

REIMPLANTES NAS AMPUTAÇÕES POR MECANISMO DE AVULSÃO: TÁTICAS E TÉCNICAS PARA O SUCESSO

LIMB REPLANTATION AFTER AVULSION INJURIES: TECHNIQUES AND TACTICS FOR SUCCESS

Renata Gregorio Paulos¹, Danielle Tiemi Simão¹, Rames Mattar Júnior¹, Marcelo Rosa de Rezende¹
Teng Hsiang Wei¹, Luciano Ruiz Torres¹

RESUMO

Objetivos: Avaliação retrospectiva criteriosa de casos de reimplantes após amputação por avulsão. Avaliação de técnicas e táticas utilizadas que determinaram evolução satisfatória e bom resultado funcional. **Métodos:** Foram avaliados, retrospectivamente, prontuários de 43 pacientes que tiveram membros amputados por mecanismo de avulsão e reimplantados nos últimos 21 anos. **Resultados:** A maior parte dos casos envolvia homens adultos jovens. A localização de amputação mais frequente foi do polegar. As técnicas e táticas cirúrgicas utilizadas isoladas ou conjuntamente incluem: enxertos de nervo, enxertos vasculares (veia ou artéria), transposição de feixe vascular digital, encurtamento do membro e reimplante heterotópico. A técnica mais frequentemente utilizada foi o emprego de enxertos venosos. A taxa de sobrevida dos reimplantes foi alta (93%), assim como a satisfação dos pacientes. **Conclusão:** Os reimplantes por mecanismo de avulsão dependem do correto diagnóstico de viabilidade anatômica e utilização de técnicas e táticas cirúrgicas apropriadas para cada caso. A experiência da equipe cirúrgica e estrutura hospitalar adequada são fundamentais para obtenção de bons resultados. Existem poucos relatos na literatura sobre indicação, tática, técnicas e resultados de procedimentos de reimplantes em amputações por avulsão. Acreditamos que a avaliação retrospectiva desta série de casos possa trazer novas informações e contribuições no atendimento desta situação de alta complexidade. *Nível de evidência IV, Série de casos.*

Descritores: Amputação traumática. Reimplante. Avaliação de resultado de intervenções terapêuticas.

ABSTRACT

Objectives: Retrospective evaluation of cases of limb replantation after avulsion injuries. Evaluation of the techniques and tactics used, that contributed to success and good functional results. **Methods:** Forty-three patients' records were assessed. All the cases had been submitted to limb replantation after avulsion injuries. **Results:** The majority of the cases were young men. The most common injury was to the thumbs. The surgical techniques and tactics used were: nerve grafting, vein grafting, transposition of the digital vessels, limb shortening, and heterotopic replantation. The most commonly used technique was vein graft. The limb survival rate was high (93%), as was patient satisfaction. **Conclusion:** Replantation after avulsion injury depends on the correct diagnosis of the limb viability and the use of appropriate surgical techniques and tactics for each case. The experience of the team of surgeons and a good hospital structure are essential for good results. There are few articles in medical literature about the indications, techniques and results of limb replantation after avulsion injuries. We believe that this retrospective evaluation can bring new information and contributions to the correct management of this highly complex situation. *Level of evidence IV, Case Series.*

Keywords: Traumatic amputation. Replantation. Evaluation of the results of therapeutic interventions.

Citação: Paulos RG, Simão DT, Mattar Júnior R, Rezende MR, Wei TH, Torres LR. Reimplantes nas amputações por mecanismo de avulsão: táticas e técnicas para o sucesso. *Acta Ortop Bras.* 2012;20(2):104-9. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Paulos RG, Simão DT, Mattar Júnior R, Rezende MR, Wei TH, Torres LR. Limb replantation after avulsion injuries: techniques and tactics for success. *Acta Ortop Bras.* 2012;20(2):104-9. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

A indicação dos procedimentos de reimplantes muitas vezes é complexa e baseada em diversos fatores como: idade do paciente, nível de amputação, mecanismo de trauma, comorbidades do paciente, tempo de isquemia e outros.¹⁻⁴

Os objetivos principais a serem alcançados nos reimplantes são, não apenas a sobrevida do membro amputado, mas também uma recuperação funcional satisfatória a longo prazo.^{5,6}

Neste contexto, os reimplantes nas amputações por mecanismo de avulsão constituem um desafio para o microcirurgião.⁷ Nos mecanismos de avulsão as lesões dos vasos, nervos e tendões entendem-se longitudinalmente além do nível da amputação.^{8,9} A anastomose dos vasos frequentemente não é possível do modo término-terminal, sendo necessário utilizar enxerto de veia, enxerto de artéria ou outras técnicas, como a transferência de vasos.^{10,11} Os tendões avulsionados, quando passíveis de reconstrução primária,

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1 - Grupo de Mão do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – São Paulo, SP, Brasil.

Trabalho realizado no LIM 41 – Laboratório de Investigação Médica do Sistema Músculo-Esquelético do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Correspondência: Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 116. CEP 05403-010. E-mail: renata_paulos@yahoo.com.br

Artigo recebido em 09/08/10, aprovado em 30/09/10.

normalmente evoluirão com função menos satisfatória do que nos casos de reimplante por outros mecanismos.¹²

As lesões por avulsão trazem maior dificuldade, não apenas ao reimplante, mas também aos procedimentos secundários.⁵ Normalmente são necessários um ou mais procedimentos secundários adicionais (cobertura de pele, tenólises, transferências tendíneas) a fim de melhorar a função do membro avulsionado e reimplantado.¹³ Em um passado não tão distante, amputações por mecanismo de avulsão constituíam uma contra-indicação absoluta ao procedimento de reimplante. Atualmente esta realidade tem se modificado.²

Avanços nas técnicas microcirúrgicas têm possibilitado ao cirurgião de mão/microcirurgia indicar e obter sucesso nos reimplantes por mecanismos mais complexos.¹⁴⁻¹⁶

Sabendo-se que membros superiores reimplantados apresentam função superior às próteses disponíveis atualmente, a possibilidade de reimplante, mesmo em casos de lesões graves como nos mecanismos por avulsão, deve ser sempre considerada.¹⁷

CASUÍSTICA

O estudo consta da avaliação retrospectiva dos prontuários de 43 pacientes que apresentaram amputações dos membros superiores ou inferiores por mecanismo de avulsão e que foram submetidos ao procedimento de reimplante.

Estes pacientes representam um pequeno número do total de reimplantes efetivamente realizados, contudo, apresentavam rica documentação que permitiu a melhor avaliação dos dados pré, intra e pós-operatórios.

Os pacientes foram operados no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da FMUSP e em outros hospitais privados no período de 1988 a Julho de 2009, todos realizados por membros do grupo de mão e microcirurgia.

O levantamento dos dados foi realizado através de pesquisa nos prontuários e registros pessoais dos cirurgiões.

Os casos que estavam mal documentados ou que perderam seguimento, foram excluídos deste estudo.

METODOLOGIA

Foram levantados dos prontuários dos pacientes os seguintes dados:

1. Idade na época do trauma
2. Sexo
3. Membro acometido (superior/inferior e direito/esquerdo)
4. Nível da amputação
5. Tempo de isquemia até o início do reimplante
6. Técnicas cirúrgicas utilizadas no reimplante
7. Sobrevida do reimplante
8. Satisfação do paciente com o reimplante (subjetiva)

RESULTADOS

A idade dos pacientes variou de três anos a 56 anos (média de 26 anos).

Dos 43 pacientes analisados a maior parte (77 % dos casos) era do sexo masculino.

Apenas um caso tratava-se de avulsão de membro inferior (caso de amputação traumática bilateral). Os outros 42 casos correspondiam a avulsões dos membros superiores.

Quanto ao lado acometido nas amputações, 62,8 % dos casos acometiam o membro direito.

Quanto ao nível da amputação, o caso de avulsão dos membros inferiores correspondia à amputação bilateral no nível dos tornozelos. Nos casos de avulsão dos membros superiores, um caso era de amputações no nível do braço, um caso no nível do cotovelo, seis casos no nível do antebraço, dois casos no nível do punho, 23 casos de avulsão do polegar e 9 casos de avulsão de um ou mais dedos (exceto polegar). (Figura 1)

O tempo de isquemia variou de 2 horas a 13 horas (média de 6 horas).

Quanto às técnicas cirúrgicas utilizadas nos reimplantes por avulsão, estas variaram nas seguintes técnicas: enxerto de veia, enxerto de nervo, encurtamento do membro, transferência de feixe digital, retalhos microcirúrgicos e reimplante heterotópico.

Vale lembrar que na maior parte dos casos, estas técnicas cirúrgicas citadas foram utilizadas conjuntamente (ex: enxerto de veia + enxerto de nervo), visto que o tipo de mecanismo aumenta a complexidade técnica do reimplante.

Os enxertos de veias foram utilizados com maior frequência (70,8% dos casos).

Nos casos de reimplantes digitais, uma técnica que pode ser utilizada é a transferência de um feixe digital íntegro proveniente de um dedo doador da mesma mão. Esta técnica foi aplicada em 44,4 % dos casos de reimplantes digitais deste estudo.

Os enxertos de nervo, foram utilizados em 33,3% dos casos neste estudo. A técnica de encurtamento do membro reimplantado foi utilizada em 16,6% dos casos.

Nos casos específicos de amputações de múltiplos dedos, outra técnica cirúrgica que pode ser utilizada é o reimplante heterotópico. Esta técnica foi utilizada em 8,3% dos casos de reimplantes digitais incluídos neste estudo.

Em 8,3% dos casos, foi necessária a cobertura primária com retalhos microcirúrgicos. (Figura 2)

Dos 43 casos, quatro casos precisaram ser reabordados para revisão das anastomoses microcirúrgicas. Destes, um caso evoluiu com sobrevida do membro e três casos para regularização após a perda do reimplante, o que resulta numa taxa de sobrevida de 93%.

Quanto ao último dado analisado, mas não o menos importante,

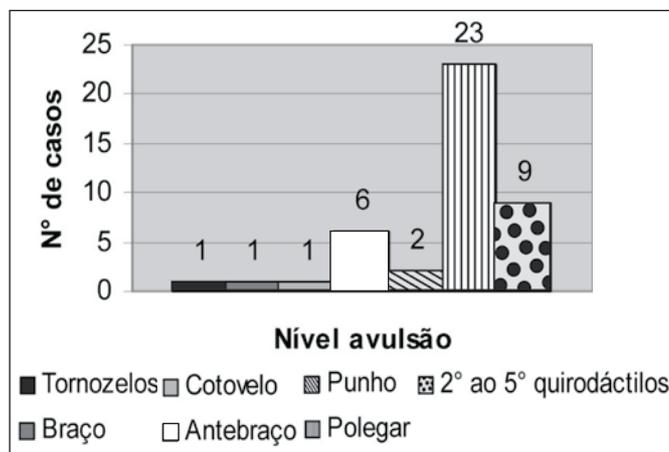


Figura 1. Nível de avulsão das amputações dos pacientes avaliados.

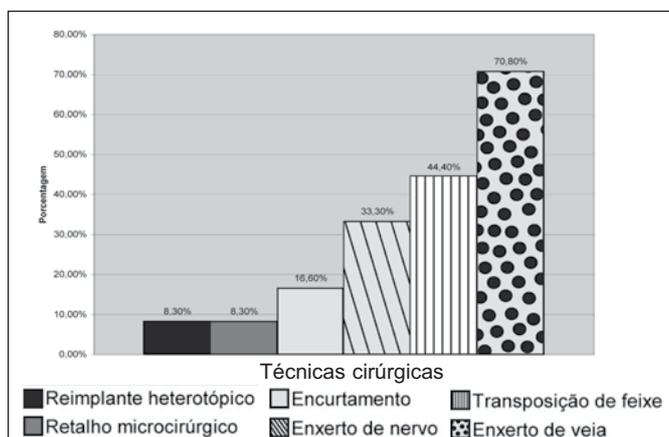


Figura 2. Técnicas cirúrgicas aplicadas.

procuramos estimar a satisfação do paciente com o membro reimplantado. Nem todos os pacientes estão plenamente satisfeitos em termos de função esperada para o membro reimplantado, mas, todos os pacientes se dizem mais satisfeitos em ter seu membro original reimplantado do que fazer uso de uma prótese.

DISCUSSÃO

Desde 1962, ano em que o primeiro reimplante com sucesso foi descrito no mundo, as técnicas cirúrgicas nos reimplantes e as técnicas microcirúrgicas têm evoluído com velocidade surpreendente.^{3,5,18} Graças aos avanços dos instrumentais, óticas e da especialização por parte dos microcirurgiões, atualmente contamos com uma tecnologia que nos permite ter uma riqueza de detalhes e a destreza para realização de microcirurgias cada vez com mais segurança e sucesso.

Nos casos dos reimplantes, fatores que anteriormente representavam contra-indicações absolutas para sua realização, atualmente, devido aos avanços técnicos microcirúrgicos, são contra-indicações relativas.^{2,9,10,19} Tecnicamente o reimplante por mecanismo de avulsão é mais trabalhoso,⁷ mas passível de ser realizado por um microcirurgião habilitado, sendo possível utilizar-se de diversas técnicas microcirúrgicas.

No levantamento bibliográfico realizado para a elaboração deste trabalho, não encontramos muitas séries de casos com uma casuística tão significativa quanto à obtida em nosso estudo. Acreditamos que a escassez de estudos referentes a reimplantes nas amputações por mecanismo de avulsão se deva ao fato de que até poucos anos atrás o mecanismo de avulsão era considerado contra-indicação ao procedimento de reimplante.¹²

Avaliando-se os resultados obtidos neste estudo, observamos que a média de idade foi de 26 anos. A maior parte dos pacientes encontrava-se em idade laborativa, e acidentaram-se durante o período de trabalho. A predominância do sexo masculino, o maior acometimento dos membros superiores e do lado dominante (direito, na maior parte da população), reforça a idéia de que a população mais susceptível a amputações traumáticas são os trabalhadores braçais.

A maior freqüência de acometimento no sexo masculino, entre a terceira e quarta décadas de vida, também foi observada em outros estudos.^{4,8,20,21}

O nível de amputação que predominou neste estudo, foi a amputação do polegar (23 dos 43 casos). Acreditamos que houve este predomínio dos casos de avulsão de polegar pois sabidamente é o quirodáctilo mais importante para a função de pinça digital, e, dificilmente tem seu reimplante contra-indicado. Grande parte dos estudos encontrados a respeito de reimplante nos mecanismos de avulsão tratam-se de reimplantes de polegares.^{4,7,11,13-16,19,21}

O tempo de isquemia variou de 2 a 13 horas. A maioria dos autores aceita como tempo limite para macro reimplantes o tempo de seis horas.⁹ Quanto mais distal o nível de amputação, menor a quantidade de partes moles acometidas e maior o tempo de isquemia aceitável.⁸ Quanto às técnicas cirúrgicas aplicadas nos casos avaliados, estas variaram de procedimentos simples como encurtamento do coto com realização de anastomoses primárias, a procedimentos mais complexos como enxertos de veias e nervos associados a transferências tendíneas primárias.

Os enxertos de veia permitem compensar a extensa lesão longitudinal dos vasos associada ao mecanismo de avulsão.²² Podem ser aplicados nas anastomoses arterial ou venosa. Tecnicamente é mais trabalhoso, pois exige que duas anastomoses sejam realizadas para cada vaso que recebe o segmento de enxerto de veia, aumentando também as chances de complicações técnicas. Os sítios doadores mais frequentes são as veias safenas, veias superficiais antebraquiais volares ou veias superficiais pediosas dorsais.^{22,23} A tática cirúrgica consiste em realizar primeiramente a enxertia venosa no segmento arterial, permitindo a perfusão temporária do membro com a passagem de fluxo sanguíneo pelo sistema

venoso, deste modo facilitando a visualização e a anastomose do enxerto no sistema venoso.²²⁻²⁴

Algumas das séries de casos encontradas durante o levantamento bibliográfico já indicavam o uso dos enxertos de veias como passo fundamental e necessário para o sucesso nos reimplantes nas amputações por avulsão.²⁵

Nos reimplantes digitais, a transferência de feixes digitais pode ser utilizada. Exige uma dissecação delicada, além do cuidado em checar se o feixe que será deslocado não comprometerá a vascularização do dedo doador. Esta verificação pode ser feita clampeando-se o feixe digital a ser transposto, antes do mesmo ser transecionado e, verificando se o outro feixe digital do dedo doador é suficiente para manter a vascularização do mesmo.

Os nervos avulsionados, assim como os vasos, apresentam lesões longitudinais que vão além do nível de pele da amputação.²⁶ Podem ser reconstruídos em um segundo tempo cirúrgico, mas idealmente devem ser realizados no mesmo ato cirúrgico do reimplante.²⁷ Normalmente são retirados do nervo sural ou de outros nervos sensitivos cutâneos.²⁶

Nos casos de macro ou micro-reimplantes, uma técnica cirúrgica simples, que pode ser utilizada muitas vezes sem grandes prejuízos funcionais, é o encurtamento do membro. Esta técnica permite que o componente longitudinal da lesão nos vasos e nervos seja neutralizado, permitindo muitas vezes a anastomose primária dos vasos e a sutura primária dos nervos.²⁸

Nas lesões de múltiplos dedos, podemos utilizar a técnica de reimplante heterotópico. Consiste em reimplantar um dedo amputado em um coto não correspondente. Esta técnica visa priorizar o reimplante de dedos funcionalmente mais importantes, em casos de amputação de dois ou mais dedos.⁷ Além disso, às vezes permite associar a técnica de encurtamento, facilitando tecnicamente o procedimento de reimplante.

Conforme já foi discutido, no mecanismo de avulsão, principalmente de grandes segmentos, é comum termos perda de cobertura de pele associada. Muitos casos podem ser resolvidos com uma simples enxertia de pele parcial, porém, alguns casos mais complexos exigem coberturas com retalhos microcirúrgicos.²⁹ Idealmente a cobertura de pele deve ser realizada conjuntamente ao procedimento de reimplante, mas, deve-se pesar as condições clínicas do paciente e o tempo cirúrgico prolongado. (Figuras de 3 a 12)

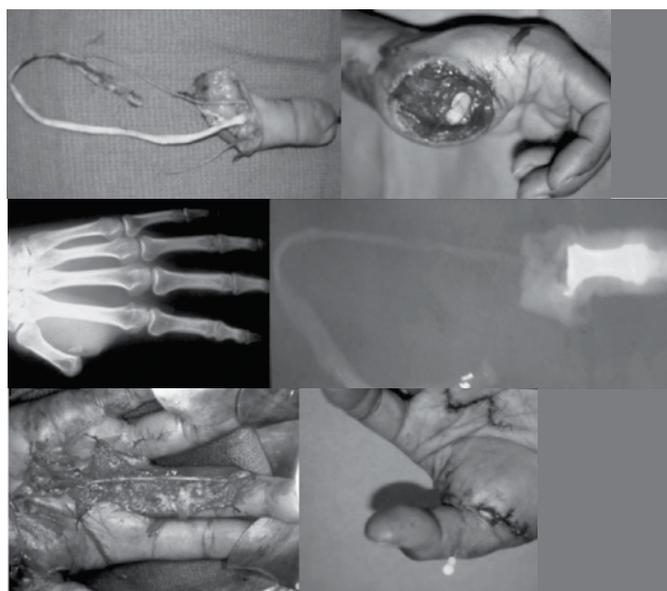


Figura 3. Paciente masculino, 32 anos. Avulsão do polegar E por máquina de jardinagem há 4 horas. Técnica cirúrgica: Transposição da artéria ulnar do 3º quirodáctilo E pró polegar E.



Figura 4. Paciente masculino, 28 anos. Amputação 1°, 2° e 3° quirodáctilos esquerdos por máquina de cortar papel (guilhotina + avulsão) há 6 horas. Técnica cirúrgica: Reimplante heterotópico do 3° quirodáctilo no polegar esquerdo.



Figura 5. Paciente masculino, 7 anos. Desenluvamento mão E com avulsão do polegar E há 2 horas por máquina industrial (padaria). Técnica cirúrgica: Enxerto de veia pediosa para anastomose entre artéria radial (tabaqueira anatômica) e artéria princeps pols. Enxerto de veia pediosa para confecção de shunt arterio-venoso entre artéria digital radial do polegar e veia dorsal do antebraço. Retalho microcirúrgico ântero-lateral do braço e enxertia de pele para cobertura do desenluvamento da mão (mesmo tempo cirúrgico).



Figura 6. Paciente masculino, 46 anos. Avulsão do polegar E por correia de moto há 5 horas. Técnica cirúrgica: Encurtamento do coto com anastomose primária dos vasos e nervos. Artrodese interfalangeana do polegar.



Figura 7. Paciente masculino, 33 anos. Avulsão do braço direito há 3 horas após acidente de moto. Técnica cirúrgica: encurtamento do úmero, enxertos vasculares (veia safena magna) para reconstrução de artéria e veia braquial, enxerto de nervo sural para reconstrução dos nervos mediano e radial (ulnar abandonado). Rotação do grande dorsal para cobertura cutânea e recuperação da função do bíceps.

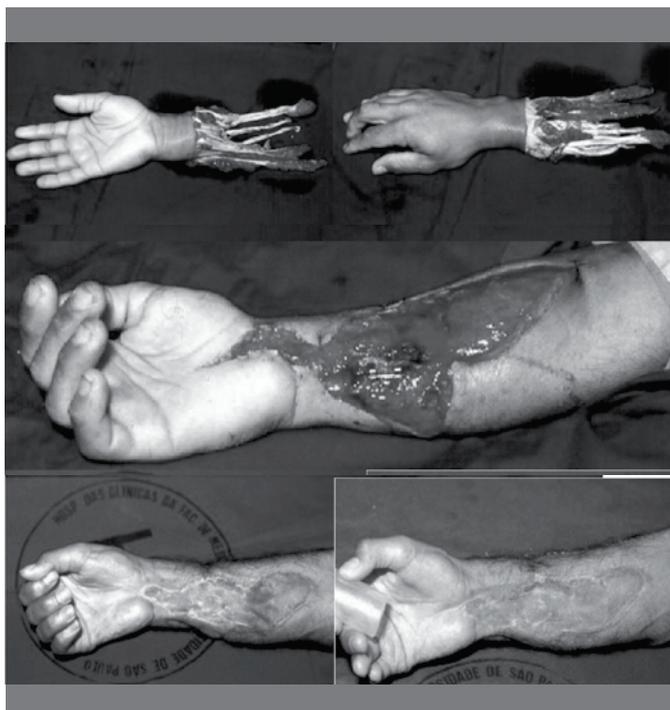


Figura 8. Paciente masculino, 24 anos. Avulsão do antebraço direito há 5 horas, por máquina industrial. Técnica cirúrgica: encurtamento do antebraço; enxertos vasculares (veia safena magna) para reconstrução de artérias radial e ulnar e veias cefálica, basilíca e duas outras do sistema superficial dorsal; enxerto de nervo sural para reconstrução dos nervos mediano e ulnar. Fasciotomia profilática (fechamento com enxerto de pele).

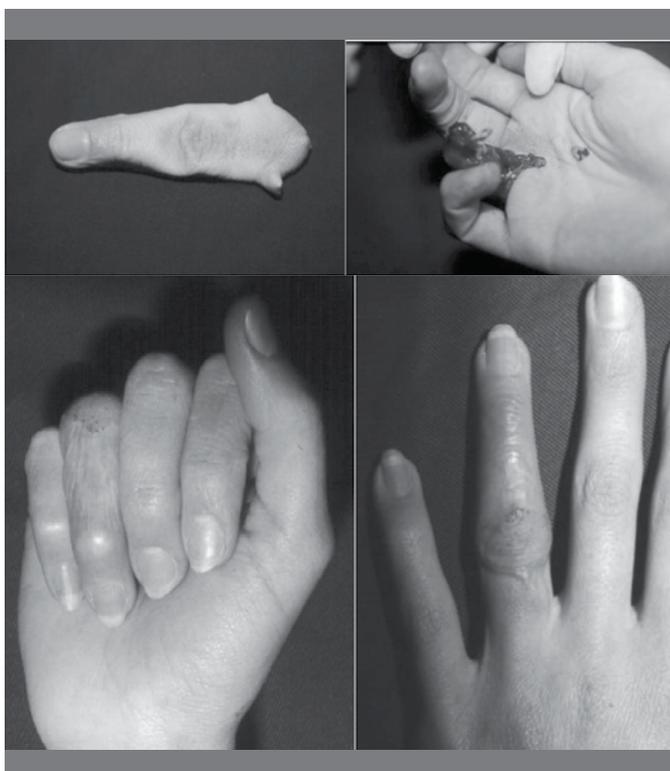


Figura 9. Paciente do sexo feminino, 29 anos. Avulsão do 4º quirodáctilo D por anel há 3 horas. Técnica cirúrgica: enxertos vasculares (veias do sistema palmar do punho) para reconstrução de artérias e veias digitais; sutura dos nervos digitais.



Figura 10. Paciente masculino, 17 anos. Avulsão bilateral dos pés por guindaste há 8 horas. Técnica cirúrgica: encurtamento ósseo; enxertos vasculares (safena magna da perna não reimplantada) para reconstrução de artérias e veias tibiais anterior e posterior; enxerto de nervo sural para reconstrução dos nervos tibiais.



Figura 11. Paciente masculino, 32 anos. Avulsão do polegar D por correia de motor há 4 horas. Técnica cirúrgica: transferência de artéria digital radial do dedo médio para artéria princeps pollicis do polegar; enxertos de veia para veias dorsais. Enxerto de nervo sensitivo radial para nervos digitais. Transferências tendinosas: flexor superficial do dedo médio para flexor longo do polegar e extensor próprio do indicador para extensor longo do polegar.



Figura 12. Paciente do sexo feminino, 21 anos. Avulsão polegar E há 4 horas pós acidente de auto. Técnica cirúrgica: enxerto de veia para reconstrução da artéria princeps pols do polegar, enxertos de veia para veias dorsais. Enxerto de nervo sensitivo radial para nervos digitais. Transferências tendinosas: flexor superficial do dedo anular para flexor longo do polegar e extensor próprio do indicador para extensor longo do polegar.

Em relação ao índice de sobrevida dos reimplante, acreditamos termos trabalhado com uma amostra viciada de casos. Os casos que normalmente são bem documentados e que mantêm seguimento são aqueles que apresentaram bons resultados. Os casos que evoluíram mal, sem sobrevida do membro, normalmente não são arquivados e não mantêm acompanhamento a longo prazo.

Ainda é consenso que no caso de amputação dos membros superiores, nenhuma prótese é capaz de devolver a totalidade das funções do membro perdido, fato que justifica o esforço em se reimplantar um segmento de membro superior amputado.^{2,17,30}

CONCLUSÃO

Baseado em nossos dados, concluímos que os reimplantes por mecanismo de avulsão dependem da utilização de técnicas cirúrgicas complementares (enxerto de nervo, enxerto de veia, transposição de vasos, reimplantes heterotópicos, encurtamento do membro, cobertura com retalhos) para que possam ter sucesso.

Se houver estrutura adequada (equipe microcirúrgica especializada e disponível, microscópio adequado, instrumentais de microcirurgia, suporte de UTI, enfermagem e terapeutas habilitados), e se souber indicar a técnica cirúrgica mais adequada, reimplantes por mecanismos não favoráveis, como por avulsão, podem ser atualmente realizados com grande chance de sobrevida e satisfação do paciente.

REFERÊNCIAS

- Gülgönen A, Bayri O, Ozkan T, Güdemez E. Replantation of thumb avulsion injuries. *Handchir Mikročir Plast Chir.* 2007;39(4):231-7.
- Molski M. Replantation of fingers and hands after avulsion and crush injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007;60(7):748-54.
- Sanmartin M, Fernandes F, Lajoie AS, Gupta A. Analysis of prognostic factors in ring avulsion injuries. *J Hand Surg Am.* 2004;29(6):1028-37.
- Aziz W, Noojin F, Arakaki A, Kutz JE. Avulsion injuries of the thumb: survival factors and functional results of replantation. *Orthopedics.* 1998;21(10):1113-7.
- Ozkan O, Ozgenta HE, Safak T, Dogan O. Unique superiority of microsurgical repair technique with its functional and aesthetic outcomes in ring avulsion injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006;59(5):451-9.
- Brooks D, Buntic RF, Taylor C. Use of the venous flap for salvage of difficult ring avulsion injuries. *Microsurgery.* 2008;28(6):397-402.
- Chen KT, Chen YC, Mardini S, Wei FC. Salvage of an avulsion amputated thumb at the interphalangeal joint level using afferent arteriovenous shunting. *Br J Plast Surg.* 2005;58(6):869-72.
- Tseng OF, Tsai YC, Wei FC, Staffenberg DA. Replantation of ring avulsion of index, long, and ring fingers. *Ann Plast Surg.* 1996;36(6):625-8.
- Hidalgo DA. Lower extremity avulsion injuries. *Clin Plast Surg.* 1986;13(4):701-10.
- Castagnetti C, Adani R, Squarzina PB, Caroli A. Transfer of vessels in the management of ring avulsion injury. Case report. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1992;26(3):331-3.
- Filippini A, Zuccarini F, Trulli R, Aceto L, Serafini P, Rapani C et al. [Venous grafts in replantation of the thumb]. *G Chir.* 1990;11(10):545-50.
- Vilki SK. [Thumb replantation: results of avulsion injuries and other traumatic amputations--a comparison]. *Handchir Mikročir Plast Chir.* 1982;14(3):156-60.
- Chen HC, Tang YB. Replantation of the thumb, especially avulsion. *Hand Clin.* 2001;17(3):433-45.
- Sharma S, Lin S, Panozzo A, Tepper R, Friedman D. Thumb replantation: a retrospective review of 103 cases. *Ann Plast Surg.* 2005;55(4):352-6.
- Friedel R, Bach O, Nestmann H, Lemberg I, Markgraf E. [Late results following avulsion injuries of the thumb]. *Handchir Mikročir Plast Chir.* 2002;34(5):314-8.
- Chen L, Gu J. Replantation of a completely detached degloved thumb. *Microsurgery.* 1996;17(1):48-50.
- The Hoang N, Hai LH, Staudenmaier R, Hoehnke C. Complete middle forearm amputations after avulsion injuries--microsurgical replantation results in Vietnamese patients. *J Trauma.* 2009;66(4):1167-72.
- Yüksel F, Karacaoğlu E, Ulkür E, Güler MM. Replantation of an avulsive amputation of a foot after recovering the foot from the sea. *Plast Reconstr Surg.* 2000;105(4):1435-7.
- Isenberg JS. Rodeo thumb: an unusual etiology of avulsion amputation of the thumb. *Ann Plast Surg.* 1996;37(2):187-90.
- Bieber EJ, Wood MB, Cooney WP, Amadio PC. Thumb avulsion: results of replantation/revascularization. *J Hand Surg Am.* 1987;12(5 Pt 1):786-90.
- Unglaub F, Demir E, Von Reim R, Van Schoonhoven J, Hahn P. Long-term functional and subjective results of thumb replantation. *Microsurgery.* 2006;26(8):552-6.
- Adani R, Castagnetti C, Busa R, Caroli A. Transfer of vessels in the management of thumb and ring avulsion injuries. *Ann Acad Med Singapore.* 1995;24(4 Suppl):51-7.
- Nyström A, Backman C. Replantation of the completely avulsed thumb using long arterial and venous grafts. *J Hand Surg Br.* 1991;16(4):389-91.
- Vlastou C, Earle AS. Avulsion injuries of the thumb. *J Hand Surg Am.* 1986;11(1):51-6.
- Stevanovic MV, Vucetic C, Bumbasirevic M, Vuckovic C. Avulsion injuries of the thumb. *Plast Reconstr Surg.* 1991;87:1099-104.
- Yamano Y, Namba Y, Hino Y, Hasegawa T, Ugawa A, Ise M. Digital nerve grafts in replanted digits. *Hand.* 1982;14(3):255-62.
- Krurup C, Upton J, Creager MA. Nerve regeneration and reinnervation after limb amputation and replantation: clinical and physiological findings. *Muscle Nerve.* 1990;13(4):291-304.
- Burkhalter WE. Ring avulsion injuries, care of amputated parts, replants, and revascularization. *Emerg Med Clin North Am.* 1985;3(2):365-71.
- Schoeller T, Wechselberger G, Hussl H, Huemer GM. Functional transposition of the latissimus dorsi muscle for biceps reconstruction after upper arm replantation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007;60(7):755-9.
- Chuang DC, Lai JB, Cheng SL, Jain V, Lin CH, Chen HC. Traction avulsion amputation of the major upper limb: a proposed new classification, guidelines for acute management, and strategies for secondary reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2001;108(6):1624-38.