagudas, podendo ser rompidas nestas condições. GOODSHIP et al. (1980), CLAES et al. (1983), acrescentaram que a fi-

bra de carbono é indicada para enxertos aloplásticos.

As fibras são formadas por carbonização de um material precursor sintético constituído de um hidrocarboneto poliacrilonitrila (GOODSHIP et al, 1980).

Desde os estudos iniciais, em que JENKINS et al (1977) demonstraram o uso de fibras de carbono como material substituto para tendões e ligamentos, tem-se realizado vários trabalhos com aplicações cirúrgicas de fibras de carbono em enxertos aloplásticos em diversas espécies: em cães, VAUGHAN e EDWARDS (1978), VAUGHAN (1979-1980-1987), KELMAN (1983), ALEXANDER et al (1983), MENDES et al (1984), DENNY e GOODSHIP (1980); em ovelhas JENKINS et al (1977), JENKINS (1978), CLAES e NEUGBAUER (1983-1984); em ratos TAYTON et al (1982), AMIS et al (1985), em eqüinos, VAUGHAN e EDWARDS (1978), LITTLEWOOD (1979), VALDEZ et al (1980), LANGOIS (1980), GOODSHIP et al (1980), DE GRETI et al (1983), BROWN e POOL (1983), NIXON et al (1984), VAUGHAN et al (1985), WATKINS et al (1985), BREDIN (1986), VAN DEN BERG et al (1988) e BERTONE et al (1990); em bovinos, MOBINI et al (1982), para implante em penis de touro; em coelhos FORSTER et al (1978), ARAGONA et al (1981), WOLTER (1983), ALEXANDER et al (1983); em humanos BURRY et al (1983), CLAES e NEUGBAUER (1984-1985), JENKINS (1984), MENDES et al (1985), LEMAIRE (1984).

Estes trabalhos indicaram que, quando da ressecção ou lesão do tendão ou ligamento e reparados com fibra de carbono, obtiveram reação fibrosa, funcional e estruturalmente semelhante ao tendão ou ligamento normal. Esses achados foram atribuídos a uma ruptura mecânica gradual do implante de fibra de carbono, com subsequente aumento de tensão nas fibras colágenas recém formadas, o que propiciou a estas, maturidade e orientação na direção da tensão mecânica.

Em uso comercial os filamentos são produzidos em tranças, que são pulverizados com resina epoxi para serem submeti-

dos ao maquinário textil. Todavia a resina epoxi é altamente tóxica para as células (GOODSHIP et al., 1980). São assim posteriormente levadas com metil-etil-cetona para retirar esta resina. JENKINS et al (1977), JENKINS (1978) e VALDEZ et al (1980).

Para LITTLEWOOD (1979), as fibras de carbono não deveriam ser revestidas, pois podem interferir em sua natureza inerte e estimular reação do tipo corpo estranho.

ALEXANDER et al. (1983) utilizaram experimentalmente fibras de carbono sem proteção no tendão patelar canino, e neste caso houve migração destas para tecidos adjacentes.

Recobre-se a fibra de carbono para enxertos aloplásticos com a finalidade de aumentar a estabilidade, elasticidade e diminuir a intensidade de fragmentação, antes do organismo regenerar o tendão ou ligamento. JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), GOODSHIP et al. (1980), VALDEZ et al. (1980), ALEXANDER et al. (1983), WOLTER (1983), CLAES E NEUGBAUER (1984), NIXON et al. (1984), MENDES et al (1984-1985).

WOLTER (1983) recobriu a fibra de carbono com resina epoxi e implantou no ligamento colateral medial de ovelhas e fixou-as na região proximal da tíbia e distal do fêmur. Constatou que a cobertura com resina epoxi manteve as fibras de carbono coladas sem crescimento tissular tão intenso quanto ao da fibra sem cobertura. Portanto, a integração dos filamentos de carbono com os tecidos adjacentes apresentou-se diminuída.

BERTONE et al. (1990) comentaram que a cobertura com polímero de ácido láctico incitou reação do tipo corpo estranho em eqüinos.

O ácido polilático que é um material biocompatível, não induziu resposta imunológica e degrada em 56 dias a ácido láctico, que é um intermediário normal do metabolismo dos carboidratos. Alguns pesquisadores recobriram a fibra de carbono com colágeno que possui tempo de degradação de quatro a seis dias. CLAES e NEUGBAUER (1984), MENDES et al. (1984-1985), NIXON et

al. (1984)

Assim, estes últimos pesquisadores, constataram que a fibra de carbono atuou como um leito guia para o crescimento tissular, permitindo crescimento de novo tecido fibroso alinhado. Cada filamento foi envolvido por um envelope de células neoformadas.

O tecido neo-formado não se localizava somente na superfície da fibra, mas entre elas, separando os filamentos da fibra de carbono. JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), ARAGONA et al. (1981), NEUGBAUER e CLAES (1983), WOLTER (1983), NIXON et al. (1984) e MENDES et al (1984-1985).

A fibra de carbono induziu o crescimento de fibras colágenas com três a quatro vezes o seu diâmetro normal, aumentando assim a espessura do tendão ou ligamento. VAUGHAN (1980), VALDEZ et al. (1980), ARAGONA et al. (1981), MENDES et al. (1984), LEMAIRE (1984), BROWN e POOL (1983) em eqüinos, não observaram diferença entre membros implantados ou não.

JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), FORSTER et al. (1978), HUTCHINS e RAWLINSON (1981), ARAGONA et al. (1981), TAYTON et al. (1982), ALEXANDER et al. (1983), WOLTER (1983), CLAES e NEUGBAUER (1984) citaram que houve fragmentação mecânica da fibra de carbono e concomitante maturação do tecido neoformado, permitindo gradual transferência de tensão ao ligamento. AMIS et al (1985) afirmaram que em coelhos a fragmentação da fibra se deu muito lentamente. Para MENDES et al (1985), ocorreram fragmentação in vivo das fibras de carbono pois seus fragmentos foram encontrados em macrófagos mono e polimorfonucleares. As micropartículas apareceram como minúsculos grânulos pretos e irregulares no citoplasma dessas células. Para MENDES et al. (1984-1985) este foi um achado raro.

JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), FORSTER et al (1978), WOLTER (1983), CLAES e NEUGBAUER (1984) observaram frag

mentação da fibra de carbono no local de implante antes de ser encapsulada pelo novo tecido fibroso.

DAHAN et al. (1982) afirmaram que as fibras de carbono reduziram progressivamente por fragmentação em partículas de diferentes tamanhos ou por degradação bioquímica, o que ocorreu por ação de líquidos extra-celulares, ou elementos celulares tipo macrófagos.

Conforme NEUGBAUER et al. (1981), WOLTER (1983) e MENDES et al. (1984), quando houve ruptura de filamentos de carbono, suas pequenas partículas foram envolvidas por macrófagos e drenadas por via linfática. NEUGBAUER et al. (1981) implantou fragmentos de fibras de carbono em diferentes locais da medula do fêmur de coelhos. WOLTER (1983) implantou, também em coelhos, em injeção I.V., intraperitonal, peri e para articular. Estas partículas foram encontradas no citoplasma de células fagocitárias e também foram observadas em raras células gigantes. Em nenhum caso ocorreu necrose. MENDES et al. (1985) em humanos, observaram pequenos focos de necrose.

HUTCHINS e RAWLINSON (1981) observaram que houve fragmentação da fibra de carbono com migração para linfonodos regionais no cão em quatro e seis semanas de evolução após o implante. ALEXANDER et al. (1983) e NIXON et al. (1984) não encontraram fragmentos de fibra em linfonodo.

JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), FORSTER et al. (1978) e JENKINS (1984) encontraram partículas de carbono no linfonodo regional no membro operado, após 9 meses a 1 ano da realização do implante, e em nenhum outro local do organismo.

As micropartículas de fibras de carbono foram envolvidas por macrófagos ou por células gigantes tipo corpo estranho e distribuídas no organismo por via linfática sem qualquer ação tóxica; sendo de quantidade insuficiente para bloquear as funções das células do S.R. Histiocitário, segundo GOODSHIP et al.

(1980), WOLTER (1983) e JENKINS (1984).

MENDES et al. (1984-1985) realizaram a digestão completa dos componentes do conjuntivo circundante a fibra de carbono em cães e observaram que, a fibra encontrou-se totalmente preservada. Observaram também que a aparente fragmentação em cortes histológicos constituiu um artefato ocorrido na microtomia.

MENDES et al. (1985) e BERTONE et al. (1990) encontraram em eqüinos pequenos focos de necrose próximo ao implante de fibra de carbono. WOLTER (1983), pesquisando, em coelhos, não observou necrose em nenhum dos casos estudados.

Segundo GOODSHIP et al. (1980) e MENDES et al. (1984 - 1985), a aparência da fibra implantada no tendão, em corte transversal, era de filamentos de carbono circundados por células. Muitas destas células eram fibroblastos e macrófagos em menor número linfócitos, ocasionais plasmócitos, poucas células gigantes e raros neutrófilos. Em secções histológicas coradas com Hematoxilina e Eosina, a utilização de colorações especiais como Van Gieson, Masson ou Mallory e técnicas para impregnação argêntica facilitaram a interpretação e a visualização das células, fibras de reticulina e fibras colágenas.

GOODSHIP et al. (1980) e MENDES et al. (1985) observaram que em cortes longitudinais, os fibroblastos e o tecido conjuntivo produzidos por eles, apresentavam-se orientados na direção da fibra de carbono à qual estavam associados.

MENDES et al. (1984-1985), em humanos, após 12 a 18 meses da implantação com fibra de carbono observaram que a porção central ainda não se mostrou organizada. Ainda MENDES et al. (1985) relataram que as fibras colágenas e reticulares, fibroblastos e fibrócitos sempre estavam acompanhados de células inflamatórias.

Aos 30 dias de pós operatório, VALDEZ et al. (1980) e ALEXANDER et al. (1983) encontraram nos tendões implantados de

eqüinos e caninos, respectivamente, feixes de filamentos de carbono, com orientação paralela ao eixo longitudinal. circundando a área densa central da fibra de carbono. O estroma colágeno frouxo encontrou-se infiltrado com numerosos capilares, fibroblastos, células gigantes tipo corpo estranho, macrófagos, raros linfócitos, células plasmáticas, neutrófilos e ainda alguns macrófagos contendo partículas semelhante a carbono. Na periferia dessas áreas existiu densa população de macrófagos e fibroblastos estritamente alinhados na direção da fibra de carbono. Igualmente ARAGONA et al (1981) e WOLTER (1983) observaram em coelhos, e CLAES et al (1983) em ovelhas, tecido fibroso ao redor dessa área, com disposição semelhante, porém mais fracamente arranjados.

Em bovino, MOBINI et al (1982), descreveram que os fibroblastos e fibras colágenas estavam alinhadas na direção da fibra de carbono. Verificaram também intensa infiltração entre os filamentos de tecido colágeno frouxo com numerosos capilares, células gigantes tipo corpo estranho, macrófagos, neutrófilos e poucos linfócitos. Não foram observados eosinófilos e plasmócitos.

Em coelhos, FORSTER et al (1978), ARAGONA et al (1981) e WOLTER (1983) descreveram que o crescimento tissular causa separação dos filamentos de carbono resultando em expansão volumétrica do implante e, em eqüinos, VALDEZ et al (1980), encontraram pequeno aumento do tendão do membro implantado com fibra de carbono. Os tendões com implante possuíam uma estrutura fibrosa com características de tendão bem desenvolvido, anatomicamente aceitável aos 30 dias.

Ao redor dos filamentos de carbono NEUGBAUER e CLAES (1983), ALEXANDER et al (1983) observaram em coelhos que haviam bordas de tecido conjuntivo e fibroblastos orientados entre os filamentos de carbono, a maioria das células apresentavam-se predominantemente em arranjo paralelo na periferia do

tendão e havia tecido fibroso ricamente vascularizado. Na periferia, logo abaixo do paratenônio, GOODSHIP et al.(1980),DAHAN et al (1982), TAYTON et al.(1982) descreveram que em ratos os filamentos de carbono incitaram poucas células gigantes tipo corpo estranho. Igualmente WOLTER (1983) e DAHAN et al.(1982) descreveram que, em 30 dias haviam células gigantes tipo corpo estranho solitárias em coelhos.

VALDEZ et al.(1980) citaram que aos 60 dias de pós operatório encontraram, em eqüinos, células gigantes tipo corpo estranho, linfócitos, células plasmáticas e neutrófilos na área dos filamentos de carbono. Fibroblastos e fibras colágenas estavam alinhadas entre as fibras de carbono, bem como em reações granulomatosas ao redor das fibras. Havia também densa população de macrófagos e fibroblastos fracamente alinhados circundando áreas de filamentos de carbono. GOODSHIP et al.(1980) em ratos, ARAGONA et al.(1981) em coelhos, ALEXANDER et al.(1983) em cães e coelhos e NIXON et al.(1984) em eqüinos, observaram remodelação tissular acentuada e os implantes encontravam-se totalmente infiltrados por tecido colágeno orientado e com menor celularidade. Ainda NIXON et al.(1984) afirmaram que o tendão encontrou-se mais espesso devido a intensa hiperplasia fibroblástica.

MOBINI et al.(1982), em bovinos, observaram grande número de fibroblastos e fibras colágenas depositadas entre filamentos de fibra e ocasionais células gigantes tipo corpo estranho.

Aos 90 dias de pós operatório JENKINS et al. (1977), VAUGHAN e EDWARDS (1978), WOLTER (1983), BURRY et al (1983), CLAES e NEUGBAUER (1984) citaram que o implante de fibra de carbono foi envolvido por tecido conjuntivo semelhante ao tecido normal, não havendo células inflamatórias ou reação tipo corpo estranho.

Segundo JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), CLAES et al. (1983) e MENDES et al. (1984) os filamentos de carbono encontram-se separados por tecido conjuntivo frouxo, e o tendão consideravelmente maior em volume.

VALDEZ et al. (1980) em eqüinos, citaram que na periferia da zona implantada com fibra de carbono haviam pequenos e múltiplos granulomas que coexistiam com fragmentos de fibra de carbono envoltos por macrófagos, poucos linfócitos e plasmócitos. VALDEZ et al. (1980) verificaram ainda brotamento vascular freqüentemente com hipertrofia endotelial, no tecido circundante ao implante.

Ainda, após o implante WOLTER (1983), observou ocasionais células gigantes tipo corpo estranho em ovelhas. Os núcleos dos fibroblastos eram pequenos, fusiformes e as fibras colágenas bem individualizadas.

O tecido conjuntivo que circundou os granulomas encontrou-se infiltrado por eosinófilos (NIXON et al., 1984). Ainda para NIXON et al. (1984) a tendência de separação das fibras era mínima. BERTONE et al. (1990) em eqüinos, observaram menor celularidade, fibroblastos com núcleos fusiformes, intensa fragmentação e maior resposta inflamatória que aos 30 dias de evolução.

Aos 120 dias de pós operatório ALEXANDER et al. (1983) relataram que o implante estava completamente infiltrado por tecido neoformado e orientado paralelamente aos filamentos do carbono.

Para NIXON et al. (1984), o tendão implantado com fibra de carbono apresentou-se bem espesso. Os filamentos da fibra de carbono já mostraram tendência à separação. Na periferia da fibra existiam macrófagos epitelióides e fibroblastos. Havia presença de material amorfo no centro da fibra de carbono. Observaram-se mínima tendência à fragmentação e ausência de par-

tículas de fibra de carbono intracelularmente bem como em linfonodos.

Nos diversos procedimentos experimentais descritos na literatura não se notou uniformidade nos resultados, tendo os autores, em algumas ocasiões, chegado à conclusões divergentes.

Apesar da importância, quer por sua variedade de indicações, quer por seu uso em humanos e em animais, pouco se pesquisou sobre os implantes com fibra de carbono. Na literatura nacional veterinária não existe referência, assim, objetiva-se estudar clínica e histologicamente a cicatrização do tendão calcâneo comum de cão submetido ao implante da fibra de carbono.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Com a finalidade de delinear a pesquisa foram realizados estudos pré-experimentais em dois cães que foram submetidos a quatro tenotomias e tenorrafias; dois tendões sofreram implante com fibra de carbono.

Na fase experimental foram utilizados doze cães sem raça definida, com idade entre três a sete anos, peso corporal de 10 a 15 kg sendo cinco animais do sexo feminino. Os animais foram submetidos a um exame físico geral. Foi colhido material para hemograma; urinálise, coprológico, dosagem de proteína plasmática total com posterior desverminação com Neguvon³ injetável sbc. na dose de 0,02 ml/kg.

Não tendo sido observadas alterações que pudessem interferir com o experimento, os animais foram aleatoriamente divididos em quatro grupos de três. Em cada grupo dois animais sofreram tenotomia e tenorrafia seguido do implante com fibra de carbono.

No dia anterior a cirurgia os animais foram depilados e ficaram privados de alimentos líquidos por 12 horas e sólidos por 24 horas.

Foi utilizada anestesia dissociativa com Cloridrato de Cetamina⁴ 15 mg/kg (I.M.) e Xilazina⁵ 1 mg/kg (I.M.) ambos na

³ Neguvon - Bayer do Brasil S.A. R. Domingos Jorge, 1000 - São Paulo.

⁴ Ketalar - Aché-Lab. Farmaceuticos S.A. Via Dutra km 277 Guarulhos São Paulo.

⁵ Rompum Bayer do Brasil S.A. R. Domingos Jorge, 1000 - São Paulo.

mesma seringa e Sulfato de Atropina⁶ 0,5%, 0,044 mg/kg (sbc) 10 minutos antes da neuroleptoanalgésia.

Feixes com aproximadamente 25.000 filamentos de Fibra de Carbono Medicinal do Laboratório Rhône Poulenc⁷ foram trançados, recobertos com gelatina comercial incolor, e esterelizados com óxido de etileno.

Com o membro posterior direito tricotomizado e preparado para cirurgia asséptica, os animais foram posicionados em decúbito dorsal. O membro a ser operado foi suspenso por um auxiliar. Realizou-se o acesso cirúrgico sobre o tendão calcâneo comum no seu terço medio. A diérese teve início sobre a pele e tecido subcutâneo.

Sob o tendão liberado no seu terço médio, foi posicionada uma pinça hemostática curva, em um primeiro tempo fechada e após, aberta.

O tendão foi incisado transversalmente com bisturi, lâmina número 23. A seguir, cada coto foi fixado com pinça de Allis. As porções tendinosas pinçadas com Allis foram excisados após a sutura. Foi realizada sutura de Bunnell-Mayer, posicionando os cotos com o membro em extensão com fio de sutura de ácido poliglicólico 2,0 (DEXON)⁸. Também foram realizados pontos isolados simples entre os cotos tendinosos.

Para o implante da Fibra de Carbono foi criado um sulco longitudinal de 3 cm de comprimento equidistante da linha de sutura. A fibra de carbono foi implantada e sepultada com sutura Cushing no leito com fio Dexon 2.0⁸.

⁶ APSEN- Laboratórios Ltda. R. La Paz, 3737 B - Sto. Amaro - São Paulo.

⁷ Laboratório Rhône Poulenc = 18, Avenue d'Alasca (92.097 Paris La Defense Cedex 29).

⁸ DEXON 2.0. Sutura de ácido poliglicólico, 70 cm, sintética, absorvível, estéril, trançada. Cynamid Química do Brasil Ltda. - Rod. Pres. Dutra, km 137,5 - Resende - Rio de Janeiro.

O tecido subcutâneo foi suturado com pontos isolados simples com categut simples⁹ 2.0 e na pele foi usada a mesma sutura com fio de náilon monofilamento 2.0¹⁰.

No período pós operatório os animais receberam ração comercial para cães. Foram mantidos presos em gaiolas com o membro operado imobilizado em extensão, e receberam cloranfenicol na dose de 0,1¹¹ ml/kg I.M. e diclofenato potássico 1 mg/kg¹² por 5 dias. A ferida cirúrgica foi tratada com povidine¹³ tópico a cada 3 dias.

O membro operado foi mantido imobilizado em extensão por 21 dias com talas de tiras de "PVC"¹⁴ e após este período, bandagem de Robert Jones por mais 3 semanas.

Os animais do grupo 1 foram submetidos a eutanásia com 30 dias, o grupo nº 2 com 60, grupo nº 3 com 90 e o grupo nº 4 com 120 dias de pós operatório.

Os animais foram sacrificados e seus tendões e linfonodos examinados macro e microscopicamente após 30-60-90-120 dias do implante da fibra de carbono⁷. (TABELA 1).

Após a descrição macroscópica e fotografados, os tendões foram colhidos e fixados em solução de formol a 10%, recortados em segmentos A - B - C - D, correspondendo o segmento A a junção músculo tendinosa, os segmentos B e C à região de

⁹Categut simples 2.0. Ethicon Sutura S.A.-Rodovia Presidente Dutra km 157 São José dos Campos - São Paulo.

¹⁰Suturnylon monofilamento azul - Laboratório Bruneau S.A. Rua do Cruzeiro, 364 São Bernardo do Campo - São Paulo.

¹¹Quemicetina - Laboratório Schering - Prod. Vet. Ltda. Estrada dos Bandeirantes, 3091 - CEP 22.775 - Rio de Janeiro.

¹²Cataflan gotas - Lab. Ciba Geigy, Av. Vicente Ráo, 896 - São Paulo.

¹³Johnson Divisão Hospitalar - Via 8, nº 505 - 21 Jacarepaguá - RJ.

¹⁴Cloreto de Polivinila - Companhia Hansen Industrial - Rua Xavantes, 54 - Bairro Atiradores, Joinville/SC - CEP. 89.200.

sutura e o segmento D a junção ósseo-tendínea. Os fragmentos foram desidratados, diafanizados e incluídos em parafina. Cortados a 5 micrômetros e corados pelas técnicas de Hematoxilina de Harris e Eosina, Tricrômico de Mallory e Warthin Starry para fibras colágenas e impregnação argêntica respectivamente. Os cortes de linfonodos foram corados também pela técnica de Perl's para hemossiderina, e examinados ao microscópio óptico.

As lâminas selecionadas foram fotomicrografadas.

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DOS ANIMAIS

Grupo	Número Animais Controle	Nº Animais com Im- plante de fibra de carbono	Dias de ne- crópsia após cirurgia
1	1	2	30
2	1	2	60
3	1	2	90
4	1	2	120

Foi também introduzida fibra de carbono em fragmentos de coração de cão. Após, foram fixados em formol a 10%, processados e corados pela técnica de Hematoxilina Eosina com o objetivo de observação do artefato de técnica causado pela microtomia (fragmentação).

3 - RESULTADOS

Na avaliação clínica, os sinais vitais como frequência cardíaca, respiratória, perfusão tecidual, proteína plasmática micção e defecação apresentaram-se normais.

Antes da aplicação do vermífugo os animais apresentaram eosinofilia. O exame de urina, proteína total plasmática apresentaram-se em níveis normais.

O protocolo anestésico não apresentou complicações e mostrou-se eficaz para os procedimentos cirúrgicos realizados.

O tempo cirúrgico médio foi de 40 minutos. Foram necessárias poucas ligaduras de pequenos vasos, não retardando sobremaneira a diérese.

O acesso adotado proporcionou pronta identificação das estruturas. O fio de sutura apresentou bom resultado para sutura de tendão, (Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7).

Houve certa dificuldade para a realização da sutura devido ao posicionamento do animal na mesa cirúrgica.

O implante da fibra de carbono foi realizado com facilidade pois não houve fragmentação da mesma e apresentou bom manuseio.

Em geral, os cães mostraram-se ativos um dia após o ato cirúrgico, não demonstraram alteração quanto a temperatura corporal, o apetite e a micção. Apresentaram desconforto ao se movimentar devido a imobilização empregada. (Fig. 8)

Os tendões apresentaram-se aumentados de volume sem sensibilidade dolorosa a palpação-pressão. A ferida cirúrgica apre

sentou-se limpa e sem formação de edema. Os pontos cutâneos foram retirados no sétimo dia de pós-operatório.

Um animal do quarto lote foi a óbito aos 75 dias de implante. Na necrópsia foram constatados torção e dilatação gástrica. Outro animal controle do segundo lote aos 30 dias após a cirurgia, teve seu tendão rompido devido a uma queda acidental do segundo piso do canil. Na necrópsia o tendão apresentou-se alongado com os cotos arredondados. (Fig. 9)

Foram examinados macro e microscopicamente os tendões calcâneo comum e linfonodo popliteo dos membros operados com e sem implante de fibra de carbono.

Em todos os lotes os tendões apresentaram-se aumentados de volume, consistentes à palpação - pressão sendo mais acentuado nos tendões de animais com 90 e 120 dias de implante.

Comparativamente as alterações clínicas e volume dos tendões dos animais com implante de fibra de carbono foram mais acentuadas que nos tendões de animais controle. (Fig. 10)

Os linfonodos popliteos dos respectivos membros apresentaram aumento de volume em comparação aos do membro oposto.

Aos 30 dias de pós-operatório os animais implantados apresentaram maior estabilidade à deambulação que o animal controle.

Ao exame microscópico, do tendão implantado os animais com 30 dias de pós-operatório, apresentaram ao redor das fibras de carbono leve proliferação de histiócitos e fibroblastos, acentuada neoformação de capilares e hiperemia. Na periferia dessa área existiam muitos macrófagos com hemossiderina, moderada infiltração por linfócitos e maior quantidade de plasmócitos, poucos neutrófilos e raras células gigantes tipo corpo estranho. (Fig. 11) Alguns macrófagos, contendo partículas de fibra de carbono, foram observados em alguns cortes de tendão. A proliferação celular foi mais acentuada na periferia da fi-

bra, diminuindo gradativamente para a região central. (Fig. 12). A técnica de coloração de Mallory mostra maior quantidade de fibras colágenas circundando a fibra de carbono evidenciando que eram fibroblastos maduros e a proliferação do tecido conjuntivo ocorreu da periferia para o centro e entre os filamentos de carbono. Nessa mesma seqüência fibras argentafins foram mostradas pela técnica de Warthin Starry. (Fig. 13)

Em relação ao fio da sutura a proliferação celular foi muito mais acentuada. Foi evidenciada grande quantidade de histiócitos e fibroblastos, neoformação de capilares, hiperemia, infiltração de células mononucleares com predominância de linfócitos, e também neutrófilos, estes em maior quantidade entre os filamentos do fio de sutura. Ocorreu presença abundante de células gigantes tipo corpo estranho muitas vezes englobando filamentos de fio. O tecido conjuntivo mostrou o seu grau de maturidade da periferia para o centro pela quantidade de fibras colágenas e fibras argentafins evidenciadas pelas técnicas de Mallory e Warthin Starry. Nas áreas de tecido conjuntivo em organização encontrou-se hemossiderina. (Fig. 14) Os cortes de linfonodos apresentaram apenas hiperplasia linfóide e macrófagos com hemossiderina. Em alguns desses macrófagos foram observadas partículas de fibra de carbono.

Os cortes de tendão aos 60 dias de pós operatório mostraram proliferação de histiócitos e fibroblastos mais acentuada que aos 30 dias de pós operatório. (Fig. 15) Observou-se escassa hiperemia, alguns macrófagos com hemossiderina e moderada infiltração por linfócitos e plasmócitos, bem como raras células gigantes tipo corpo estranho. Os vasos neoformados ainda eram abundantes e o endotélio apresentava hiperplasia mais acentuada que aos 30 dias. Circundando os filamentos de carbono ocorreu formação de até duas camadas de células. Observou-se fibroblastos mais jovens a medida que se dirigiu para o centro

da área de regeneração. Circundando a fibra de carbono a camada de tecido conjuntivo já era bem evidente. (Fig. 16 e 17) Evidenciou-se também células gigantes tipo corpo estranho entre os filamentos de fio, alguns destes já parcialmente absorvidos.

Os linfonodos apresentaram hiperplasia linfóide e no citoplasma de macrófagos observou-se micropartículas de fibra de carbono. No linfonodo do animal controle ocorreu hiperplasia linfóide e alguns macrófagos com hemossiderina.

Aos 75 dias de pós operatório os cortes de tendão mostraram uma organização mais avançada que nos casos anteriores (30 e 60 dias). Verificou-se proliferação moderada de histiócitos e um evidenciado arranjo de fibroblastos mais organizados.

Houve até duas camadas de células ao redor dos filamentos de carbono e em alguns histiócitos observou-se partículas de fibra de carbono.

A quantidade de linfócitos e plasmócitos estavam reduzida. Os macrófagos com hemossiderina ainda foram observados, circundando os filamentos de fibra de carbono.

Os capilares neoformados apresentaram-se em menor número em relação aos casos anteriores e o endotélio hiperplasiado.

O fio de sutura encontrou-se quase totalmente absorvido. Observou-se ainda raras células gigantes tipo corpo estranho, poucos linfócitos e plasmócitos, alguns capilares com endotélio hiperplasiado, raros macrófagos com hemossiderina, envolvidos por moderada camada de fibroblastos.

Os cortes de tendão dos animais com 90 dias de pós operatório apresentaram acentuada proliferação de histiócitos e fibroblastos dispostos entre e paralelamente os filamentos de carbono. As fibras colágenas e argentafins foram evidenciadas no mesmo sentido dos fibroblastos.

Uma camada espessa de fibroblastos circundou a fibra de carbono. Em cortes transversais, os filamentos de carbono

encontravam-se circundados por duas a três camadas de células dispostas concêntricamente.

Algumas células gigantes ainda foram observadas, assim como escassos linfócitos, plasmócitos e capilares. (Fig. 18)

No linfonodo popliteo verificou-se macrófagos com partículas de fibra de carbono. (Fig. 19)

Os cortes de tendões de animais com 120 dias de pós operatório com implante de fibra de carbono apresentaram acentuada proliferação de histiócitos e fibroblastos, dispendo-se entre e paralelamente aos filamentos de carbono. Também ocorreu infiltração escassa por linfócitos e em maior quantidade por plasmócitos. Não se verificou presença de células gigantes tipo corpo estranho. Encontrou-se muitos macrófagos englobando micropartículas de fibras de carbono e também alguns continham pequena quantidade de hemossiderina nas proximidades da fibra. Os capilres neoformados apresentaram-se em pequeno número, (Fig. 20 e 21) localizados na periferia da área de implante, em relação aos animais com menor tempo de pós operatório. Bem como, discreta hiperemia e as células endoteliais com hiperplasia.

A reação regenerativa mostrou-se acentuada ao redor da fibra e entre filamentos de carbono. Estes encontravam-se circundados por três a quatro camadas de células. (Fig. 22) Os filamentos de carbono estavam mais fragmentados e com aspecto pulverulento mais acentuado. Os núcleos fibroblásticos eram pequenos e fusiformes. A regeneração conjuntiva ainda não se mostrou completamente organizada na região central. (Fig. 23)

Os cortes de linfonodo apresentaram macrófagos com micropartículas de fibra de carbono e alguns com escassa presença de hemossiderina. (Fig. 24)

Para observação do artefato de técnica criado pela microtomia, a fibra de carbono introduzida em fragmentos de coração de cão, apresentou-se fragmentada entretanto sem a presença de micropartículas em macrófagos.

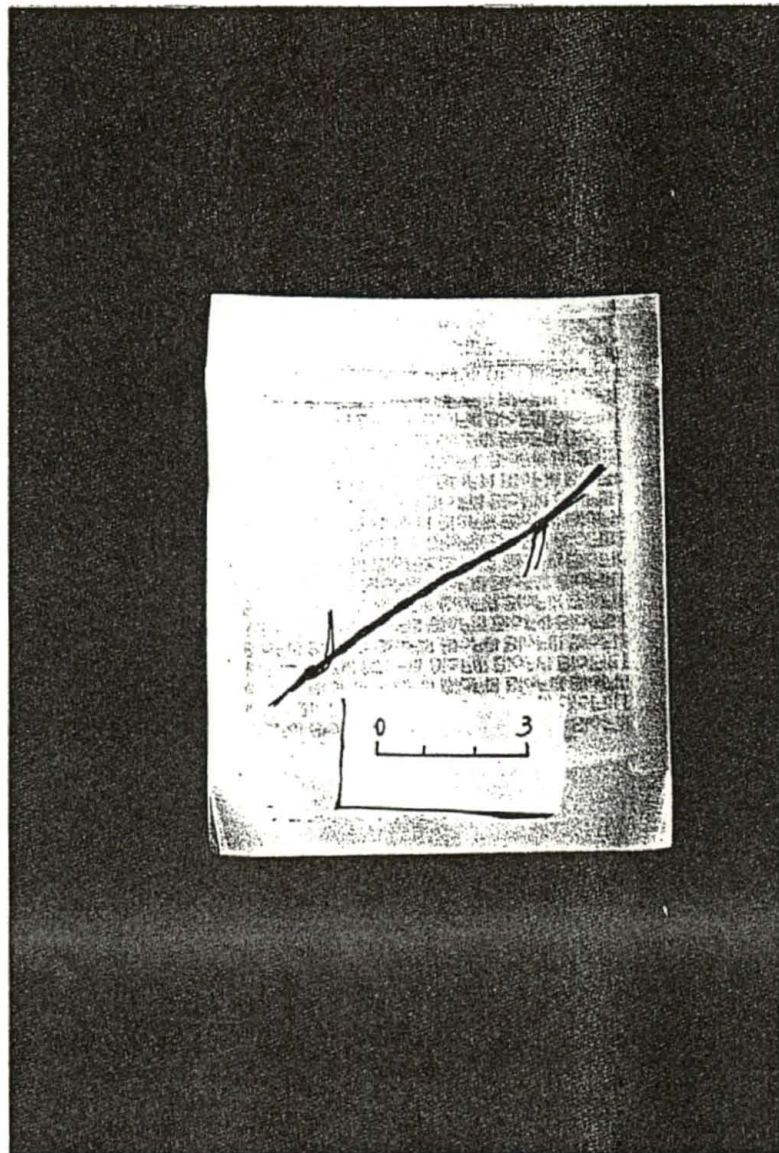


Fig. 1 - Fibra de Carbono Medicinal.
Aproximadamente 25.000 filamentos.

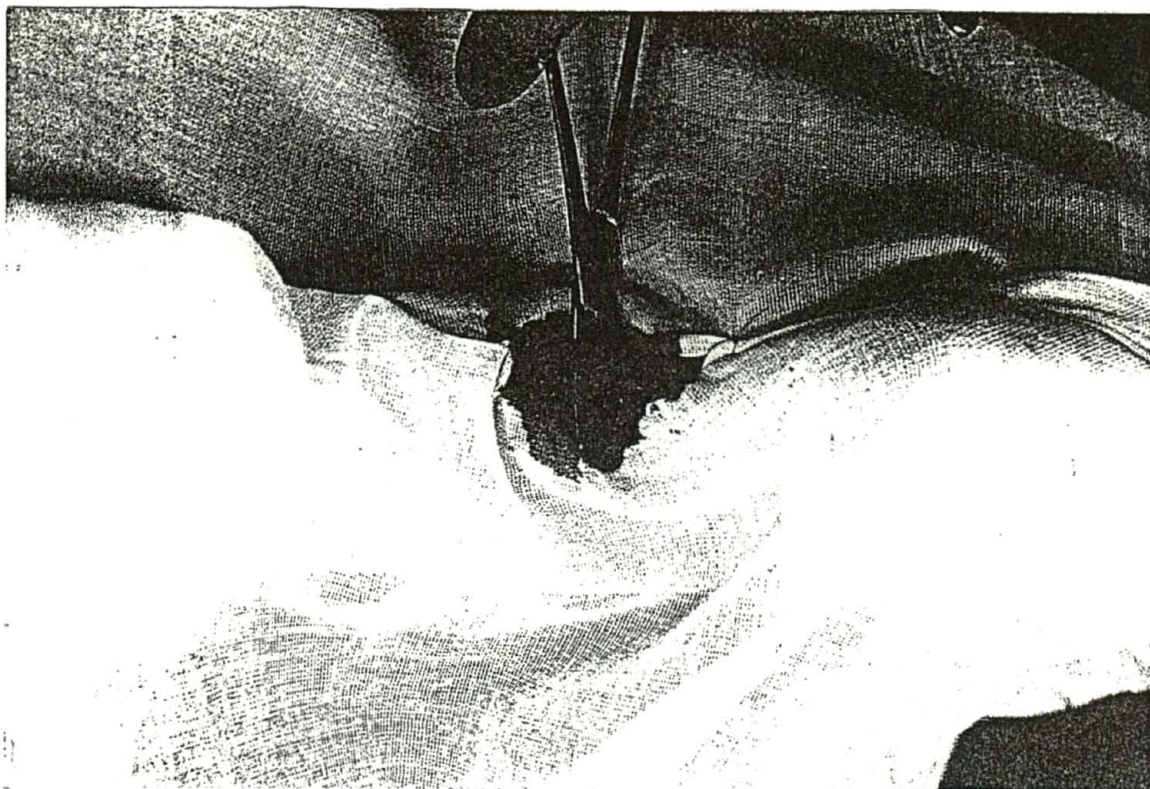


Fig. 2 - Tendão calcâneo comum de cão liberado e preparado para tenotomia.

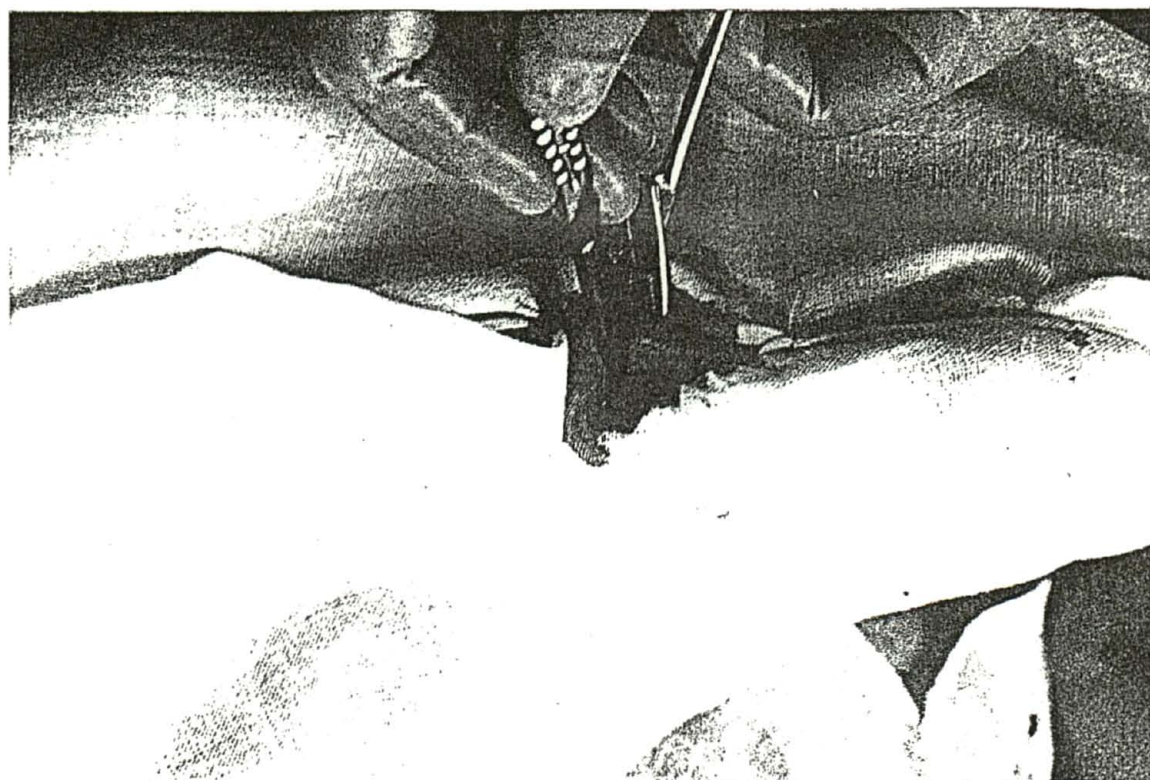


Fig. 3 - Incisão do tendão calcâneo comum de cão.

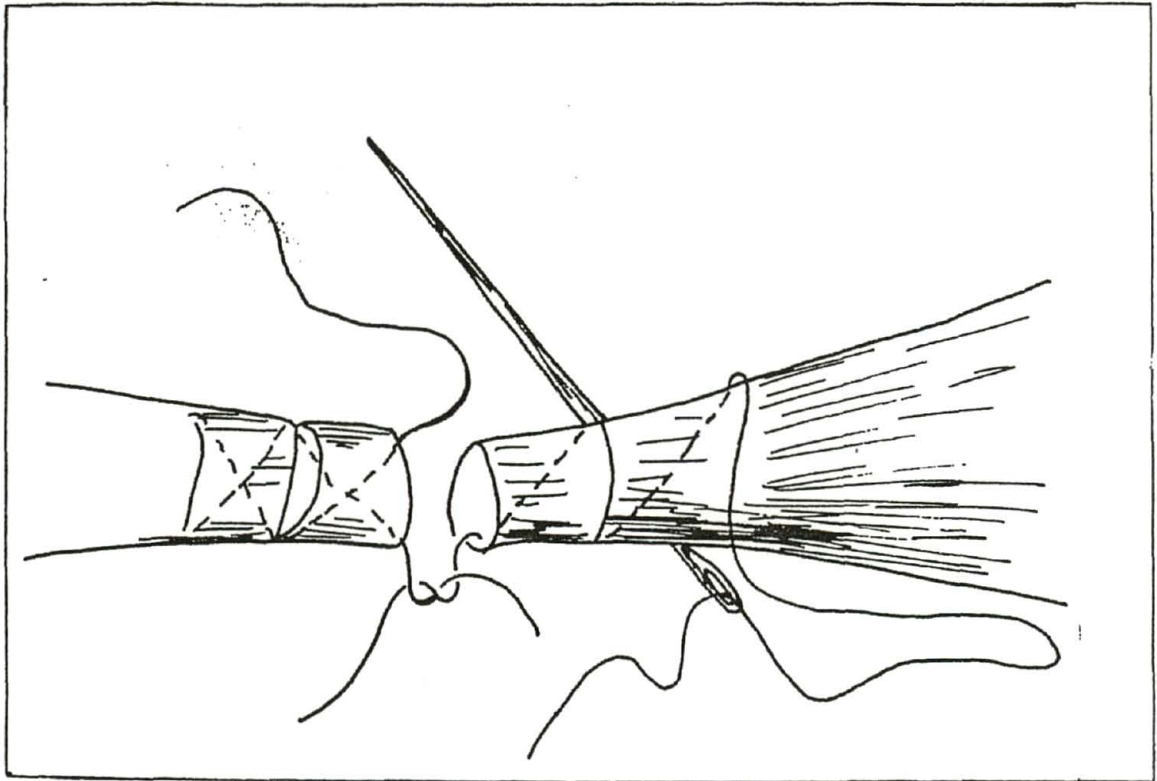


Fig. 4 - Sutura de Bunnell - Mayer

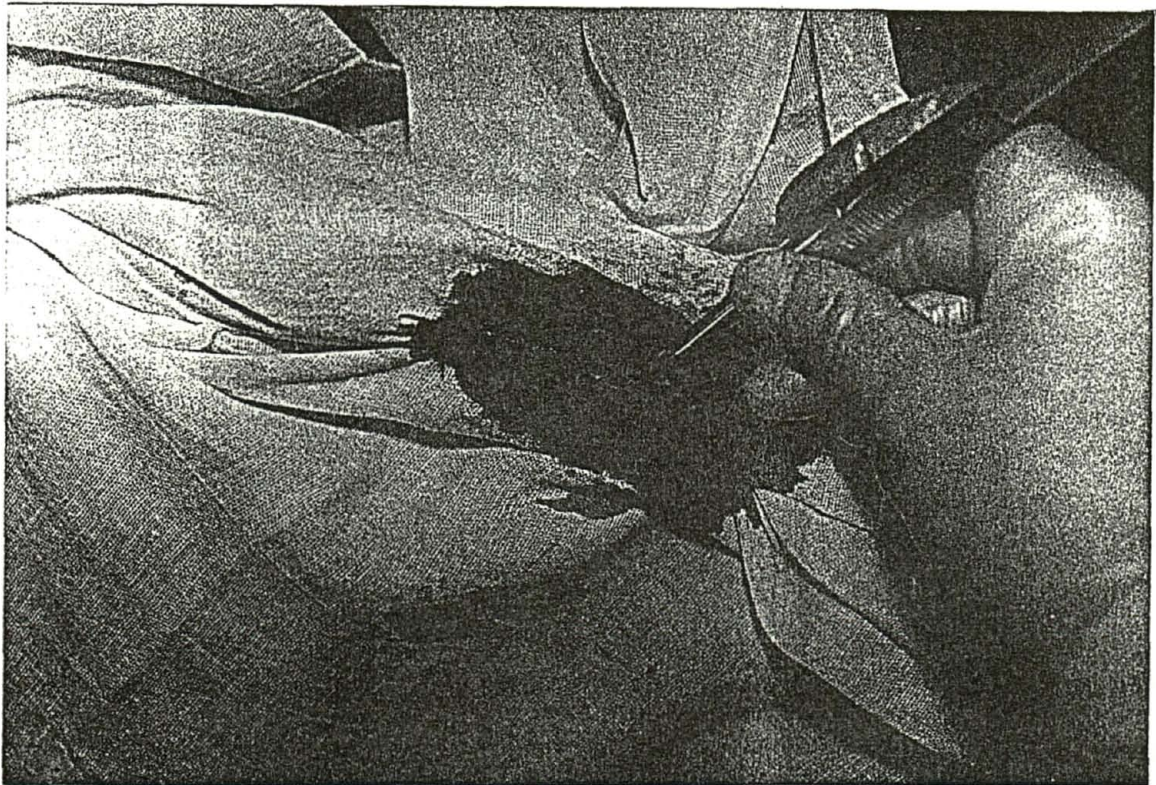


Fig. 5 - Implantação da fibra de carbono no tendão calcâneo comum de cão.

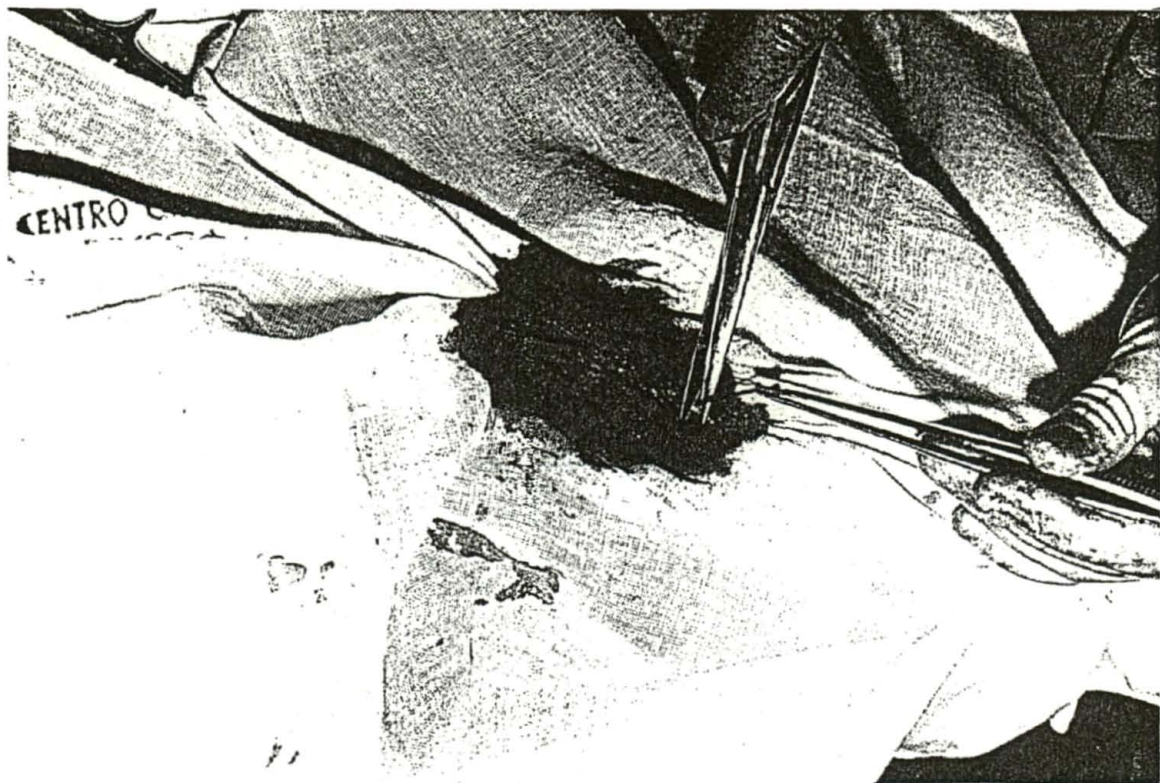


Fig. 6 - Fibra de carbono implantada em tendão calcâneo comum de cão.

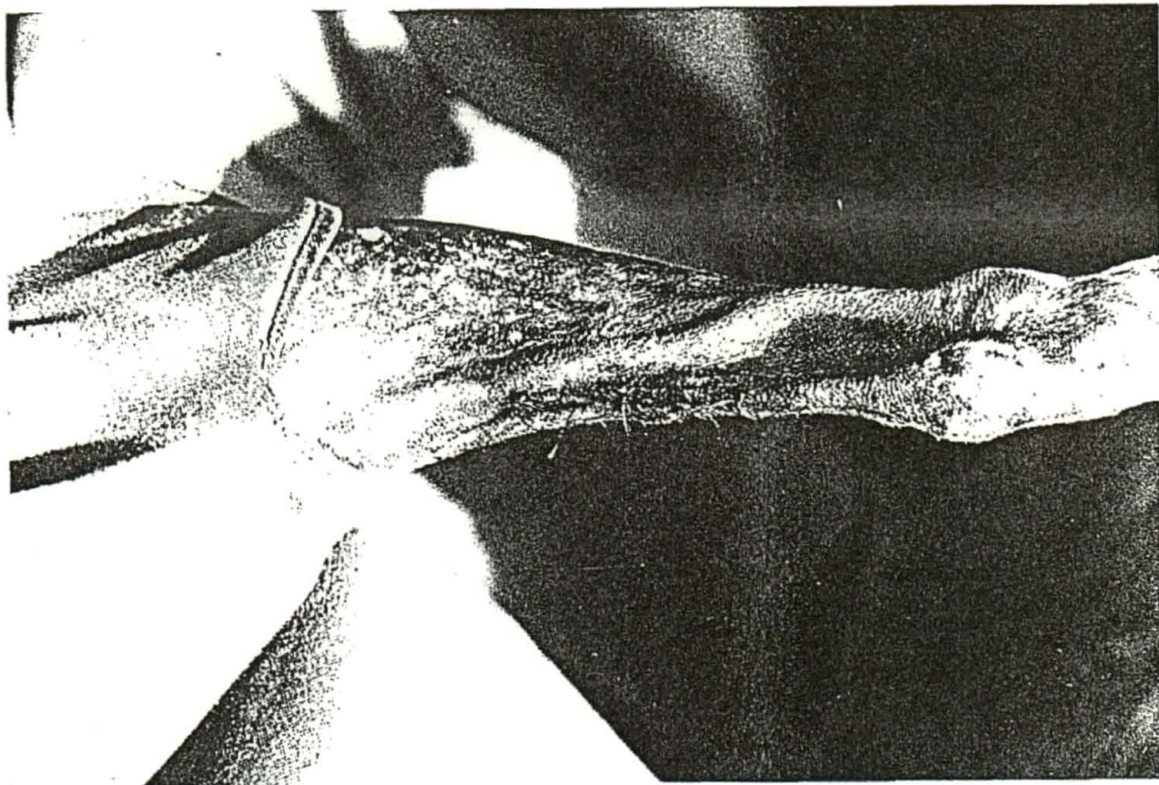


Fig. 7 - Sutura da pele sobre o tendão calcâneo comum de cão.

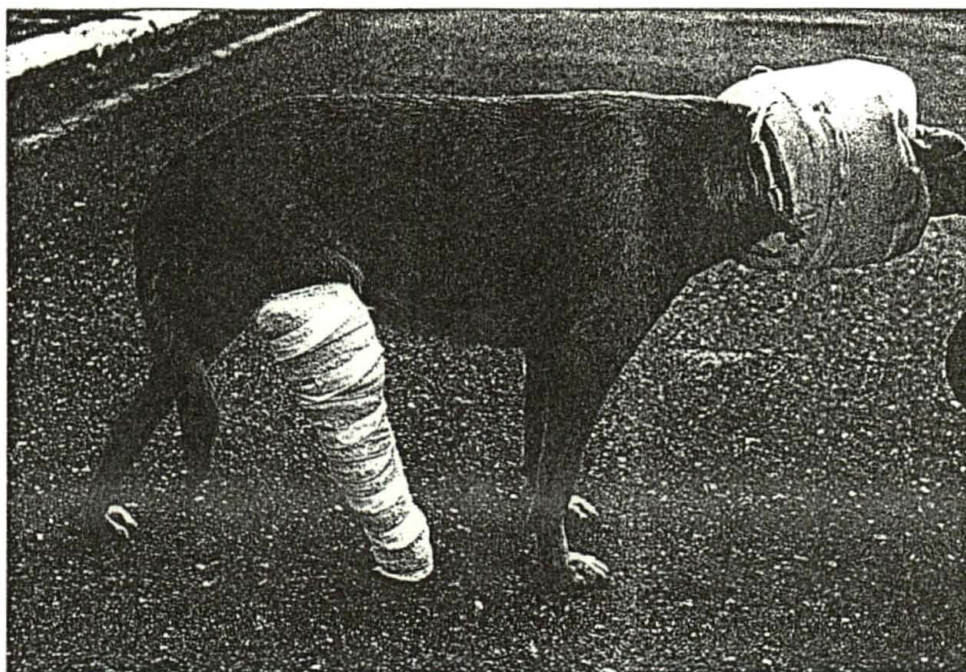


Fig. 8 - Imobilização do membro posterior direito de cão com tiras de "PVC".



Fig. 9 - Tendão calcâneo comum de cão. Animal con
trole com 60 dias de evolução. Ruptura
do tendão na região da sutura.

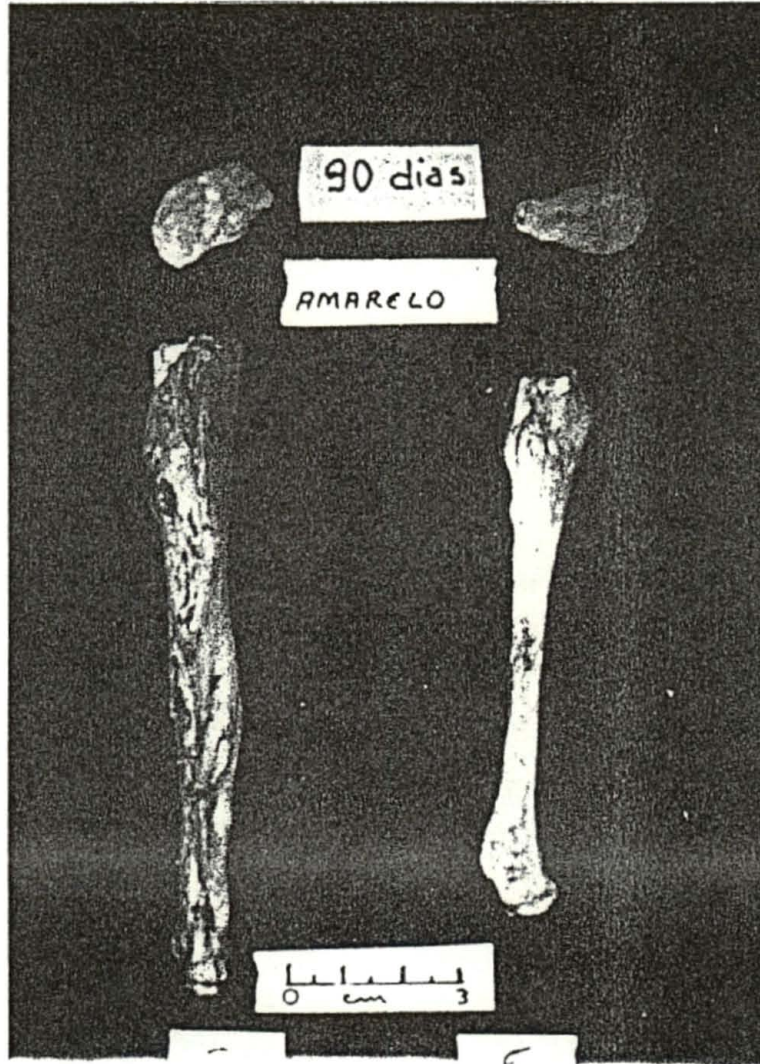




Fig. 11 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Presença de células gigantes tipo corpo estranho → histiócitos e fibroblastos

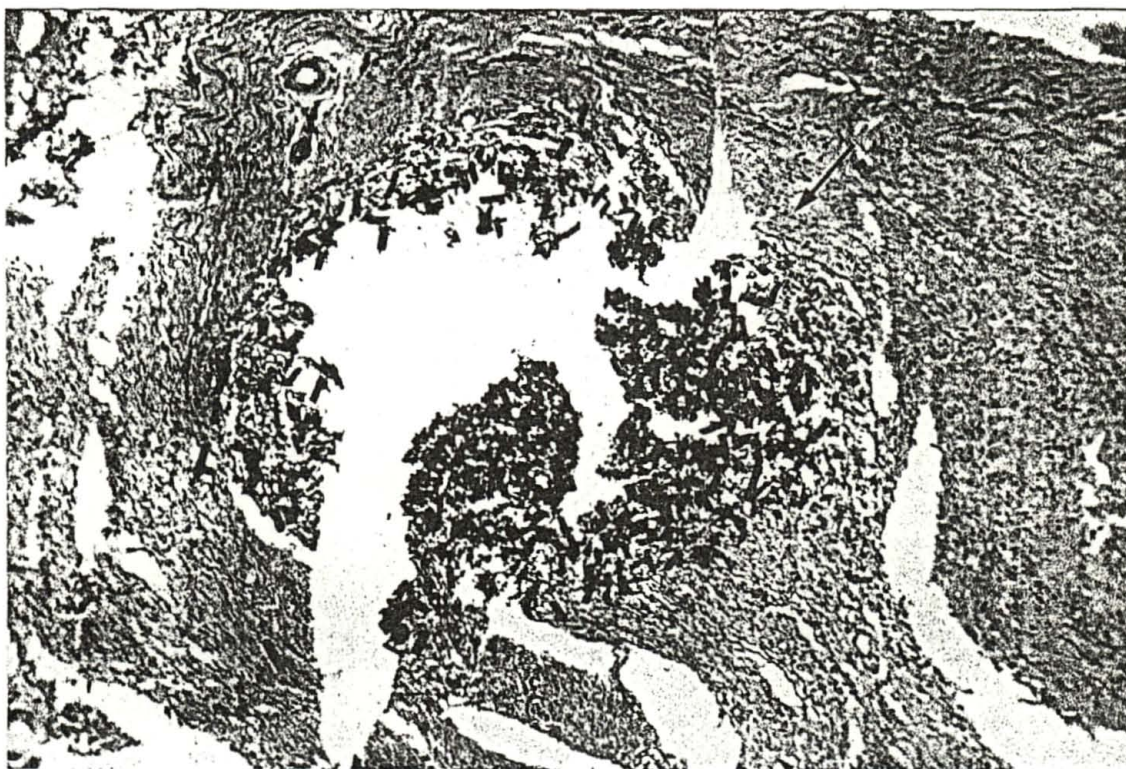


Fig. 12 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte Transversal do tendão com fibra de carbono implantada → .
Obj.: I0 - H.E. - 30 dias.

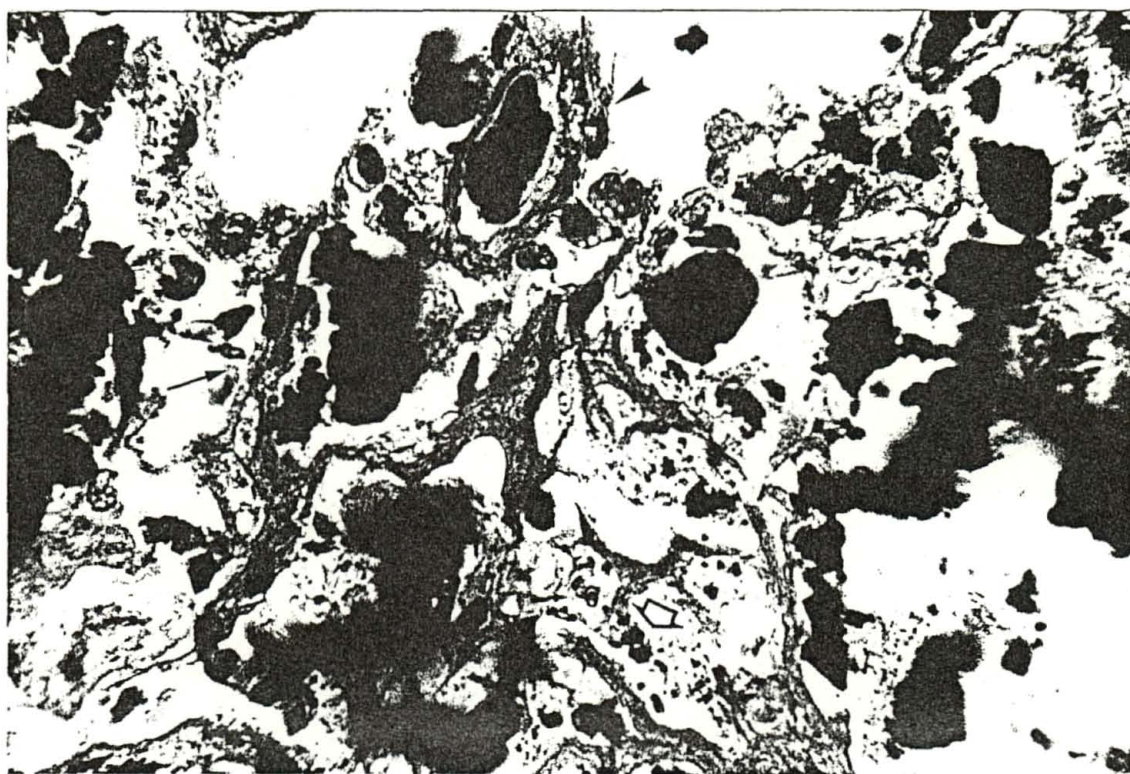


Fig. 13 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Proliferação de fibroblastos entre e ao redor de filamentos de fibra de carbono →. Neoformação de capilares e moderada hiperemia ►.

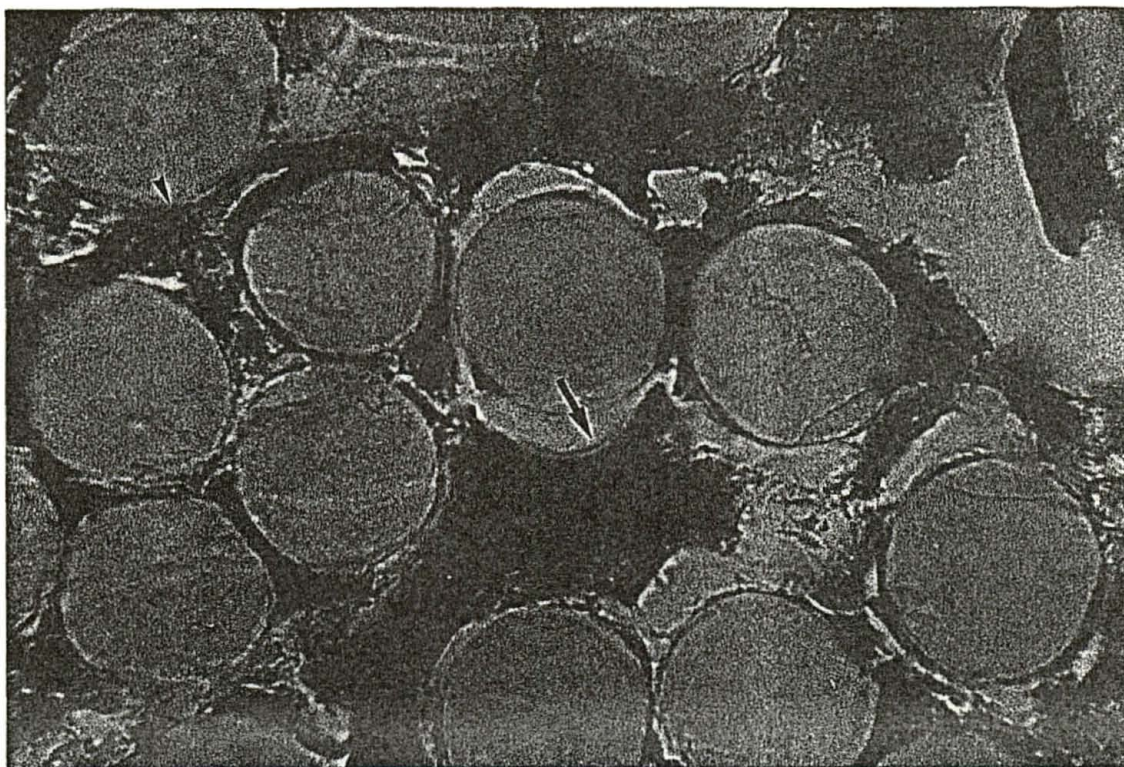


Fig. 14 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Células gigantes tipo corpo estranho → e fibroblastos ▲ entre os filamentos de fio de sutura.

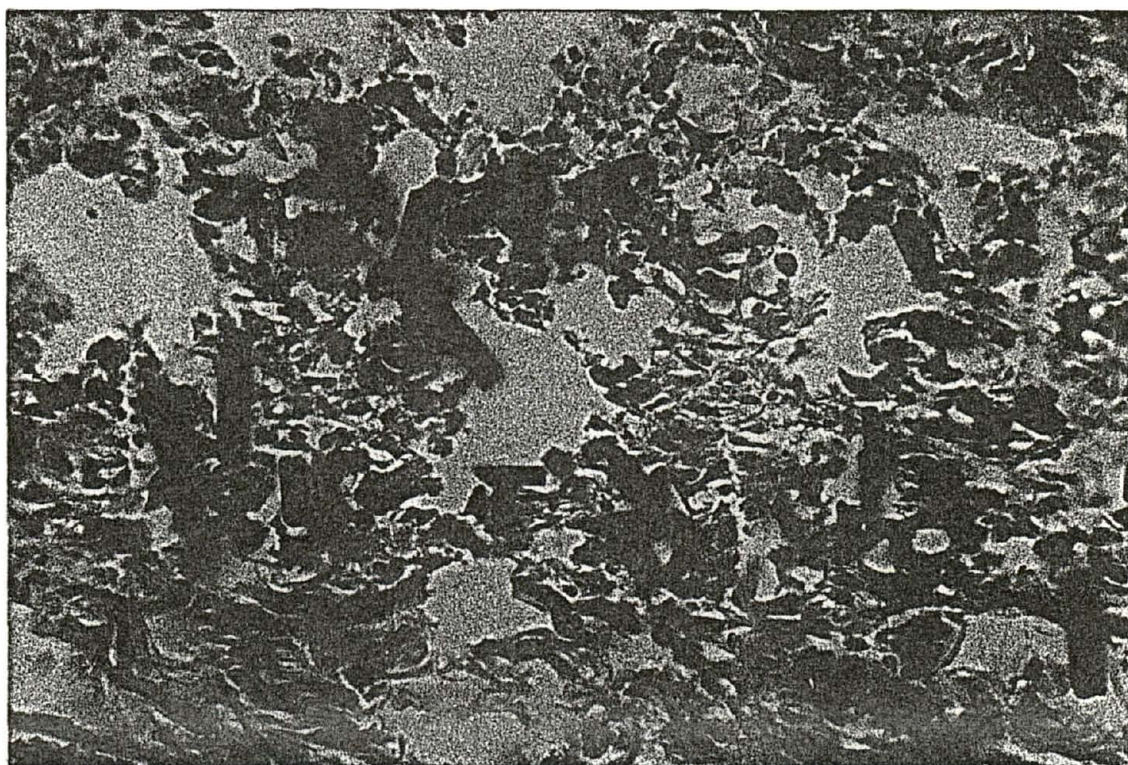


Fig. 15 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Fibra de carbono, organização de histiócitos e fibroblastos e infiltração por linfócitos e plasmócitos.

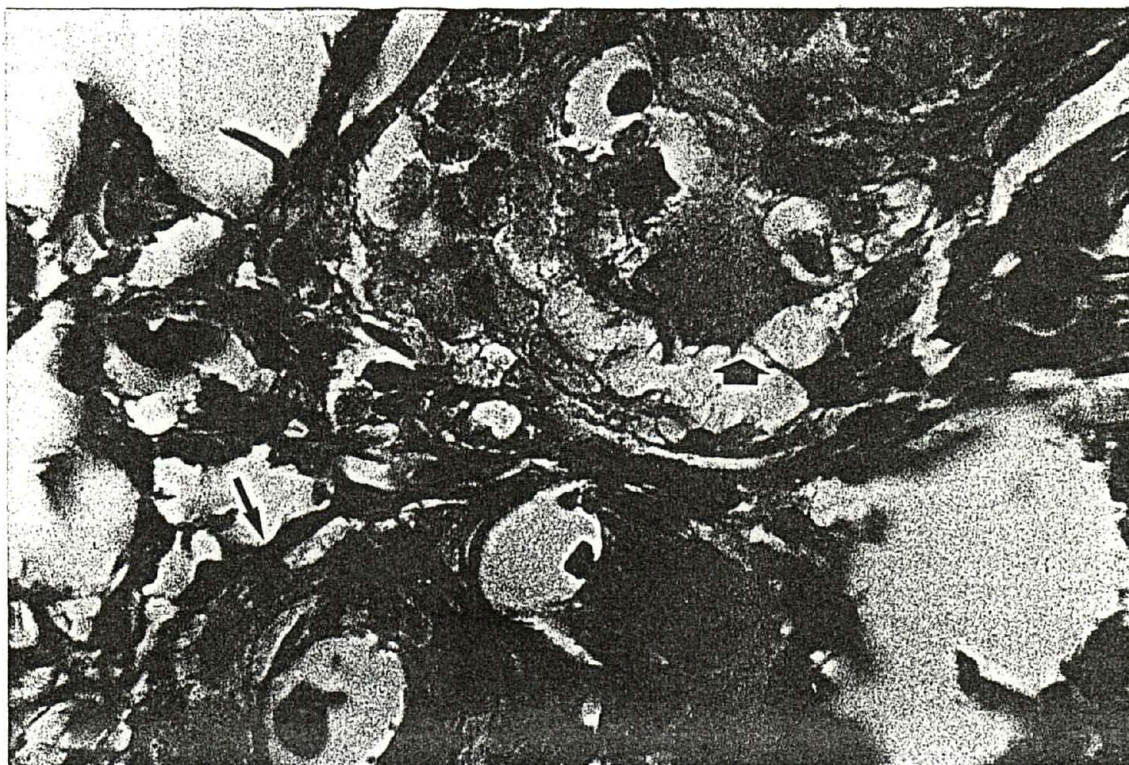


Fig. 16 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Proliferação de fibroblastos com até duas camadas de células circundando os filamentos de fibra de carbono \blacktriangleright . Presença de célula gigan



Fig. 17 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte longitudinal. Proliferação de fibroblastos paralelamente aos filamentos de fibra de carbono

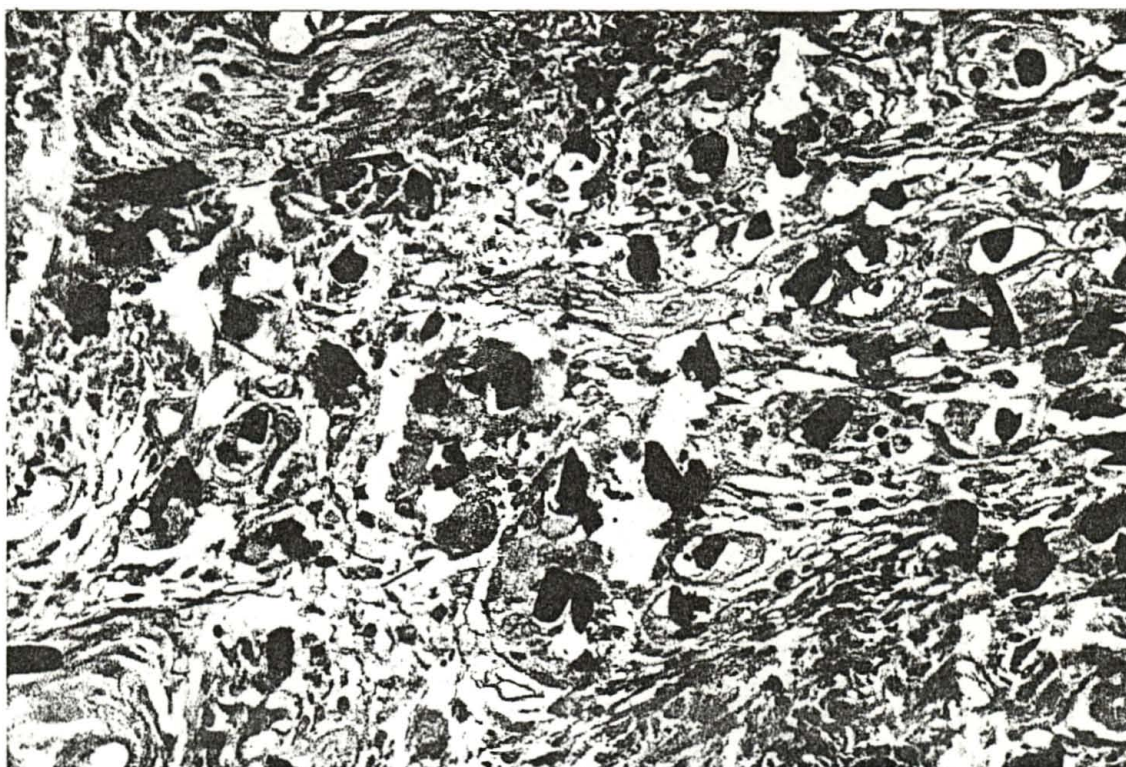


Fig. 18 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Reação Fibro histiocitária em torno dos filamentos de carbono ► . Os capilares neoformados. linfócitos e plasmócitos são escassos.

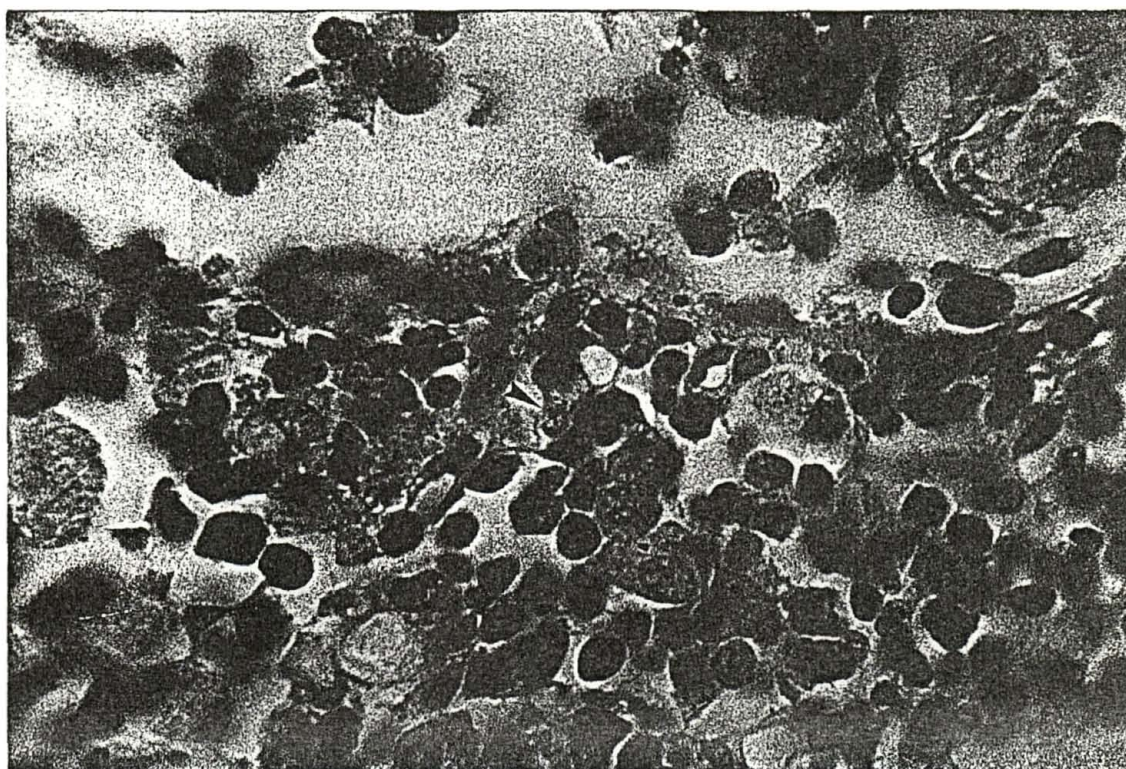


Fig. 19 - Linfonodo popliteo do membro implantado de cão. Presença de macrófagos com partículas de fibra de carbono ► .
Obj.: 100 - H.F. - 90 dias

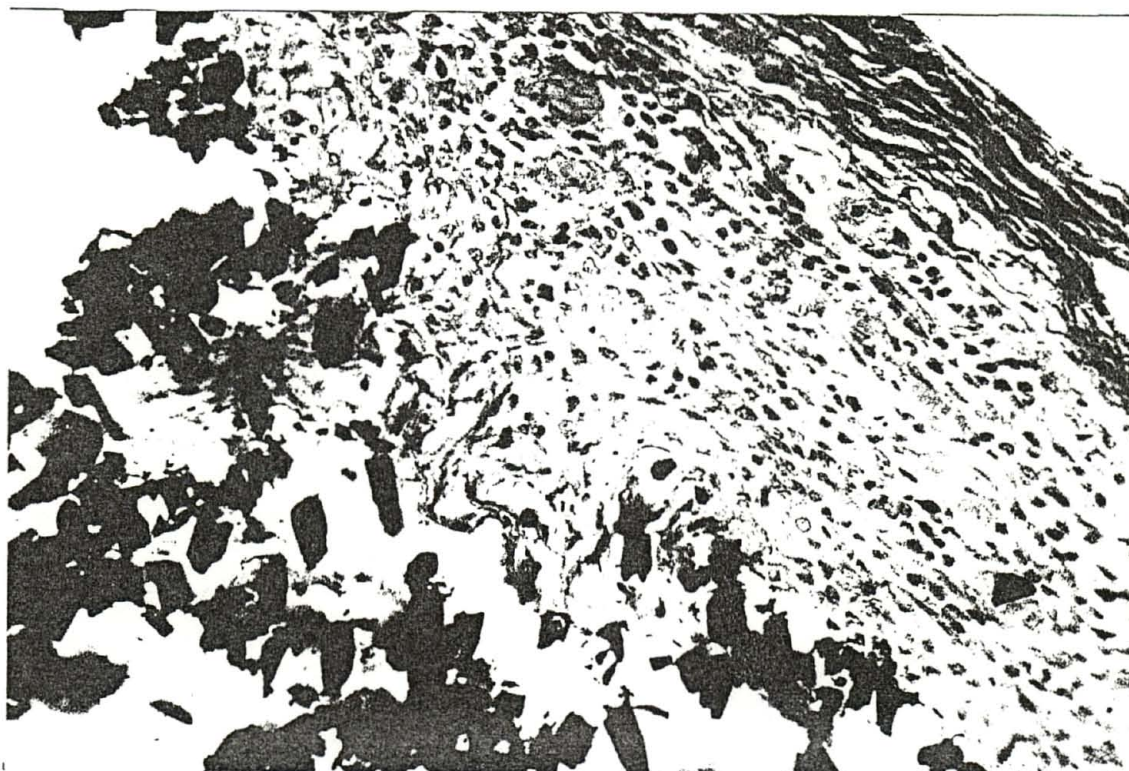


Fig.: 20 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Acentuada proliferação de fibroblastos circundando a fibra e ao redor de filamentos de colágeno. Poucos linfócitos, plasmócitos e macrófagos.



Fig. 21 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Acentuada proliferação de fibroblastos entre e circundando filamentos de fibra de carbono formando envelope celular mais espesso que aos

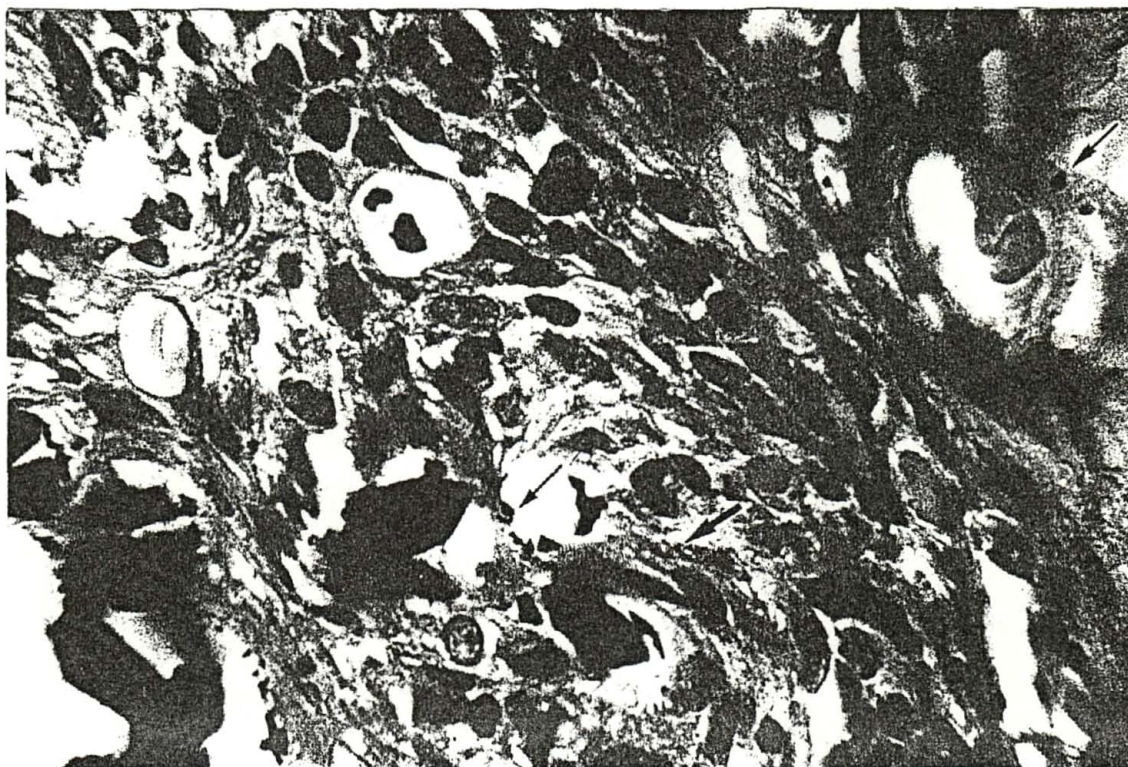


Fig. 22 - Tendão calcâneo comum de cão. Corte transversal. Acentuada proliferação de histiócitos e fibroblastos ao redor da fibra de carbono. Raros capilares com endotélio hipertrofiado, — his



Fig. 23 - Tendão calcâneo comum de cão. Acentuada proliferação de histiócitos e fibroblastos ao redor da fibra e entre os filamentos da fibra de colágeno. (H&E, 100x). (Aparição de células)

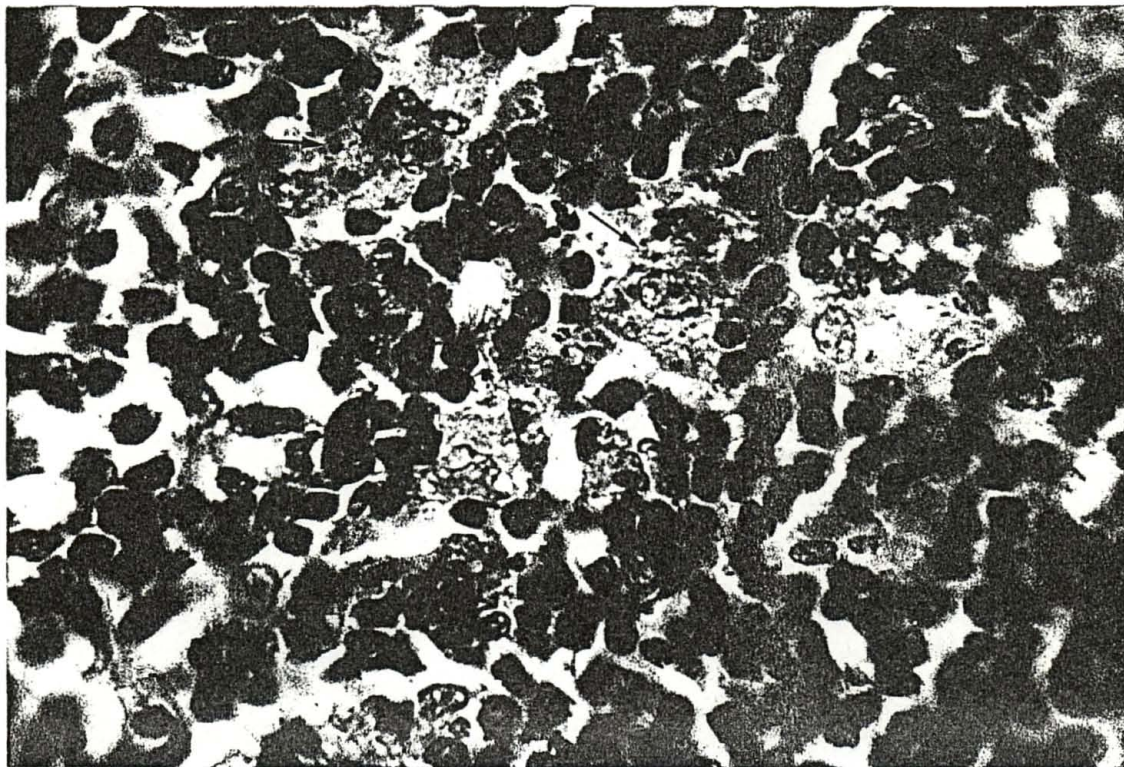


Fig. 24 - Linfonodos popliteo direto do membro implantado de cão. Presença de partículas de fibra de carbono no citoplasma de macrófaga -

4 - DISCUSSÃO

Os animais foram posicionados na mesa cirúrgica em decúbito dorsal e o membro operado suspenso por um auxiliar, o que apresentou dificuldades na manobra cirúrgica, aumentando o tempo de cirurgia. O melhor posicionamento seria o decúbito ventral com os membros posteriores em extensão, o que não foi utilizado devido a mesa apropriada não estar disponível.

A sutura de Bunnell-Mayer indicada para tendão, por VAUGHAN (1980), REINKE e KUS (1982), GILMORE (1982), SAMY et al. (1983), MORSHEAD e LEEDS (1984), KNECHT et al. (1985), PIJANOVSKI et al. (1989), não apresentou dificuldades na realização, a não ser pelo posicionamento do animal, mostrou-se eficaz no pós-operatório.

Houve ruptura acidental na sutura do tendão de um animal, devido a uma queda do canil.

A cobertura da fibra de carbono revestida com colágeno, propiciou bom manuseio e facilidade na implantação corroborando afirmações de CLAES e NEUGBAUER (1984), MENDES et al. (1984-1985) e NIXON et al. (1984). Efeitos semelhantes obtiveram JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978), GOODSHIP et al. (1980), WOLTER (1983), ALEXANDER et al. (1983), NIXON et al. (1984) que recobriram a fibra de carbono com resina epoxi e ácido polilático.

A imobilização durante três semanas em hiperextensão e mais três semanas de exercícios leves após cirurgia em tendões foi eficiente, conforme VAUGHAN (1980), REINKE e KUS (1982), MORSHEAD e LEEDS (1984), LEMAIRE (1984) e MENDES et al. (1984), apresentou bons resultados clinicamente, pois houve maior esta

bilidade a deambulação dos animais operados com o implante de fibra de carbono já a partir do 30º dia de pós-operatório.

A imobilização feita com tiras de "PVC" mostrou-se eficaz clinicamente. Na necrópsia observou-se pequenos alongamentos nos tendões operados.

Os alongamentos ocorridos nos tendões podem ter sido provocados pelo tipo e também pelo tempo de imobilização insuficiente, pois VALDEZ (1980), VAUGHAN (1981), TOMLINSON e MOORE (1982), AMIS et al. (1985) e BERTONE et al. (1990), citam um tempo de imobilização maior para evitar alongamento.

Também foi constatado conforme os achados de VALDEZ et al. (1980), VAUGHAN (1981), ARAGONA et al. (1981), MENDES et al. (1984), LEMAIRE (1984) um aumento de volume nos tendões implantados com fibra de carbono, diferentemente de MURRAY et al. (1983) que não observaram diferença de volume nos membros implantados.

A fibra de carbono atuou como leito guia para o crescimento tissular e permitiu o crescimento alinhado de tecido fibroso, conforme observaram JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978-1984), FORSTER et al. (1978), VAUGHAN e EDWARDS (1978), VAUGHAN (1979-1980-1987), VAUGHAN et al. (1985), LITTLEWOOD (1979), DENNY e GOODSHIP (1980), GOODSHIP et al. (1980), VALDEZ et al. (1980), LANGLOIS (1980), GOODSHIP et al. (1980), ARAGONA et al. (1981), MOBINI et al. (1982), DE GRETTI et al. (1982), TAYTON et al. (1982), ALEXANDER et al. (1983), BROWN e POOL (1983), VAN DEN BERG (1983), BURRY et al. (1983), CLAES et al. (1983), NIXON et al. (1984), CLAES e NEUGBAUER (1984-1985), AMIS et al. (1985), WATKINS et al. (1985), LEMAIRE (1984), BREDIN (1986), BERTONE et al. (1990).

O tecido neo-formado foi observado na superfície da fibra de carbono e entre seus filamentos, corroborando os resultados

de ARAGONA et al. (1981), NEUGBAUER e CLAES (1983), WOLTER (1983), NIXON et al. (1984) e MENDES et al. (1984-1985).

A organização conjuntiva foi progressiva da periferia para o centro, envolvendo a fibra de carbono com histiócitos e fibroblastos mostrados pelas técnica de Hematoxilina Eosina. Verificou-se predominância de fibroblastos, fibras colágenas e argentafins evidenciados por técnicas de coloração tricrômica e para impregnação argênticas. A maturação celular pode ser avaliada neste sentido. Resultados semelhantes foram relatados por GOODSHP et al. (1980), MENDES et al. (1984-1985).

Nenhum dos animais operados apresentou necrose nos tendões com implante de fibra de carbono estando de acordo com WOLTER (1983) que trabalhou com coelhos e contradizendo MENDES et al (1985) e BERTONE et al. (1990), que em eqüinos, esta necrose foi atribuída ao revestimento com ácido polilático da fibra de carbono. Também não foi observada reação inflamatória citada por MENDES et al. (1984-1985).

Em nenhum dos casos foram encontrados eosinófilos próximo ao implante da fibra de carbono, divergindo dos resultados encontrados por VALDEZ et al. (1980) em eqüinos. Este efeito foi atribuído ao revestimento utilizado na fibra de carbono com ácido polilático.

O fio de sutura utilizado para o tendão conforme indicação de VAUGHAN e EDWARDS (1978), VAUGHAN (1980), JEROME e STANLEY (1982), SAMY et al. (1983), MORSHEAD e LEEDS (1984), PIJANOVSKI et al. (1989), KNECHT et al (1985) apresentou bons resultados e acentuada reação tipo corpo estranho, que foi reduzindo gradativamente à medida que foi reabsorvido. Alterações não citadas pelos autores referidos, comparativamente houve leve reação orgânica à fibra de carbono.

A fibra de carbono apresentou fragmentação fato que pode ser atribuído em parte por artefato ocorrido na microtomia.

Esta observação foi citada por MENDES et al. (1984-1985).

O mesmo autor realizou digestão completa dos componentes do conjuntivo após um ano de implante e observou que a fibra encontrou-se totalmente preservada.

Por outro lado, DAHHAN et al. (1982) afirmaram que as fibras desapareceram progressivamente após fragmentação em partículas por degradação bioquímica, conseqüente a ação de líquidos extra-celulares ou células fagocitárias.

Com a introdução de fibra de carbono em coração de cão, observou-se fragmentação da mesma durante a microtomia em partículas de diversos tamanhos. Entretanto sem reação orgânica pois tratou-se de material "pós-mortem".

Nos linfonodos regionais correspondentes aos membros de implante foram observadas micropartículas de fibras de carbono no citoplasma de macrófagos desde os 30 dias. Em maior quantidade nos animais com maior tempo de pós operatório. Como também JENKINS et al. (1977), JENKINS (1978) e FORSTER et al. (1978), DENNY e GOODSHIP (1980), NEUGBAUER et al. (1981), WOLTER (1983). Fato semelhante foi observado por HUTCHINS e ROWLINSON (1981), JENKINS (1984), após nove meses a um ano do implante. Por outro lado ALEXANDER et al. (1983) e NIXON et al. (1984) e MENDES et al. (1984-1985) não encontraram fragmentos de carbono em linfonodo.

Após 30 dias de pós operatório nos tendões implantados, a área densa central da fibra de carbono, observou-se infiltrada por grande número de capilares neoformados com endotélio delgado, fibroblastos, linfócitos, plasmócitos e células gigantes tipo corpo estranho; também neutrófilos e macrófagos contendo partículas de fibra de carbono. Resultados semelhantes foram observados por VALDEZ et al. (1980) em eqüinos, ALEXANDER et al. (1983) em cães, e também achados semelhantes obtiveram por ARAGONE et al. (1981) e WOLTER (1983) em coelhos e CLAES et al.

(1983) em ovelhas e MOBINI et al. (1982) em bovinos.

Aos 60 dias de pós operatório a cicatrização era mais evidente que aos 30 dias. Apresentaram alguns macrófagos com hemossiderina, infiltração moderada por macrófagos, linfócitos e plasmócitos e raras células gigantes tipo corpo estranho. O mesmo efeito encontraram GOODSHIP et al. (1980) em ratos, ARAGONA et al. (1981) em coelhos, MOBINI et al. (1982) em bovinos, ALEXANDER et al. (1983) em cães e coelhos e NIXON et al. (1984) em eqüinos.

VALDEZ et al. (1980) encontrou reação semelhante em eqüino destacando a reação granulomatosa. Em cães, observou-se reação cicatricial e o implante parcialmente infiltrado por tecido colágeno. Entretanto, GOODSHIP et al. (1980) em ratos, ARAGONA et al. (1981) em coelhos e ALEXANDER et al. (1983) em cães e coelhos e NIXON et al. (1984) em eqüinos observaram remodelação tissular acentuada e os implantes totalmente infiltrados por tecido colágeno orientado. Já, outros autores como NIXON et al. (1984), afirmaram que o tendão mostrou-se espesso devido intensa hiperplasia fibroblástica.

Os capilares neoformados encontraram-se em maior número com endotélio levemente hiperplasiado no tecido circundante ao implante, conforme relatado por VALDEZ et al. (1980) em eqüinos.

Aos 90 dias de pós operatório, a organização conjuntiva quase completa evidenciou até três camadas de células ao redor de filamentos de carbono e uma camada fibrosa ao redor da fibra, raras células gigantes tipo corpo estranho. A fibra de carbono apresentou um aspecto pulverulento. Foram vistas partículas de fibra de carbono em macrófagos corroborando com GOODSHIP et al. (1980), WOLTER (1983), MENDES et al. (1984) e BERTONE et al. (1990).

Bem como WOLTER (1983), encontrou núcleos fibroblásticos pequenos e fusiformes com tendência à separação de fibra de

carbono. BERTONE et al. (1990) observou também menor celularidade e menor resposta inflamatória que aos 30 dias do implante.

NIXON et al. (1984) descreveram que a fragmentação das fibras de carbono foi mínima e relataram também a presença de granulomas com infiltração eosinofílica, fato não observado neste experimento.

Os capilares neoformados são raros com endotélio hipertrofiado, semelhante aos resultados encontrados por VALDEZ et al. (1980).

Aos 120 dias de implante, o tecido conjuntivo (cicatricial) ainda não se mostrou completamente organizado na região central, contrariando os achados de ALEXANDER et al. (1983) que afirmaram que o implante encontrou-se totalmente infiltrado por tecido neoformado.

Conforme os achados de NIXON et al. (1984), a tendência de separação de fibras foi maior aos 120 dias do implante.

A fibra de carbono apresentou maior fragmentação que nos tempos de evolução anteriores, tomando um aspecto pulverulento; micropartículas foram observadas no citoplasma de macrófagos, fato não constatado por NIXON et al. (1984) que não observaram fragmentação, tampouco partículas de fibra em linfonodo.

5 - CONCLUSÕES

1. A fibra de carbono atuou como promotor do crescimento do tecido cicatricial e como "leito guia" para o direcionamento do tecido neoformado.
2. A biocompatibilidade da fibra de carbono é excelente, e comportando-se como um material biológico, não induzindo reação orgânica de rejeição, sendo compatível o seu uso em enxertos aloplásticos.
3. A fibra de carbono mostrou-se clinicamente eficaz como implante para a reparação cirúrgica do tendão calcâneo comum do cão já aos 30 dias de pós-operatório.
4. A cobertura da fibra de carbono com colágeno favoreceu o manuseio, por demonstrar rápida absorção e não induzir reação tipo corpo estranho no organismo.
5. A migração de partículas de fibra de carbono no linfonodo popliteo do membro operado mostrou-se evidente, sendo necessário pesquisas sobre uma possível ação oncogênica.
6. Deve ser realizado um trabalho que estude o comportamento da fibra de carbono em tendão por um período mais longo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALEXANDER, H.; WEIS, A.B.; PARSONS, J.R. Absorbable polymer filamentous carbon composites: a new class of tissue scaffolding materials. Aktuel. Problems Chirurgie Orthopaedics, Bern, v. 26, p. 78-91, 1983.
- 2 AMIS, A.A.; CAMPBELL, J.R.; MILLER, J.H. Strength of carbon and polyester fiber tendon replacements. Journal of Bone and Joint Surgery, London, v. 67-B, n.5. p. 829-834, Nov. 1985.
- 3 ARAGONA, J.; PARSONS, J.R.; ALEXANDER, H.; WEISS, A.B. Soft tissue attachment of filamentous carbon-absorbable polymer tendon and ligament replacement. Clinical Orthopaedics, Philadelphia, n. 120, p. 268-278, Oct. 1981.
- 4 BERTONE, A.L.; STARSHAK, T.S.; SMITH, F.W.; NORRDIN, W. A comparison of repair methods for gap healing in equine flexor tendon. Veterinary Surgery, Colorado, v. 19, n. 4, p. 254-265, Jul./Aug. 1990.
- 5 BREDIN, K. Treatment of a strained tendon in a through bred racehorse with carbon fiber implants. Irish Veterinary Journal, v. 40, n. 9, p. 139-140, Apr. 1986.
- 6 BROWN, M.P.; POOL, R.R. Experimental and clinical investigations of the use of carbon fiber sutures in equine tendon repair. Journal of American Veterinary Medical Association, California, v. 182, n. 9, p. 956-966, May 1983.
- 7 BURRY, C.; HENKEMEYER, M.; NEUGBAUER, R. Techniques and results of alloplastic carbon fiber ligament substitution. Aktuel. Problems Chirurgie Orthopaedics. Bern, v. 26, p. 135-147, Jun. 1983.

- 8 BUTLER, H.C. Tendons, muscles and fascia. In: Archibald, J.A., ed. Canine surgery, Santa Barbara, American Veterinary Publication, 1974.
- 9 CLAES, L.; BURRY, C.; NEUGBAUER, R.; PIELER, J.; MOHR, W. Animal experiments for comparison of various alloplastic materials in ligament replacements. Aktuel. Problems Chirurgie Ortopaedics, Bern, v. 26, p. 101-107, Feb./Mar. 1983.
- 10 CLAES, L. NEUGBAUER, R. Mechanical properties of ligament replacement with carbon fibers. Aktuel. Problèms Chirurgie Ortopaedics, Germany, v. 26, p. 58-62, Jan. 1984.
- 11 CLAES, L.; NEUGBAUER, R. In vivo and in vitro investigation of the long-term behaviour and fatigue strength of carbon fiber ligament replacement. Clinical Ortopaedics, Philadelphia, n. 196, p. 99-111,, Sept. 1985.
- 12 DAHHAN, P.H.; BENASET, J.P.; REY, P.; LEANDRI, J. Carbon fiber ligament prothesis: present problems and future prospects. The International Journal of Artificial Organs, Milan, v. 5, n.3, p. 195-198, May, 1982,
- 13 DE GRETI, A.; COLOMBELLI, F.; CORNALI, M. Le fibre di carbonio nella terapia delle teniti del cavallo. Rivista Zoot. Veterinaria, Milano, v. 11, n. 3, p. 105-109, Mar. 1982.
- 14 DENNY, H.R.; GOODSHIP, A.E. Replacement on the anterior cruciate ligament with carbon fibre in dog. Journal of Small Animal Practice, Bristol, v. 21, p. 279-282, Apr. 1980.
- 15 EARLEY, T.D. Tendon disordes. In: BOJRAB, M.J. Pathophysiology in small animal surgery, Philadelphia, Lea & Febiger, 1981, p. 851-866.
- 16 FORSTER, I.W.; MCKIBBIN, B.; JENKINS, D.H.R. Biological reaction to carbon fiber implant. Clinical Ortopaedics and Related Research, Philadelphia, n. 131, p. 299-309, Jun. 1978.
- 17 GILMORE, D.R. Use of barbed steel sutures for repair of calcanean tendon rupture in the dog. Journal of The Animal Hospital Association, Ithaca, v. 20, n. 3, p.

408-412, Feb. 1982.

- 18 GOODSHIP, A. W.; BROWN, P.N.; YEATS, J.J.; JENKINS, D. H.R.; SILVER, I.A. An assessment of filamentous carbon fiber for the treatment of tendon injury in the horse. The Veterinary Record, England, n. 8, p. 217-223, Mar. 1980.
- 19 HUTCHINS, D. R.; RAWLINSON, R. J. Treatment of tendon injuries. Veterinary Science, Sidney, n. 13, p. 229-236, Feb. 1981.
- 20 JENKINS, D.H.R.; FORSTER, I.W.; MCKIBBIN B.; RÄLIZ, Z. A. Induction of tendon and ligament formation by carbon implants. Clinical Orthopaedics and Related Research, Philadelphia, n. 57 b, p. 53-57, Aug. 1977.
- 21 JENKINS, D.H.R. The repair of cruciate ligaments with flexible carbon fiber. The Journal of Bone and Joint Surgery, London, v. 60-B, p. 53, Nov. 1978.
- 22 JENKINS, D.H.R. Ligament induction by filamentous carbon fiber. Clinical Orthopaedics and Related Research, Philadelphia, n. 196, p. 61-68, Sept. 1984.
- 23 KELMAN, D.A. Repair of a chronic rupture to the achilles tendon using carbon fiber in the dog. Australian Veterinary Practitioner. Sidney, v. 13, n. 4, p. 173 - 177, Dec. 1983.
- 24 KNECHT, C.D.; ALLEN, A.R.; WILLIAN, D.; JOHNSON, J.H. Técnicas fundamentais em cirurgia veterinária. 2.ed. Roca, Botucatu, 1985, p. 66.
- 25 LANGLOIS, P. La fibre de carbon catalyseur de tissue collagène. Point Vétérinaire, France, v. 10, n. 50, p. 37-39, Juil/Aout. 1980.
- 26 LEMAIRE, M. Reinforcement of tendons and ligaments with carbon fibers. Clinical Orthopaedics, Philadelphia, n. 196, p. 169-175, Jun. 1984.
- 27 LITTLEWOOD, H.F. Treatment of sprained tendon in horses with carbon fiber implants. The Veterinary Record, England, v. 105, n. 12, p. 223-224, Sept. 1979.
- 28 MALNATI, G.A. Deep digital flexor transposition for rupture of the calcanean tendon in a dog. Journal American Animal Hospital Association, Ithaca, v. 17,

- n, 3, p. 451-454, May/June 1981.
- 29 MENDES, D.; IUSIM, M.; ANGEL, D.; et al. Histologic pattern of biomechanic properties of the carbon-fiber augmented ligament tendon. Clinical Orthopaedics, Philadelphia, n. 196, p. 51-60, Jul. 1984.
 - 30 MENDES, G.D.; ANGEL, D.; GRISHKAN, S.; BOSS, J. Histological response to carbon fiber. Journal of Bone and Joint Surgery, London, v. 67, n. 4, p. 645-649, Aug. 1985.
 - 31 MOBINI, S.; WALKER, D.F.; CROWLEY, R.R. An experimental evaluation of the response of the bull penis to carbon fiber implants. Cornell Veterinary, New York, v. 72, p. 350-360, Feb. 1982.
 - 32 MORSHEAD, D.; LEEDS, G.B. Kirschner - Ehmer apparatus immobilization following achilles tendon repair in six dogs. Veterinary Surgery, Colorado, v. 13, n. 1, p. 11-14, Feb. 1984.
 - 33 NEUGBAUER, R.; HELBING G.; WOLTER, D.; MOHR, W.; GISTINGER, G. The body reaction to carbon fiber particles implanted into the medullary space of rabbits. Biomaterials, v. 2, n. 3, p. 182-184, Jul. 1981.
 - 34 NEUGBAUER, R.; CLAES, L. The biological reaction of the tissues to carbon fiber ligament prosthesis in sheep-kneess. Aktuel. Probleme Chirurgie Orthopaedics, Bern, v. 26, p. 96-100, Apr. 1983.
 - 35 NIXON, A.J.; STARSHAK, T.S.; SMITH, F. W.; NORRDIN, R. W. Comparison of carbon fiber and nylon suture for repair of transected flexor tendons in the horse. Equine Veterinary Journal, Florida, v. 16, n. 2, p. 113-116, Jun. 1984.
 - 36 PEACOCK T.D.; VON WINLE, W. Surgery and biology of wound repair. 2nd. ed. Philadelphia; 1976, p.331 - 424
 - 37 PIJANOWSKI, G.L.; STEIN, L.E.; TURNER, T.A. Strength characteristics and failure modes of suture patterns in severed goat tendons. Veterinary Surgery, Colorado, v. 18, n. 5, p. 335-339, May 1989.

- 38 REINKE, J.D.; KUS, S.P. Achilles mechanism injury in the dog. Compendium on Continuing Education Practice Veterinarian, California, v.4, n. 8, p. 639-646, Aug. 1982.
- 39 SAMY, M.T.; SHABAAN, L.A.; SAMY, M.M. Flexor tendon and their healing in equines. Assistant Veterinary Medical Journal, England, v. 12, n. 23, p. 195-199, Jun. 1983.
- 40 STASHAK, T.S. Adam's lameness in horse 4th ed. Philadelphia; Lea & Febiger, 1987, p. 762-746.
- 41 TAYTON, K.; PHILLIPS, G.; RÁLIS, Z. Long term effects of carbon fiber on soft tissues. The Journal of Bone and Joint Surgery, London, v. 64-B, n. 1, p. 112-115, Mar. 1982.
- 42 TOMLINSON, J.; MOORE, R. Locking loop tendon suture use in repair of five calcanean tendons. Veterinary Surgery, Colorado, v. 11, p. 105-109, Jul./Sept. 1982.
- 43 VALDEZ, H.; CLARK, R.G.; HANSELKA, D.V. Repair of digital flexor tendon laceration in the horse, using carbon fiber implants. Journal of American Veterinary Medical Association, California, Texas, v. 177, n. 5, p. 427-435, Sept. 1980.
- 44 VAN DEN BERG, S.S.; REED, K.P.; MARINO, A. Use of carbon fibers for the repair of bowed tendons: a preliminary report. Journal Equine Veterinary Science, Florida, v. 8, n. 5, p. 400-401, Sept. 1988.
- 45 VAUGHAN, L.C.; EDWARDS, G.B. The use carbon fiber tendon repair animal. The Veterinary Record, England, v. 1, n. 2, p. 287-288, Apr. 1978.
- 46 VAUGHAN, L.C. Muscle and tendon injuries in dogs. Journal of Small Animal Practice; London, v. 20, p. 711-736, Feb. 1979.
- 47 VAUGHAN, L.C. Tendon injuries in dogs. California Veterinary, California, v. 34, n. 1, p. 15-19, Jan. 1980.
- 48 VAUGHAN, L.C. The use of carbon fiber implant for the repair of achilles tendon rupture in dogs. Journal of Small Animal Practice, London, v. 22, p. 629-634, Sept. 1981.

- 49 VAUGHAN, L.C.; EDWARDS, G.B.; GERRING, E.L. Tendon injuries in horses treated with carbon fiber implants. Shlittershe Verlagsanstalt, Bern, v. 17, p. 45-50, Jan. 1985.
- 50 VAUGHAN, L.C. Tendon injury in the dog. Veterinary Animal, London, v. 27, p. 324-328, Mar. 1987.
- 51 WATKINS, J. P.; AUER, J.A.; GAY, S.; MORGAN, S.J. Healing of surgically created defects in the equine superficial digital flexor tendon: collagen-type transformation and tissue morfologic reorganization. American Journal Veterinary Res., v. 46, n. 10, p.2091-2096, Oct. 1985.
- 52 WEBBON, P. M. Equine tendon stress injuries. Equine Veterinary Journal, Florida, v. 5, n. 2, p. 58-64, Apr. 1973.
- 53 WOLTER, D. Biocompatibility of carbon fiber microparticles. Aktuel. Problems Chirurgie Ortopaedics, Bern, v. 26, p. 28-36, Dec. 1983.