Modelo experimental de reimplante digital utilizando os vasos femorais do rato

The rat femoral vessels as a training model for digital replantation

MARCOS RICARDO JAEGER – Preceptor do Serviço de Cirurgia Plástica e Cirurgia da Mão e Microcirurgia Reconstrutiva do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL-PUCRS). Doutor em Medicina e Ciências da Saúde (PUCRS). Membro titular da Sociedade de Microcirurgia Reconstitutiva (ASRM).
JEFFERSON BRAGA DA SILVA – Chefe do Serviço de Cirurgia da Mão e Microcirurgia Reconstrutiva do HSL-PUCRS. Professor Livre-Docente (FAMED-PUCRS). Chefe do Serviço de Cirurgia da Mão e Microcirurgia Reconstrutiva do HSL-PUCRS. Professor Livre-Docente (FAMED-PUCRS).
NILO AMARAL NETO – Doutorando da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FAMED-PUCRS). Doutorando da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FAMED-PUCRS).
KARINA RAQUEL DOS SANTOS CRISTALDO – Residente do Serviço de Cirurgia Plástica do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL-PUCRS). Residente do Serviço de Cirurgia Plástica do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL-PUCRS).

✉ Endereço para correspondência:
Marcos Ricardo Jaeger
Rua Mostardeiro, 780/502
90430-000 – Porto Alegre, RS – Brasil
☎ (51) 3028-8738
E-mail: marcosjaeger@novaplastia.com
www.NOVAplastia.com

RESUMO

Introdução: A oportunidade de aprendizado em microanastomoses vasculares confere ao indivíduo em treinamento a possibilidade de execução de operações de maior complexidade. O presente estudo traz um modelo laboratorial que possibilita o aprendizado das técnicas microvasculares. **Objetivo:** Demonstrar um protocolo de treinamento em microanastomoses vasculares que reproduz a situação clínica do reimplante digital. **Metodologia:** São utilizados roedores oriundos de uma população excedente do biotério de projetos de pesquisa em andamento. O treinamento é focalizado na dissecção e confecção dos diversos tipos de anastomoses nos vasos femorais do rato. O indivíduo realiza o treinamento de forma independente e executa em seqüência de complexidade anastomoses microvasculares arteriais e venosas terminoterminais, terminolaterais e enxertos venosos e arteriais. **Resultados:** A posição superficial e a bilateralidade dos vasos, neste modelo, possibilita o treinamento e a avaliação da permeabilidade na confecção das microanastomoses. O calibre dos vasos femorais reproduz com acurácia o calibre dos vasos digitais humanos. **Conclusão:** O protocolo de treinamento laboratorial de estudo independente nos vasos femorais do rato permite a confecção de diversos tipos de microanastomoses e apresenta semelhança no calibre dos vasos encontrados com os vasos digitais no reimplante digital.

UNITERMOS: Microcirurgia, Anastomose Microcirúrgica, Ensino e Treinamento.

ABSTRACT

Introduction: *The opportunity of learning in vascular microanastomoses gives the trainee the chance to perform operations of greater complexity. This study presents a laboratory animal model that allows the learning of microvascular techniques.* ***Aim:*** *To demonstrate a training protocol in vascular microanastomoses that reproduces the clinical situation of digital replantation.* ***Methods:*** *Rodents of an excess population from the breeding colony of the ongoing research program are used. The training is focused on the dissection and performance of several types of anastomoses in rat femoral vessels. The trainee undergoes the training in independent fashion and performs a sequence of ascending complexity of terminoterminal and terminolateral arterial and venous microvascular anastomoses and venous and arterial grafts.* ***Results:*** *The superficial position and the bilaterality of vessels, in this model, allows training and evaluating the permeability of the performed microanastomoses. The caliber of femoral vessels accurately reproduces the caliber of human digital vessels.* ***Conclusion:*** *The protocol of laboratory training as independent study of rat femoral vessels allows the performance of several types of microanastomoses and bears resemblance in vessel caliber with the digital vessels in digital replantation.*

KEYWORDS: *Microsurgery , Microsurgical Anastomosis, Teaching and Training.*

INTRODUÇÃO

A microcirurgia reconstrutiva contemporânea foi introduzida por um cirurgião plástico americano, o Dr. Harry Buncke, quando em 1964 realizou de forma experimental o reimplante do pavilhão auricular de um coelho (1). Este foi o primeiro relato bem-sucedido utilizando vasos de calibre de 1mm. Em 1966, o mesmo autor publicava uma transferência de quirodáctilo para a mão em primata (2). Em 1968, Cobbet publicava o sucesso na reconstru-

Recebido: 7/1/2009 – Aprovado: 26/3/2009

12-331_modelo_experimental.pmd 128 3/7/2009, 11:01

ção do polegar amputado com o hálux transplantado (3).

Após o falecimento do Dr. Harry Buncke, em 2008, grande parte do seu trabalho fica como forma de ensinamento. No treinamento laboratorial em microcirurgia, o modelo anteriormente descrito em forma de um guia de técnica microvascular vem sendo utilizado em diversos centros mundiais que se destinam ao atendimento e também à pesquisa experimental com animais de experimentação (4). Nestes locais, a preparação das equipes de trabalho prevê a aquisição deste tipo de habilidade especial (5).

Em nosso país, são poucos os centros que se dedicam ao reimplante de partes amputadas. Durante a residência médica nas áreas de cirurgia da mão, cirurgia plástica, microcirurgia reconstrutiva e áreas afins, o aprendizado de técnicas microvasculares pode possibilitar a realização de procedimentos como o reimplante digital em caráter de urgência. O objetivo do presente trabalho é demonstrar de que forma o indivíduo em treinamento pode desenvolver habilidade na confecção de microanastomoses vasculares que se assemelham ao reimplante digital humano, através de um programa de estudo independente no laboratório com animal de experimentação.



Figura 1 – Artefato de fácil confecção – plástico de armazenar folhas dobrado na forma de um cone, o que facilita a contenção do roedor para a injeção intraperitoneal e anestesia.

METODOLOGIA

O presente protocolo de treinamento foi aprovado pelo Comitê de Cuidados Especiais em Animais do Elisabeth Mac Master Research Building e Hospital for Sick Children (Universidade de Toronto, Canadá), conforme protocolado 2.364, de 17 de abril de 2002, e é utilizado para a adequação dos indivíduos pertencentes ao *staff* permanente e transitório – residentes e *fellows* – junto àquela instituição.

São utilizados roedores de raças comuns no ambiente de pesquisa experimental, como as raças Wistar ou Sprague – Dawley, sempre oriundos de uma população excedente de experimentos de pesquisa. Cada indivíduo recebe instruções teórico-práticas para a manipulação dos animais de pesquisa (Figura 1), manuseio do material cirúrgico e do microscópio. Após, passa a realizar este treinamento de forma independente em ratos que pesam entre 200 e 500 gramas.

A nomenclatura dos vasos femorais do rato refere-se aos parâmetros anatômicos extraídos do livro *Anatomia do*

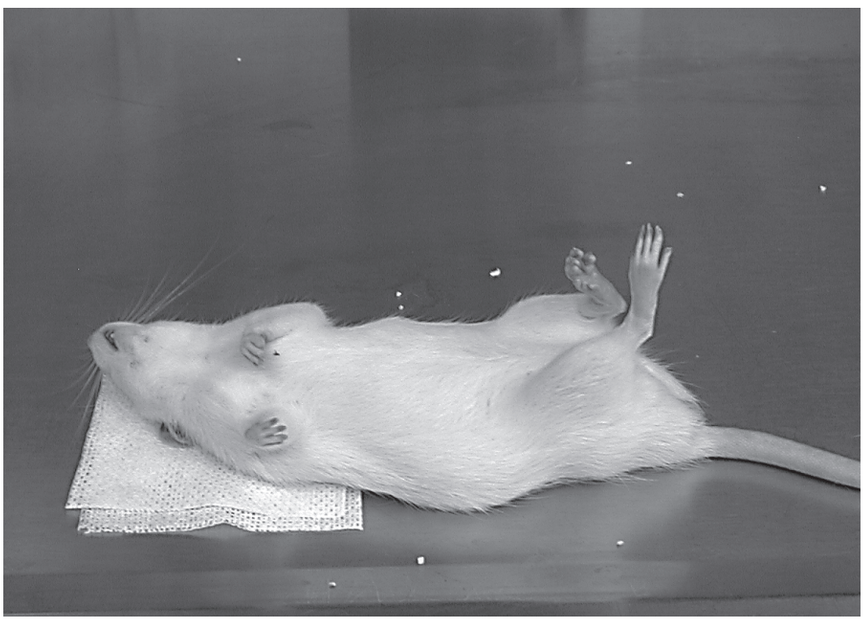


Figura 2 – Animal de experimentação em fase de relaxamento (anestesia): cessam os movimentos dos pelos e bigodes da face, a cauda e os membros param de se movimentar e lentamente diminuem de tônus, mas a respiração se mantém.

12-331_modelo_experimental.pmd 129 3/7/2009, 11:01

Rato de Greene (6), onde as estruturas são nomeadas à semelhança da espécie humana. A anestesia é obtida através de solução anestésica com Pentobarbital, na dosagem de 60mg/kg, sendo administrado via intraperitoneal (Figura 2). Os vasos femorais apresentam a vantagem de fácil abordagem na região inguinal, bilateralidade nos membros inferiores, possibilidade de execução de retalhos cutâneos em ilha baseados em um ramo superficial e preservação da circulação do membro inferior em caso de ligadura vascular (4).

No treinamento, o indivíduo inicialmente desenvolve a dissecção e as anastomoses arteriais terminoterminais. Após completá-las com êxito, é permitido que sejam realizadas as anastomoses venosas terminoterminais. A segunda parte do protocolo inclui a realização das anastomoses arteriais e venosas terminolaterais, bem como enxertos venosos.

A patência vascular é avaliada através da passagem do fluxo sanguíneo pela anastomose em diversos momentos e pode ser confirmada através do teste de patência vascular ou da visualização pelo microscópio.

A técnica operatória é descrita a seguir. A região inguinal é depilada e o roedor levado para a sala cirúrgica. O espécime é posicionado em posição supina, com a cabeça colocada à esquerda do estagiário (Figura 3). Os vasos femorais são abordados através de uma incisão inguinal oblíqua ao longo do ligamento inguinal (Figura 4). Sob visão microscópica, um ramo do vaso cutâneo femoral precisa ser ligado, para então realizar o isolamento da artéria e da veia femoral. Uma vez isoladas, a artéria e veia femoral são medidas previamente à confecção das anastomoses (Figura 5). A dissecção deve ser cuidadosa, de modo a atingir um diâmetro adequado para a anastomose com Mononylon® 10-0. Após o isolamento da artéria e da veia, os vasos são clampeados e seccionados (Figura 6). A sutura microscópica varia entre 6 e 8 pontos. Em seguida, o clampe é liberado. A anastomose é testada pelo fluxo adequado através do vaso (Figura 7). O fluxo vascular é avaliado em três diferentes momentos: imediatamente após a liberação do clampe (tempo zero), cinco minutos (5') e 30 minutos (30') após. Essa variação no tempo de avaliação visa a determinar a provável causa de falha na interrupção do fluxo.

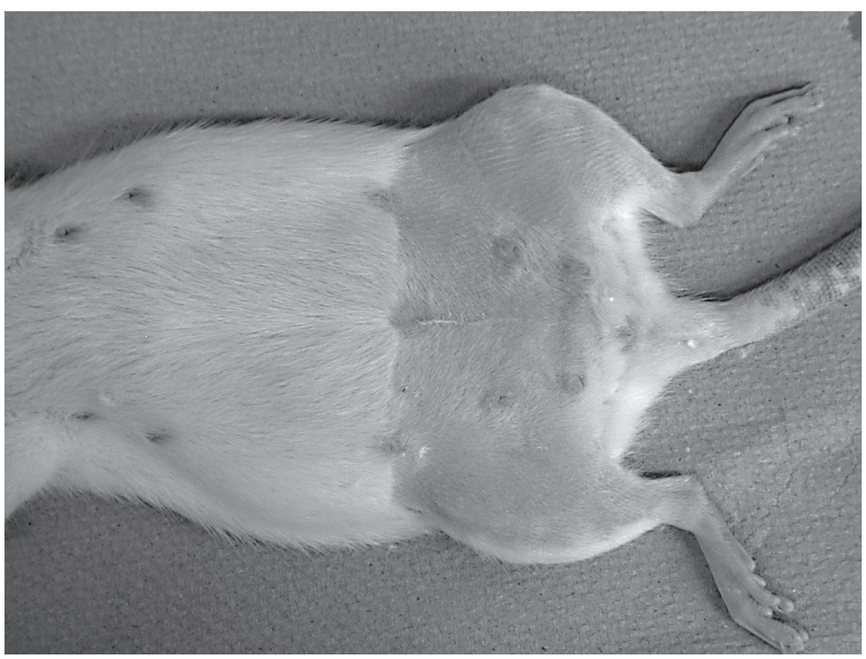


Figura 3 – Regiões inguinais depiladas após a anestesia (tricotomia).

RESULTADOS

A utilização de um modelo animal permite a avaliação imediata da microanastomose realizada, e pode ser confirmada através do teste de patência vascular. Nos primeiros espécimes, somente são realizadas anastomoses vasculares terminoterminais arteriais e venosas. Posteriormente, são realizadas anastomoses microvasculares mais complexas, como terminolaterais e mais tarde os enxertos venosos e arteriais (Figura 8). O diâmetro geral dos vasos femorais varia de 0,8 a 2 mm entre todos os roedores, sendo o diâmetro arterial médio de 0,6 a 1,4mm, enquanto o venoso situa-se entre 0,8 e 2mm.

A superficialidade dos vasos femorais do rato em relação a outros vasos de calibre maiores comumente utilizados, como os vasos intra-abdominais, permite uma abordagem mais rápida para o isolamento dos vasos e excelente exposição para treinamento. Esta posição relativamente superficial permite observar com mais clareza os efeitos do fluxo sanguíneo através da anastomose em diversos momentos após a sutura microvascular. Outro aspecto em relação aos vasos femorais refere-se à situação bilateral nos membros: é possível a dissecção, isolamento e ligadura ou retirada dos vasos femorais contralaterais, com o objetivo de executar técnicas mais complexas de microanastomoses vasculares, como no caso dos enxertos venosos.

DISCUSSÃO

Ao redor do mundo, muitos centros especializados têm-se dedicado ao ensino e treinamento da microcirurgia vascular. No Brasil, essa técnica é utilizada nas especialidades de cirurgia da mão, cirurgia plástica e microcirurgia reconstrutiva, urologia e neurocirurgia como ferramenta nos casos de maior

12-331_modelo_experimental.pmd 130 3/7/2009, 11:01

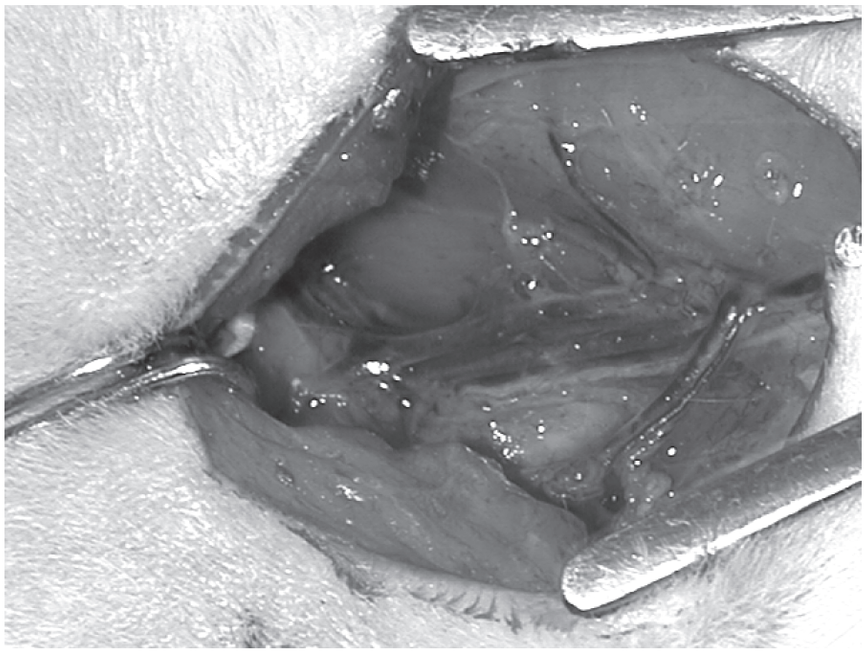


Figura 4 – Artéria (menor calibre) e veia (maior) femorais do rato, expostas demonstrando suas relações anatômicas com a superfície do tegumento.

complexidade. O treinamento adequado das técnicas de microcirurgia vascular é exaustivo e exige paciência, dedicação e tempo, mas pode propiciar o atendimento de muitos casos de reimplantes de partes amputadas. Outrossim, tem grande importância em procedimentos complexos e eletivos de reconstrução. Dessa forma, este tipo de atendimento deveria estar disponível nos centros universitários (7).

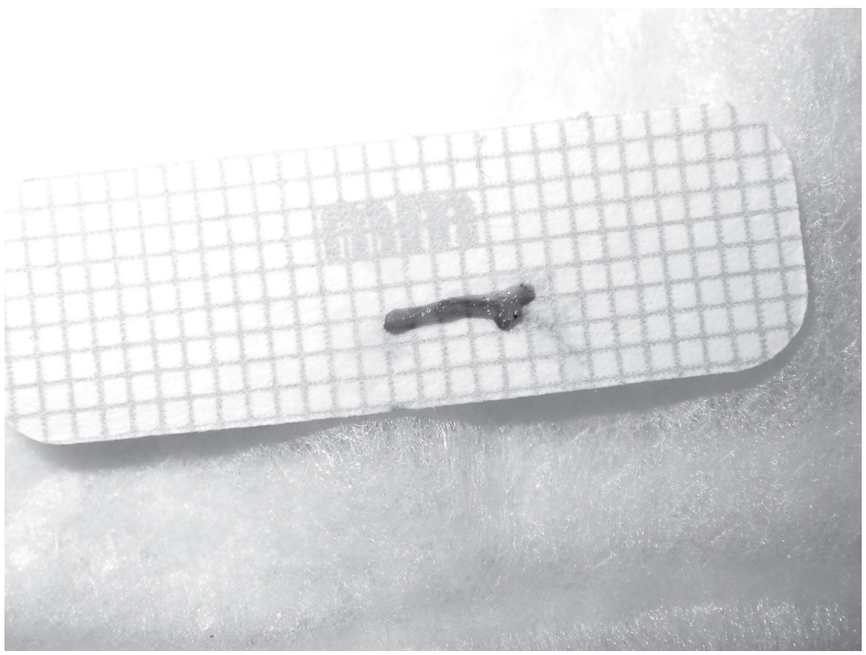


Figura 5 – Segmento de veia retirado para demonstração e medição do calibre, antes da transferência microvascular.

Concentração e tranquilidade são fatores essenciais para o aprendizado da microcirurgia. O local de treinamento deve estar alojado em um ambiente tranquilo, para que o aluno possa permanecer várias horas no mesmo dia (8).

Diversos fatores são causas de insucesso da patência da microanastomose vascular. Além de fatores técnicos como fluxo sanguíneo, problemas de coagulação sanguínea e espasmo vascular e a fadiga do indivíduo em treinamento, todos reduzem as chances da execução de uma microanastomose vascular bem-sucedida. Recomenda-se a permanência por até quatro horas no mesmo dia, a fim de evitar fadiga excessiva (8).

Dentre os fatores técnicos, o trauma da parede do vaso, especialmente da camada muscular, é o fator principal que deve ser evitado. A coaptação imprópria das bordas dos vasos com sobreposição das túnicas adventícia e muscular pode causar trombose. Tensão demasiada provoca necrose das bordas dos vasos. Pressão excessiva do clampe vascular, angulação dos vasos e estase também são fatores que causam trombose da anastomose. Quando o fluxo sanguíneo é inadequado por angulação ou tração excessiva, provavelmente acontecerá a trombose do vaso em decorrência do turbilhonamento. Microanastomoses venosas podem também sofrer ação de fatores trombóticos existentes no segmento vascularizado; entre esses fatores, estão as plaquetas, lisozinas e fatores metabólicos tóxicos (8).

Também é importante que seja conhecido o fenômeno do espasmo microvascular, que é causado por alterações da temperatura e do equilíbrio dos eletrólitos na parede dos vasos, flutuação do índice ácido-base, liberação de catecolaminas endógenas e atuação de substâncias como a histamina (8, 9).

O programa de treinamento microvascular é muito específico. O ajuste do microscópio, o manuseio correto do

12-331_modelo_experimental.pmd 131 3/7/2009, 11:01

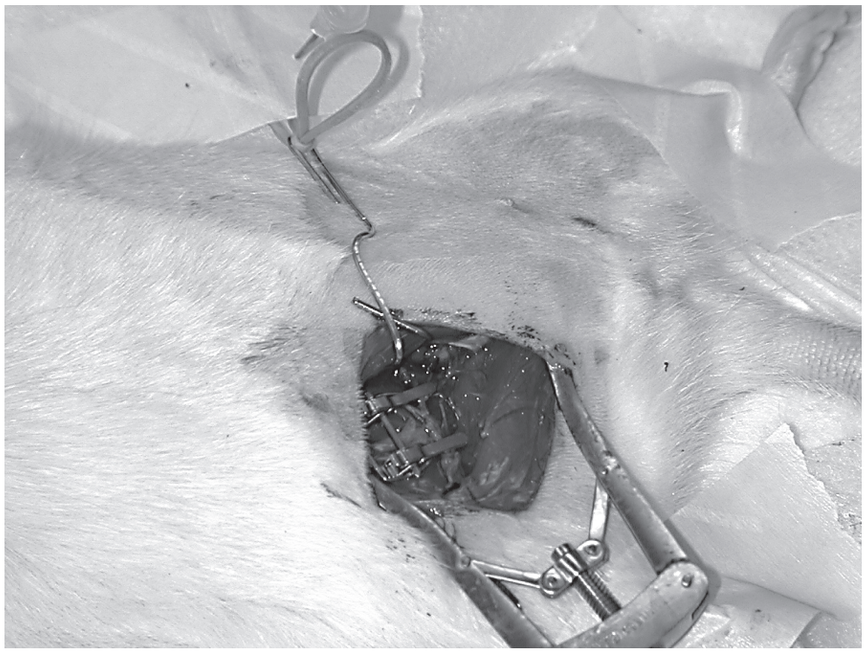


Figura 6 – exposição e dissecção dos vasos femorais, já clampeados e preparados para a microanastomose arterial terminoterminal.

material cirúrgico, o apoio adequado dos antebraços e o posicionamento correto das mãos são fatores fundamentais que, aliados à prática constante, são importantes para a aquisição de um bom nível técnico (7, 10).

A participação em cursos de aperfeiçoamento ou treinamentos de reciclagem em cirurgia microvascular, embora seja oportunidade rara, é importante para o indivíduo (10, 11). Nesse ponto estão centrados os programas de treinamento cirúrgico laboratorial. Os laboratórios de treinamento são muito úteis para a aquisição de novas habilidades cirúrgicas ou para o aperfeiçoamento de habilidades já adquiridas, pois funcionam de forma adjuvante à sala cirúrgica e reproduzem situações similares às do ambiente hospitalar (11, 12).

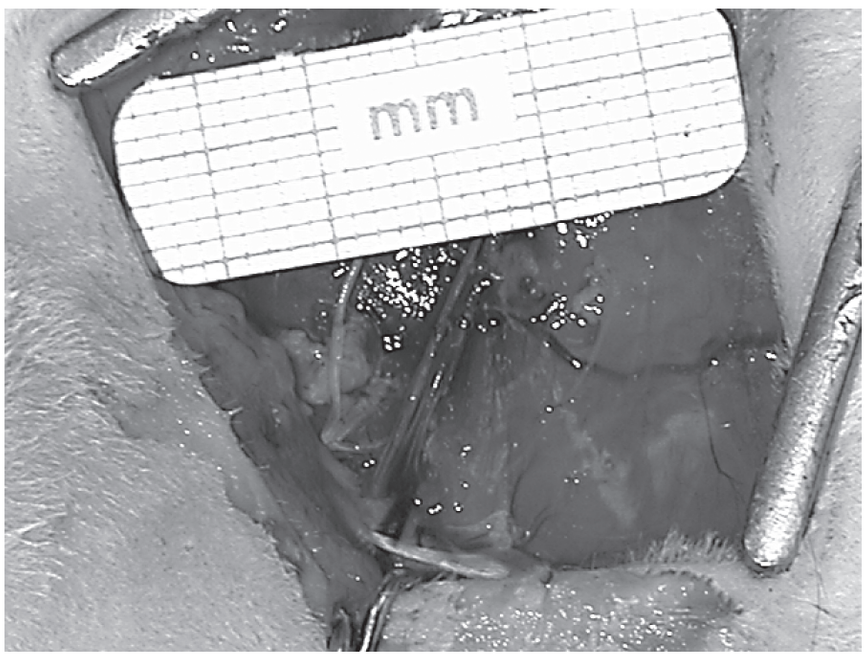


Figura 7 – Anastomose microvascular terminoterminal arterial realizada com sucesso.

Muitos modelos não animais já foram descritos para treinamento de habilidades microcirúrgicas, incluindo luvas, placenta, tubos de silicone, folhas, etc. A utilização desses materiais se justifica pelos custos envolvidos e pelos regulamentos cada vez mais rígidos para a utilização de espécimes vivos (10). Entretanto, em modelos animais a anatomia seccional da artéria e veia se assemelha mais à espécie humana, também sendo composta das camadas íntima, média e adventícia. Nas veias, as túnicas média e adventícia são mais finas, enquanto que nas artérias observa-se camada muscular mais espessa (8). A anastomose dos vasos femorais do rato é um procedimento que oferece ao estudante em treinamento a experiência de manusear tecidos da mesma forma que em uma microanastomose de um reimplante digital. Essas etapas são dificilmente reproduzidas em modelos não animais (10).

Outra vantagem da utilização de modelos dinâmicos como o dos vasos femorais do rato é a possibilidade de realizar o teste de permeabilidade da anastomose ou de patência vascular. Distalmente à anastomose pinça-se o vaso, retira-se o sangue e, posteriormente, libera-se o fluxo sanguíneo. A comprovação da patência se dá pelo enchimento com sangue no vaso.

Ainda assim, cada vez mais se tem buscado reproduzir testes de patência precisos no laboratório sem a necessidade de utilização de espécimes animais. Por outro lado, os indivíduos que cedo se põem em contato com animais de experimentação apresentam vanta-

12-331_modelo_experimental.pmd 132 3/7/2009, 11:01

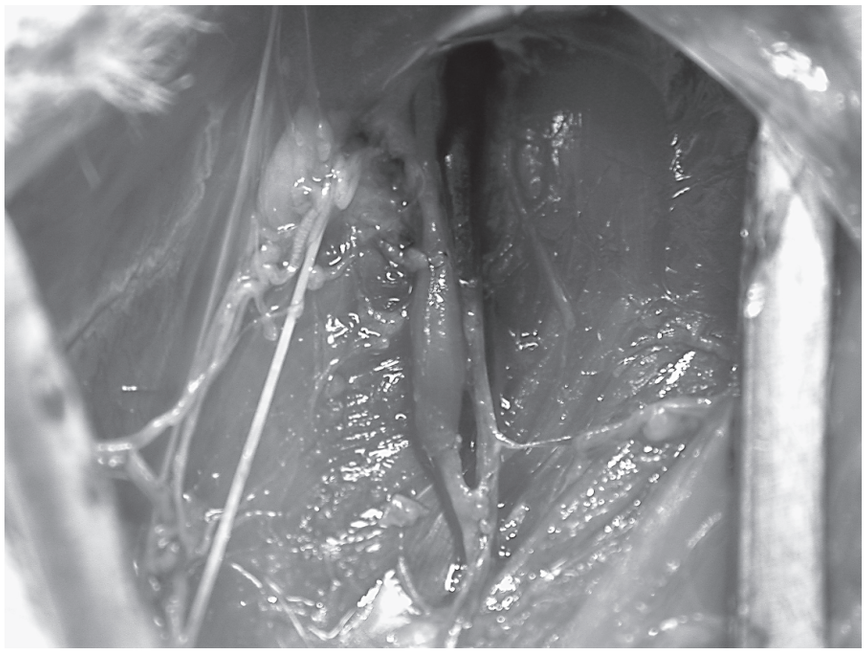


Figura 8 – Resultado do enxerto de veia não obstruído (maior calibre do que o da artéria receptora) em microanastomose terminoterminal.

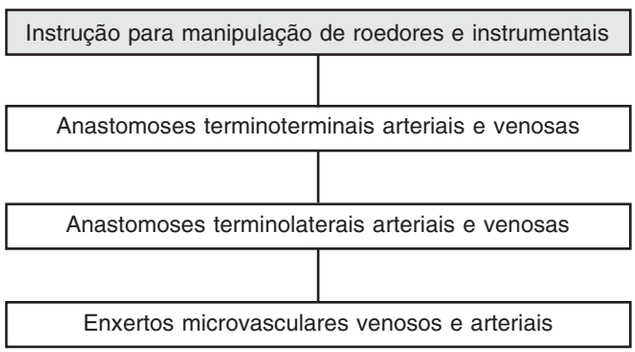


Gráfico 1 – Protocolo de treinamento.

gem óbvia na manipulação de rodentos, o que pode mesmo contribuir posteriormente para a execução de atividades de pesquisa.

Uma das situações mais peculiares do presente modelo que se utiliza dos vasos femorais refere-se à excelente relação de dimensão entre os vasos femorais e os vasos digitais do ser humano, o que torna o modelo muito adequado para o treinamento da cirurgia de reimplante digital humano. O diâmetro das artérias femorais dos ratos varia de 0,6 a 1 milímetro (mm) e das veias entre 0,8 e 2 mm, medidas semelhantes à dos vasos digitais humanos (8). A rápida abordagem e avaliação dos efeitos imediatos após a anastomose possibilitam um melhor aproveitamento no laboratório, podendo ainda ser utilizada a região homônima contralateral também para treinamento.

Embora raro, pode acontecer que o treinamento laboratorial não supervisionado seja insatisfatório. Dessa forma, recomenda-se que sejam realizadas avaliações periódicas informais ou através de exames objetivos para comprovação da evolução do treinamento dos indivíduos.

CONCLUSÃO

O treinamento para a aquisição e o aperfeiçoamento da habilidade de sutura microvascular utilizando os vasos femorais do rato reproduz com acurácia o calibre dos vasos digitais humanos e possibilita também a confecção de diversos tipos de microanastomoses vasculares. Com isso, pode ser oferecido ao indivíduo em treinamento a possibilidade de iniciar suas atividades na atmosfera de um centro de pesquisa, e posteriormente estes conhecimentos adquiridos aplicados no ambiente hospitalar ou em outras atividades de pesquisa experimental.

AGRADECIMENTO

Ao *staff* do Elisabeth Mac Master Research Building da Universidade de Toronto, centro reconhecido de pesquisa experimental mundial, que tem permitido a capacitação dos indivíduos de forma ética e responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buncke HJ Jr, Schulz WP. Total ear reimplantation in the rabbit utilising microminiature vascular anastomoses. Br J Plast Surg. 1966; 19(1): 15-22.
2. Buncke HJ Jr, Buncke CM, Schulz WP. Immediate Nicoladoni procedure in the Rhesus monkey, or hallux-to-hand transplantation, utilising microminiature vascular anastomoses. Br J Plast Surg. 1966; 19(4): 332-7.
3. Cobbett JR. Free digital transfer. Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. J Bone Joint Surg Br. 1969; 51(4): 677-9.
4. Buncke, HJ Jr. The manual of microvascular surgery: a step-by-step guide to microvascular anastomosis in the rat femoral artery and vein. San Francisco: Ralph K. Davies Medical Center, Microsurgical Unit; 1975.
5. Livingston CK, Ruiz-Razura A, Cohen BE. Guidelines for a successful microsurgery training center and research fellowship. Plast Reconst Surg. 1999; 104(5): 1555-8.
6. Greene EC.Anatomy of the Rat, New York: Hafner; 1963.

12-331_modelo_experimental.pmd 133 3/7/2009, 11:01

7. Payatakes AH, Zagoreos NP, Fedorcik GG, Ruch DS, Levin LS. Current Practice of Microsurgery by Members of the American Society for Surgery of the Hand. J Hand Surg. 2007; 32(4):541-7.
8. Silva JB. Manual de Técnicas Microcirúrgicas, Rio de Janeiro; Revinter; 2003.
9. Chow SP. Factors Affecting the Patency in Microvascular Anastomosis. Hog Kong: Society for Surgery of the hand, 1989.
10. Mubin H, Tosun Z, Savaci N. A non-animal model for microsurgical training with adventitial stripping. Plast Reconst Surg. 2000; 106(44): 944-61.
11. Klein I, Steger U, Timmermann W, Thiede A, Gassel HJ. Microsurgical training course for clinicians and scientists at a German University hospital: a 10 year experience. Microsurgery. 2003; 23(5): 461-5.
12. Wanzel KR, Madsumoto ED, Stanley JH, Dimitri JA. Teaching Technical Skills: Training on a Simple, Inexpensive, and Portable Model. Plast Reconst Surg. 2002; 109(1): 258-63.

12-331_modelo_experimental.pmd 134 3/7/2009, 11:01