

Fechamento de grandes feridas com fita elástica de borracha em coelhos

Closure of large wounds using rubber bands in rabbits

MARIA ANGÉLICA BARON MAGALHÃES¹; ANDY PETROIANU, TCBC/MG²; SILMAR GREY DE OLIVEIRA MARTINS³; VIVIAN RESENDE, TCBC/MG²; LUIZ RONALDO ALBERTI²; ALFREDO JOSÉ AFONSO BARBOSA⁴; LEONARDO DE SOUZA VASCONCELLOS⁵; WILSON CAMPOS TAVARES JUNIOR⁶

R E S U M O

Objetivos: verificar a eficácia da fita elástica de borracha no tratamento de grandes feridas de parede corpórea de coelhos por meio da tração de suas bordas. **Métodos:** foram estudados 30 coelhos da raça Nova Zelândia, distribuídos em três grupos (n=10): Grupo 1. Cicatrização por segunda intenção. Grupo 2. Retirada e reposicionamento eutópico da pele como enxerto de pele total. Grupo 3. Aproximação das bordas da ferida com fita elástica de borracha. Em todos os animais, foi retirado segmento de pele e tecido subcutâneo até a fáscia musculoponeurótica do dorso, de acordo com um molde de acrílico, com 12cm de comprimento por 8cm de largura. Todos os animais foram acompanhados durante 21 dias. **Resultados:** dois animais dos grupos 1 e 2 apresentaram abscesso na ferida. No Grupo 2, houve perda parcial ou total do enxerto em 90% dos animais. O fechamento completo das feridas foi observado em quatro animais do Grupo 1, seis do Grupo 2 e oito do Grupo 3. Não houve diferença entre os valores de resistência cicatricial dos grupos 2 e 3, que foram maiores do que os do Grupo 1. As cicatrizes dos três grupos caracterizaram-se pela presença de tecido conjuntivo maduro entremeado por vasos sanguíneos e infiltrado inflamatório, predominantemente polimorfonuclear. **Conclusão:** a tração das bordas da ferida com fita elástica de borracha constitui método tão eficaz quanto o enxerto de pele para tratar grandes feridas de parede corpórea de coelhos.

Descritores: Técnicas de Fechamento de Ferimentos Abdominais. Deiscência da Ferida Operatória. Cicatrização de Feridas. Elastômeros. Enxertia de Pele. Tecido Conjuntivo.

INTRODUÇÃO

Grandes feridas da parede corpórea constituem desafio cirúrgico, especialmente ao complicarem e provocarem limitações físicas. Essas feridas caracterizam-se pela dificuldade em aproximar suas bordas e seu tamanho varia nas diferentes regiões do corpo. Elas são decorrentes de traumas extensos, queimaduras de grandes áreas, neoplasias, úlceras de pressão, infecções, vasculopatias, fraturas expostas, laparostomias, etc. Apesar de a maioria das feridas cicatrizarem sem infecção, deiscência ou outra anormalidade, elas podem contribuir para aumento da morbimortalidade e dos custos de tratamento, além de acarretar em danos estéticos e funcionais^{1,2}.

Para a escolha do tratamento das feridas extensas, as opções cirúrgicas são o fechamento primário, enxerto de pele, retalho local e retalho a distância, em ordem de complexidade^{2,3}. O tratamento baseia-se na previsão do resultado final para manter a forma e a função da área a ser reconstruída, com menor risco de complicações³.

Quando há perda tecidual, a cicatrização se dá por segunda intenção, mediante contração da ferida. Essa cicatrização ocorre em feridas abertas ou em caso de deiscência, após fechamento primário^{2,3}. As principais desvantagens da cicatrização por segunda intenção são o longo tempo de tratamento, a necessidade de trocas frequentes de curativos, perda hidroeletrolítica e proteica através da área cruenta, aumento do risco de infecções, cicatrizes inestéticas e imobilização regional prolongada⁴.

Enxertos de pele são utilizados para abreviar o tempo de cicatrização, evitando infecções e danos estéticos, quando a aproximação das bordas da ferida não é factível. Entretanto, esse método depende da disponibilidade de área doadora, o que nem sempre é possível, e predispõe a outras complicações, como infecção da área doadora e comprometimento estético^{2,3}.

O objetivo deste trabalho é verificar a eficácia da fita elástica de borracha no tratamento de grandes feridas de parede corpórea de coelhos por meio da tração de suas bordas.

1. Faculdade de Medicina da Universidade Alfenas, Belo Horizonte, MG; 2. Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina, UFMG; 3. Serviço de Cirurgia Plástica, Santa Casa de Belo Horizonte (MG); 4. Departamento de Anatomia Patológica da Faculdade de Medicina da UFMG; 5. Departamento de Propeidêutica Complementar da Faculdade de Medicina da UFMG; 6. Serviço de Radiologia Hospital Universitário da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

MÉTODOS

Foram estudados 30 coelhos machos (*Oryctogalus cuniculus*) da raça Nova Zelândia Branca, provenientes da Fazenda Experimental da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). No início da pesquisa, todos os coelhos estavam com quatro meses de idade e peso médio de 2840 ± 254 gramas. Esses coelhos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos e submetidos à feridas na parte dorsal do seu corpo (n=10): Grupo 1- Cicatrização espontânea, por segunda intenção; Grupo 2- Enxerto autógeno de pele total; Grupo 3- Aproximação de suas bordas por meio de tração com fita elástica de borracha.

Este trabalho seguiu as normas técnicas de pesquisa e experimentação animal^{5,6}, de acordo com a Lei 11.794, de 08 outubro de 2008, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais – CETEA/UFMG, sob número 145/2009.

A anestesia foi induzida com injeção intramuscular, na região glútea, de cloridrato de xilazina a 2% (Calmiun®, Agener União, São Paulo), na dose de 10mg/kg, associado a cloridrato de quetamina a 10%, (Dopalen®, Vetbrands, São Paulo) na dose de 60mg/kg. Após ampla tricotomia do dorso dos animais, realizou-se antisepsia com solução de polivinilpirrolidona (PVPI®) degermante seguida por solução alcoólica de iodo a 2 % e colocação de campos operatórios.

Em todos os animais, a ferida realizada consistiu na retirada de segmento da pele com tecido subcutâneo subjacente até a fáscia musculoaponeurótica do dorso. A ferida seguiu um molde feito em acrílico, com dimensões de 12cm de comprimento por 8cm de largura.

Nos animais do Grupo 1, após a retirada da pele, foram feitos quatro pontos de sustentação, distantes 3,0cm um do outro, utilizando fio mononáilon 3-0. A finalidade desses pontos foi ancorar as bordas da ferida no sentido laterolateral, evitando seu alargamento por retração cutânea (Figura 1A).

Nos animais do Grupo 2, da pele removida foi retirado todo o tecido subcutâneo, com auxílio de bisturi e

tesoura de Metzembaun. A pele constituída por todas as suas camadas até a hipoderme foi recolocada sobre a área cruenta, como enxerto de pele total (Figura 1B). Ao final do procedimento, foi confeccionado um curativo de Brown com uma gaze fixada sobre o enxerto por seis pontos equidistantes passados nas bordas da ferida, com fio mononáilon 2-0. Esse curativo manteve imóvel o enxerto por cinco dias.

Nos animais do Grupo 3, a aproximação das bordas da ferida foi obtida por meio de fita elástica de borracha (gominha), previamente esterilizada em autoclave. A sutura desses elásticos às bordas era iniciada com um ponto simples, em um dos vértices da ferida. Em seguida, o elástico era cruzado sobre si, formando um "X" e fixado à pele a cerca de um centímetro da borda da ferida, com pontos simples separados, utilizando fio de mononáilon 3-0. Durante a passagem dos pontos, o elástico era mantido sob tração moderada pelo auxiliar. Essa tira de borracha foi cruzada várias vezes, formando "XX" consecutivos, até o vértice oposto da ferida (Figura 1C).

Após o ato cirúrgico, foi realizada antibioticoprofilaxia mediante injeção subcutânea de amoxicilina (Bactrosina®, Bayer, SP), na dose de 20mg/kg, a cada 24 horas, durante dez dias. A analgesia foi realizada por meio de administração oral de dipirona sódica (Novalgina®, Sanofi Aventis Farmacêutica, São Paulo), na dose de 25mg/kg, a cada 12 horas, durante os dez primeiros dias pós-operatórios.

Diariamente, as feridas de todos os coelhos foram lavadas com solução salina a 0,9%. Nos animais do Grupo 1, após a limpeza, compressas de gaze embebidas em vaselina líquida (Vaselina Líquida Farmax®, Farmax, Divinópolis) foram colocadas sobre a ferida. No Grupo 2, as compressas do curativo de Brown foram embebidas em vaselina líquida diariamente, até o quinto dia pós-operatório. Após esse período, o curativo foi removido e novas compressas de gaze embebidas em vaselina foram aplicadas diariamente, após limpeza das feridas com solução salina a 0,9%. Nos coelhos do Grupo 3, as feridas foram cobertas com gaze seca, para que não houvesse comprometimento da fita elástica de borracha. O tronco de todos os animais dos três grupos foi enfaixado com ataduras de



Figura 1 - Aspecto da ferida nos animais dos Grupos 1, 2 e 3, após realização dos respectivos procedimentos. A) Aspecto final da ferida em coelho do Grupo 1, após colocação dos pontos de sustentação. B) Aspecto final do enxerto em um coelho do Grupo 2. C) Aproximação completa das bordas da ferida com fita elástica de borracha.

crepom, para evitar contaminação das feridas e retirada dos curativos pelo coelho.

Para evitar que os coelhos mordessem a área operada, foi colocado um colar de isolamento craniocervical de plástico em todos os animais. Esse colar foi adaptado a partir de um capacete cirúrgico para cães. Para isso, foi feito um amplo corte no plástico, em forma de meia lua, coincidindo com a boca dos animais. Sua fixação foi no pescoço dos coelhos, utilizando uma atadura de crepom transpassada entre os membros torácicos e a região cervical, de forma a permitir a movimentação livre e a ingestão de água e alimentos⁷.

Ao final do período de acompanhamento, os coelhos foram submetidos a reoperação sob anestesia com quetamina (100mg/kg). Dois fragmentos de pele transversais à cicatriz foram retirados – um para análise histológica e outro para o teste de resistência tênsil da cicatriz. Esses segmentos de pele mediam 4cm de comprimento por 1cm de largura e continham, em sua parte média, a cicatriz da ferida. O local escolhido para coleta dos fragmentos de pele foi o mesmo em todos os animais, independentemente do aspecto da cicatriz na fase final, e foi realizado a 10cm da inserção das orelhas dos coelhos.

Os cortes teciduais preparados para histologia foram corados com hematoxilina e eosina (HE) e com tricômico de Masson. Na avaliação histológica, foram considerados: tecido de granulação, tecido cicatricial jovem, tecido cicatricial maduro (fibrose), infiltrado inflamatório, inflamação granulomatosa e presença de abscessos.

Para mensuração da força de resistência cicatricial, o fragmento de pele retirado foi pinçado em suas extremidades por dois porta-agulhas de Mayo Hegar de 14cm e 30g de massa cada. Um dos porta-agulhas foi preso a um suporte metálico, enquanto o outro foi amarrado à alça de um balde de plástico com capacidade para cinco litros. Um filete de água a um fluxo constante de 650ml/min foi enchendo o balde, até a ruptura do segmento cutâneo. Mediu-se o volume do líquido, transfor-

mado em gramas, que foi somado à massa do balde, do barbante e do porta-agulha amarrado a ele (520g). Calculou-se a força para romper a cicatriz através da fórmula: Força (Newton) = Massa total (gramas) X Aceleração da gravidade (9,8 m/s²).

A aceleração utilizada foi a da água caindo no balde, que corresponde à aceleração da gravidade, de 9,8 m/s². Encontrada a força necessária à ruptura da cicatriz, obteve-se a tensão de ruptura cicatricial, a partir da fórmula: tensão da cicatriz (megapascal) = força (Newton) / área (400mm²).

Os dados foram apresentados como média ± erro padrão da média. Para comparar as variáveis contínuas nos diferentes grupos verificou-se a normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, seguidos pela análise de variância (ANOVA) e teste de comparação múltipla de Tukey ou pelo teste de Kruskal-Wallis para os dados não paramétricos. As variáveis categóricas foram comparadas utilizando o teste exato de Fisher. Todos os resultados foram considerados significativos para uma probabilidade de significância superior ou igual a 95% (p<0,05).

RESULTADOS

Todos os animais conseguiram ingerir água e ração sem dificuldade durante todo o experimento.

Não houve diferença entre os grupos no peso dos animais antes das operações (p=0,1910), bem como no último dia de acompanhamento (p=0,0791), houve diminuição de peso entre o pré-operatório e o décimo DPO no Grupo 1, p=0,0305, Grupo 2, p=0,0004 e Grupo 3, p=0,0027 (Tabela 1).

Na avaliação macroscópica, observou-se que dois animais do Grupo 1 e do Grupo 2 apresentaram abscesso na ferida, mas nenhum do Grupo 3 apresentou essa complicação. No Grupo 1, todos os coelhos apresentaram sangramento na ferida durante os três primeiros dias pós-

Tabela 1 - Valores (média ± erro padrão da média) do peso dos animais dos Grupos 1, 2 e 3, obtidos no pré-operatório, no décimo e no 21º DPO.

Grupo	Peso (em gramas)		
	Pré-Operatório	10º DPO	21º DPO
1	2740 ± 229 ^{AD}	2419 ± 276 ^A	2600 ± 300 ^E
2	2783 ± 172 ^{BD}	2478 ± 187 ^B	2713 ± 181 ^E
3	2995 ± 291 ^{CD}	2756 ± 267 ^C	2911 ± 237 ^E

Grupo 1 – Cicatrização por segunda intenção

Grupo 2 – Enxerto

Grupo 3 – Tração das bordas da ferida por fita elástica de borracha

DPO – dia pós-operatório

A – p = 0,0305

B – p = 0,0004

C – p = 0,0027

D – p = 0,1910

E – p = 0,0791

operatórios. No Grupo 2 e no Grupo 3, nenhum coelho evidenciou perda sanguínea. No Grupo 1, houve formação de crostas e exsudato fibrinoso nas feridas de todos os animais. No Grupo 2, foi verificado exsudato fibrinoso em dois animais. Houve necrose total do enxerto em três animais e necrose parcial do tecido transplantado em seis coelhos. Em sete animais do Grupo 3, observou-se deiscência da sutura entre o oitavo e o 12º DPO, com ruptura da pele no local de fixação dos pontos. Em cinco animais, houve reação inflamatória local e exsudato fibrinoso, que reverteu com a limpeza das feridas.

Não houve diferença entre os grupos em relação ao número de feridas cicatrizadas aos 21 dias ($p=0,1989$). Houve fechamento completo da ferida em quatro animais do Grupo 1, seis do Grupo 2 e oito do Grupo 3.

Comparando a força e tensão de ruptura cicatricial, constatou-se que os valores do Grupo 3 não foram diferentes dos encontrados no Grupo 2, mas ambos foram maiores que os do Grupo 1 ($p=0,0177$) (Tabela 2).

Os achados histológicos não diferiram entre os três grupos e caracterizaram-se pela presença de extensa área de fibrose constituída por tecido conjuntivo maduro entremeado por vasos sanguíneos, anexos da derme e infiltrado inflamatório, predominantemente constituído por polimorfonucleares.

DISCUSSÃO

Apesar do amplo número de técnicas e produtos disponíveis para o tratamento das feridas extensas, os insucessos ainda são frequentes. Dentre os obstáculos ao seu tratamento, a dificuldade no fechamento da pele é de grande importância, por acarretar em risco de infecções e outras comorbidades, prolongar o período de internamento e onerar o tratamento. As técnicas mais utilizadas na escada reconstrutiva são complexas e podem contribuir para o aumento da morbidade⁸.

O uso da fita elástica de borracha para fechamento de grandes feridas foi descrito pela primeira vez em

1986, por Cohn *et al.*⁹ no tratamento de fasciotomias. Essas cirurgias utilizaram fitas elásticas transpassadas pela ferida e presas à pele por grampos. O problema maior dessa técnica era a necessidade de retornos diários ao centro cirúrgico, o que dificultava o tratamento. Desde então, a fita elástica vem sendo utilizada na intervenção de vários tipos de feridas, incluindo a da síndrome compartimental^{10,11}, feridas extensas de fasciotomias¹²⁻¹⁵, fraturas expostas¹⁶, lesões por queimaduras¹⁷ e em grandes feridas da parede corpórea^{15,18}.

Neste estudo, observou-se perda parcial ou total do enxerto em 90% dos animais do Grupo 2, indicando o risco de insucessos desses procedimentos em animais. Os coelhos, assim como outros animais, movimentam-se muito, prejudicando a vascularização do enxerto a partir do leito da ferida durante a fase de inosculação¹⁹. Apesar de amplamente utilizado em humanos, os enxertos são pouco indicados no tratamento de feridas extensas em animais, devido à possibilidade de complicações e perda do tecido enxertado^{20,21}.

O uso de elásticos para tração das bordas de feridas é um recurso eficaz no tratamento de grandes feridas da parede corpórea⁹⁻¹⁸. Esse fechamento ocorre mediante estiramento cutâneo utilizando as propriedades viscoelásticas da pele^{12,13,16,18}. As propriedades biomecânicas da pele, resultantes da interação entre os componentes da matriz extracelular, permitem que ela seja distendida. Essa propriedade é usada em outras técnicas para fechamento de grandes falhas cutâneas, principalmente em perdas teciduais por traumas e tumores da pele^{19,22}.

Na técnica descrita neste trabalho, é pertinente supor que todas as fases de estiramento da pele estão presentes: extensibilidade intrínseca, alinhamento das fibras colágenas e hiperplasia celular. A elasticidade e rigidez da pele são resultantes principalmente da espessura de sua derme e do tecido subcutâneo²³. As características viscoelásticas englobam, entre outros fatores, a capacidade de distensão imediata da pele e a capacidade de recuperação do tamanho normal após sua distensão. A expansão imediata da pele, mediante tração de suas bordas, é garantida por sua extensibilidade intrínseca. Essa proprie-

Tabela 2 - Valores (média \pm erro padrão da média) de força (Newton) e tensão (Megapascal) de ruptura cicatricial nos coelhos dos grupos 1, 2 e 3.

Grupo	Força	Tensão
1 ^{ABC}	10.696,0 \pm 2313,2	26,7 \pm 5,8
2 ^{ABD}	18.050,4 \pm 4809,5	45,1 \pm 12,0
3 ^{ACD}	15.624,9 \pm 6046,5	39,0 \pm 15,1

Grupo 1 – Cicatrização por segunda intenção

Grupo 2 – Enxerto

Grupo 3 – Tração das bordas da ferida por fita elástica de borracha

A – $p = 0,0265$

B – $p < 0,05$

C – $p < 0,05$

D – $p > 0,05$

dade determina o quanto a pele pode ser incisada para que se obtenha um fechamento primário com segurança²⁴.

A distensão gradual da pele é estimulada pelo arrasto mecânico. Quando uma carga constante é aplicada sobre a pele, o tecido aumenta em comprimento ao longo do tempo e, conseqüentemente, a força necessária para manter essa distensão diminui gradativamente²⁴, devido ao arranjo das fibras colágenas²⁵. Quando em repouso, essas fibras colágenas são onduladas e, com o estiramento, as ondulações desfazem-se, alongando as fibras no mesmo sentido da tração. À medida que a tração aumenta, um maior número de fibras alinha-se, até formar uma estrutura de fibras colágenas paralelas, resistentes ao estiramento^{25,26}.

A hiperplasia também exerce papel importante na expansão tecidual e é resultante do estiramento contínuo da pele, que responde com multiplicação celular e expansão tecidual^{27,28}. Por outro lado, o estiramento rápido sob tração intensa provoca ruptura das fibras colágenas, culminando com formação de estrias^{26,28}. O estiramento excessivo também pode causar distensão e colapamento dos pequenos vasos da pele, culminando com necrose isquêmica das bordas da ferida e deiscência^{13,27}.

O uso da tração elástica, tal como proposto na técnica desta pesquisa, permite estiramento dinâmico e tem a vantagem de manter uma tração moderada e contínua das bordas da ferida, graças à elasticidade da borracha, o que favorece a justaposição das bordas até completo fechamento da ferida²⁹. A pele tracionada possui as mesmas características em relação à cor, sensibilidade, folículos pilosos e outros anexos previamente existentes na área cruenta^{26,29}, o que pode ser comprovado pelos achados clínicos e histopatológicos deste estudo, que não foram diferentes da cicatrização por enxertia. Desse modo, o resultado estético final é melhor do que o obtido com enxertia.

Nesta pesquisa, a cicatriz final, após fechamento com elástico, apresentou adequada maturação morfológica e boa resistência cicatricial para a fase em que se encontrava.

O fechamento de feridas por aproximação de suas bordas com fita elástica de borracha não depende de experiência especial por parte do cirurgião nem de recursos sofisticados. Maior cuidado deve ser tomado no sentido de manter a tração moderada da gominha, a fim de não rompê-la e permitir uma tração contínua da pele sem risco de os pontos cortá-la ou isquemí-la. O controle da tensão depende do cuidado do cirurgião, uma vez que não há recurso para prevenir o excesso de estiramento do elástico. Além disso, a técnica aqui proposta pode ser executada sob anestesia local e em condição cirúrgica ambulatorial.

Essa técnica já foi utilizada com êxito em grandes feridas crônicas de humanos decorrentes de laparostomias, retirada de tumores, queimaduras, fasciotomias e traumas antigos^{15,18}. No entanto, este é o primeiro trabalho experimental que evidenciou a eficácia da tração das bordas de grandes feridas agudas por fita elástica de borracha em animais.

O fechamento de grandes feridas da parede corpórea de coelhos por meio da tração de suas bordas com fita elástica de borracha constitui método eficaz, simples, de fácil execução, factível e de baixo custo, que deve ser considerado na terapêutica cirúrgica de humanos e animais. Essa técnica foi mais eficaz do que a cicatrização por segunda intenção e tão eficaz quanto o fechamento por enxertia.

Agradecimentos

Somos gratos aos alunos de Iniciação Científica: Nayara Pereira, Marcelo Brandão, Francisco Caetano, Elidiane Lessa, Manuela Kumaira Vilchez, Carlos Cezar Martins e Simonton Almeida pela colaboração no acompanhamento dos animais.

A B S T R A C T

Objectives: To verify the effectiveness of the rubber elastic band in the treatment of large wounds of the body wall of rabbits by means of traction of its edges. **Methods:** We studied 30 New Zealand rabbits, divided into three groups (n = 10): Group 1 - healing by secondary intention; Group 2 - removal and eutopic repositioning of skin as full thickness skin graft; Group 3 - Approximation of wound edges with elastic rubber band. In all animals, we removed a segment of the back skin and subcutaneous tissue down to the fascia, in accordance with an acrylic mold of 8 cm long by 12 cm wide. All animals were observed for 21 days. **Results:** two animals of groups 1 and 2 had wound abscess. In Group 2, there was partial or total graft loss in 90% of animals. The complete closure of the wounds was observed in four animals of Group 1, six of Group 2 and eight of Group 3. There was no difference between the scar resistance values of groups 2 and 3, which were higher than those in Group 1. The scars of the three groups were characterized by the presence of mature connective tissue mixed with blood vessels and inflammatory infiltration, predominantly polymorphonuclear. **Conclusion:** The tensile strength of the wound edges with rubber elastic band is as efficient as the skin graft to treat rabbits' large body wounds.

Key words: Abdominal Wound Closure Techniques. Surgical Wound Dehiscence. Wound Healing. Elastomers. Skin Transplantation. Connective Tissue.

REFERÊNCIAS

- Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, Wilkinson WE, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999;20(11):725-30.
- Ferreira MC, Tuma P Jr, Carvalho VF, Kamamoto F. Complex wounds. *Clinics.* 2006;61(6):571-8.
- Teixeira Neto N, Chi A, Paggiaro AO, Ferreira MC. Tratamento cirúrgico das feridas complexas. *Rev Med.* 2010;89(3/4):147-52.
- Park H, Copeland C, Henry S, Barbul A. Complex wounds and their management. *Surg Clin North Am.* 2010;90(6):1181-94.
- Hoff C. Sounding board. Immoral and moral uses of animals. *N Eng J Med.* 1980;302(2):115-8.
- Petroianu A. Aspectos éticos na pesquisa em animais. *Acta cir bras.* 1996;11(3):157-64.
- Ivo CS, Ivo MB, Salles PGO, Rosário RCV, Nunes TA. Device for craniocervical isolation in rabbits. *Acta Cir Bras.* 2009;24(4):316-20.
- Parrett BM, Matros E, Pribaz JJ, Orgill DP. Lower extremity trauma: trends in the management of soft-tissue reconstruction of open tibia-fibula fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2006;117(4):1315-22; discussion 1323-4.
- Cohn BT, Shall J, Berkowitz M. Forearm fasciotomy for acute compartment syndrome: a new technique for delayed primary closure. *Orthopedics.* 1986;9(9):1243-6.
- Raskin KB. Acute vascular injuries of the upper extremity. *Hand Clin.* 1993;9(1):115-30.
- Harrah J, Gates R, Carl J, Harrah JD. A simpler, less expensive technique for delayed primary closure of fasciotomias. *Am J Surg.* 2000;180(1): 55-7.
- Asgari MM, Spinelli HM. The vessel loop shoelace technique for closure of fasciotomy wounds. *Ann Plast Surg.* 2000;44(2):225-9.
- Taylor RC, Reitsma BJ, Sarazin S, Bell MG. Early results using a dynamic method for delayed primary closure of fasciotomy wounds. *J Am Coll Surg.* 2003;197(5):872-8.
- Ismavel R, Samuel S, Boopalan PR, Chittaranjan SB. A simple solution for wound coverage by skin stretching. *J Orthop Trauma.* 2011;25(3):127-32.
- Santos ELN, Oliveira RA. Sutura elástica para o tratamento de grandes feridas. *Rev Bras Cir Plást.* 2012;27(3):475-7.
- Schnirring-Judge MA, Anderson EC. Vessel loop closure technique in open fractures and other complex wounds in the foot and ankle. *J Foot Ankle Surg.* 2009;48(6):692-9.
- Fan J, Wang J. The "silicone suture" for tissue expansion without an expander: a new device for repair of soft-tissue defects after burns. *Plast Reconstr Surg.* 2004;114(2):484-8; discussion 489-90.
- Petroianu A. Síntese de grandes feridas da parede corpórea com tira elástica de borracha. *ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2010;23(1):16-8.
- Perlis CS, Dufresne RG Jr. Immediate skin stretching with towel clips and needles. *Dermatol Surg.* 2005;31(6):697-8.
- Swaim SF. Advances in wound healing in small animal practice: current status and lines of development. *Vet Dermatol.* 1997;8(4):249-57.
- Beardsley SL, Schrader SC. Treatment of dogs with wounds of the limbs caused by shearing forces: 98 cases (1975-1993). *J Am Vet Med Assoc.* 1995;207(8):1071-5.
- Lam AC, Nguyen QH, Tahery DP, Cohen BH, Sasaki GH, Moy RL. Decrease in skin-closing tension intraoperatively with suture tension adjustment reel, balloon expansion, and undermining. *J Dermatol Surg Oncol.* 1994;20(6):368-71.
- Cua AB, Wilhelm KP, Maibach HI. Elastic properties of human skin: relation to age, sex, and anatomical region. *Arch Dermatol Res.* 1990;282(5):283-8.
- Liang MD, Briggs P, Heckler FR, Futrell JW. Presuturing—a new technique for closing large skin defects: clinical and experimental studies. *Plast Reconstr Surg.* 1988;81(5):694-702.
- Gibson T, Kenedi RM, Craik JE. The mobile micro-architecture of dermal collagen: a bio-engineering study. *Br J Surg.* 1965;52(10):764-70.
- Melis P, Noorlander ML, van der Horst CM, van Noorden CJ. Rapid alignment of collagen fibers in the dermis of undermined and not undermined skin stretched with a skin-stretching device. *Plast Reconstr Surg.* 2002;109(2):674-80; discussion 681-2.
- Pietramaggiori G, Liu P, Scherer SS, Kaipainen A, Prsa MJ, Mayer H, et al. Tensile forces stimulate vascular remodeling and epidermal cell proliferation in living skin. *Ann Surg.* 2007;246(5):896-902.
- Daya M, Nair V. Traction-assisted dermatogenesis by serial intermittent skin tape application. *Plast Reconstr Surg.* 2008;122(4):1047-54.
- Harris I. Gradual closure of fasciotomy wounds using a vessel loop shoelace. *Injury.* 1993;24(8):565-6.

Recebido em 12/01/2014

Aceito para publicação em 15/04/2014

Conflito de interesse: nenhum

Fonte de financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Endereço para correspondência:

Andy Petroianu

E-mail: petroian@gmail.com