

УДК 616-092.4

DOI: 10.33454/1728-1261-2020-3-29-32

Моделирование микрохирургических лоскутов в эксперименте на крысах

С. Н. Березуцкий¹, А. С. Чечурин³, В. Е. Воловик^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, 680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 35; тел. +7 (4212) 32-63-93; e-mail: nauka@mail.fesmu.ru

² КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» МЗ ХК, 680009, г. Хабаровск, ул. Краснодарская, 9; тел. +7 (4212) 72-87-15; e-mail: zdravdv@ipks.khv.ru

³ КГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» МЗ ХК, 680030, г. Хабаровск, ул. Павловича, 1б; тел. +7 (4212) 47-42-48; e-mail: hospital@nxt.ru

Simulation of microsurgical flaps in an experiment on rats

S. N. Berezutsky¹, A. S. Chechurin³, V. E. Volovik^{1,2}

¹ Far Eastern State Medical University under Health Ministry of Russia, 35 Muravyov-Amursky Street, Khabarovsk, Russia; zip code 680000; phone +7 (4212) 32-63-93; e-mail: nauka@mail.fesmu.ru

² Postgraduate Institute for Public Health Workers under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 9 Krasnodarskaya Street, Khabarovsk, Russia; zip code 680009; phone +7 (4212) 72-87-15; e-mail: zdravdv@ipks.khv.ru

³ Khabarovsk Krai Clinical Hospital № 2 under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 1b Pavlovich Street, Khabarovsk, Russia; zip code 680030, phone +7 (4212) 47-42-48; e-mail: hospital@nxt.ru

В данной статье рассматривается экспериментальная модель «подлодыжечный лоскут» на крысе, позволяющая исследовать островковые лоскуты кожи и мягких тканей. Изучена прикладная анатомия, отмечены преимущества и недостатки этого лоскута. Отработан механизм формирования островковых лоскутов на данной модели. Проведен анализ литературных данных.

Ключевые слова: эксперимент; крыса; модель; островковый лоскут.

The article describes an experimental rat model of an ankle flap, which makes it possible to study insular flaps of skin and soft tissues. The applied anatomy was studied, the advantages and disadvantages of this flap were noted. The mechanism of formation of insular flaps on this model has been worked out. The analysis of the literature data was carried out.

Key words: experiment; rat; model; insular flap.

Введение

В настоящее время описано немало экспериментальных моделей островковых кожно-фасциальных комплексов тканей на лабораторных животных (крысах) [1, 4]. Так, в частности, известен тыльный кожный лоскут на каудальной ножке, описанный McFarlane et al. в 1965 году, и его модификация, описанная С. Р. Kelly в 1965 году [6, 11]. Следующими известными кожно-фасциальными лоскутами являются:

1. Ягодично-боковой лоскут (flankflap), описанный S. A. Syed в 1992 году [2].

2. Косой крысиный паховый лоскут, описанный S. S. Ahmed в 1997 году [3].

3. Эпигастральный лоскут, описанный F. Finseth в 1978 году [9].

4. Пекторальный лоскут, содержащий две части, описанный F. Zhang et al. и S. Miyamoto et al. [10, 14].

5. Лоскут аддуктора бедра, описанный B. M. D. Koudsi et al. в 1992 году [12].

6. Микрососудистый свободный мышечный лоскут у крыс, использующий переднюю и заднюю нежную мышцы с бедренными сосудами в качестве ножки, описанный K. Kenneth, M. D. Yim et al. в 1991 году [13].

7. Ягодичный кожно-мышечный лоскут (Gluteus Maximus Myocutaneous Flap), описанный M. N. Battal et al. в 1997 году [15].

8. Микрососудистый трансплантат из икроножной мышцы крыс, описанный H. P. Tonken et al. в 1993 году [14].

9. Задний бедренный перфорированный лоскут, описанный O. K. Coskunfirat в 2002 году [5].

10. Кожно-мышечный абдоминальный лоскут, описанный R. M. Dunn в 2017 году и M. C. Edmunds в 2013 году [7, 8].

11. Эпигастральный лоскут, описанный M. Z. Siemionow в 2015 году [16].

Изучая различные литературные источники, мы не встретили подходящей эксперимен-



Рис. 1. Разметка латеральной подкожной вены стопы



Рис. 2. Разметка границ лоскута

тальной модели на крысах для исследования островковых лоскутов кисти и пальцев. Например, паховый лоскут не содержит в составе питающей ножки чувствительного нерва, а кожные покровы и толщина подкожно-жировой клетчатки не соответствуют таковым на кисти и пальцах. Аналогичные недостатки имеются и в других предложенных лоскутах.

Цель исследования

Целью представленного исследования явилась разработка экспериментальной модели островкового кожно-фасциального лоскута на тыльной поверхности стопы тазовой конечности крысы.

В отличие от кисти, стопа крысы имеет большие размеры, все пять пальцев хорошо развиты, дорсальная поверхность стопы покрыта редкими короткими волосами, что делает данную область удобной для разметки границ и проекции сосудисто-нервной ножки островкового лоскута.

В качестве экспериментальной модели нами выбран кожно-фасциальный лоскут тыльно-латеральной поверхности стопы тазовой конечности крысы по аналогии с подлодыжечным лоскутом стопы человека на нисходящей ветви перфорирующей ветви малоберцовой артерии.

Нами была изучена микрососудистая анатомия латеральной поверхности тыла стопы и разработана техника поднятия подлодыжечного лоскута крысы на сосудисто-нервной ножке, включающей нисходящую ветвь перфорирующей ветви малоберцовой артерии, поверхностный малоберцовый нерв и латеральную подкожную вену лапы.

Материал и методы

В исследование были включены 12 половозрелых крыс линии Вистар, обоего пола, массой от 400 г. Все операции проводились под общей анестезией препаратом Золетил 100

внутримышечно в дозе 5 мг/кг веса животного. Операции выполнялись на обеих тазовых конечностях крысы.

Таким образом, мы выполнили 24 операции. После наступления достаточной анестезии животное фиксировалось на спине. Волосы на тыле стопы сбривали и производили разметку латеральной подкожной вены стопы, которая совпадает с проекцией хода нисходящей ветви перфорирующей ветви малоберцовой артерии и основных ветвей поверхностного малоберцового нерва (рис. 1).

Далее размечались границы лоскута: проксимальная граница соответствует линии, проведенной от вершины пяточного бугра к кожной складке голеностопного сустава, боковая граница лоскута проходит по латеральному краю стопы, медиальная граница соответствует линии, проведенной от внутреннего края латеральной лодыжки к третьему межпальцевому промежутку, дистальная граница лоскута более вариабельна и может достигать до головок IV, V пястных костей (рис. 2).

При такой разметке лоскута его размеры составляют 10–15 мм на 5 мм, длина сосудисто-нервной ножки около 4–6 мм. Для увеличения длины ножки лоскута можно сместить проксимальную границу лоскута в дистальном направлении.

Поднятие лоскута удобнее начинать с дистальной границы, при этом производится перевязка вен подкожной венозной сети. В состав лоскута включаются кожа, подкожная клетчатка и собственная фасция, над сухожилиями мышц разгибателей необходимо оставлять небольшой слой соединительной ткани, содержащей сосудистое сплетение.

В некоторых случаях основная питающая ветвь отходит от тыльной артерии стопы. Если в этом случае отсутствует нисходящая ветвь

перфорирующей ветви малоберцовой артерии, то пересечение ветви тыльной артерии стопы может привести к ишемии части или всего лоскута.

После поднятия лоскута выделяют сосудисто-нервную ножку, в состав которой включают нисходящую ветвь перфорирующей ветви малоберцовой артерии, поверхностный малоберцовый нерв и латеральную подкожную вену стопы (рис. 3).

Следует остановиться на особенностях топографии малоберцовой артерии крысы.

Дистальная часть малоберцовой артерии (идущая совместно с поверхностным малоберцовым нервом вдоль слитой части большеберцовой и малоберцовой костей), вероятно, соответствует прободающей ветви малоберцовой артерии у человека, хотя у крысы она никак не является прободающей.

Это, бесспорно, связано с тем, что малоберцовая артерия у крысы является ветвью краниальной большеберцовой артерии, которая пересекает переднюю границу межкостной мембраны, перед тем как дать начало малоберцовой артерии. Последняя располагается по всей длине латеральной стороны мембраны, поэтому было бы правильнее ее называть не прободающей ветвью, а краниальной малоберцовой ветвью. На тыле стопы этот сосуд оканчивается как поверхностная подкожная ветвь.

После полного поднятия лоскута и выделения сосудисто-нервной ножки лоскут фиксировался на донорском ложе узловыми швами без натяжения краев раны и элементов питающей ножки (рис. 4).

Результаты и обсуждение

Из 24 лоскутов 22 лоскута прижились без явлений некроза, в двух случаях произошел краевой некроз лоскута, преимущественно в верхнелатеральном квадранте, в одном случае лоскут полностью некротизировался.

Возникновение тотального некроза лоскута, по нашему мнению, связано с повреждением элементов сосудисто-нервной ножки в период освоения техники поднятия лоскута. Развитие краевых некрозов связано с пересечением ветвей тыльной артерии стопы, питающих верхнелатеральный квадрант лоскута. Если данные ветви не пересекались (в трех случаях), то никаких некротических явлений в послеоперационном периоде мы не наблюдали.

Из этого следует вывод, что в 77 % лоскут кровоснабжается из нисходящей ветви перфорирующей ветви малоберцовой артерии, а в 23 % дополнительно из ветвей тыльной артерии стопы.

Данное обстоятельство необходимо учитывать при планировании экспериментальных



Рис. 3. Этап выделения сосудисто-нервной ножки лоскута

исследований на подлодыжечном лоскуте крысы. На наш взгляд, питание лоскута осуществляется не только за счет вышеперечисленных артерий, но и посредством артерий, идущих в составе поверхностного малоберцового нерва, а также достаточно выраженных сосудов периадвентициальной ткани латеральной подкожной вены стопы.

Выводы

Таким образом, подлодыжечный лоскут является удачной и универсальной экспериментальной моделью для исследования островковых лоскутов кисти и пальцев. Мы выделили следующие преимущества данного экспериментального лоскута:

- 1) расположение лоскута на дистальных отделах конечности, что делает модель более приемлемой для изучения лоскутов кисти и пальцев;
- 2) слабая выраженность волосяного покрова;



Рис. 4. Этап перемещения и фиксации лоскута на донорском месте

3) достаточная простота поднятия лоскута, относительная постоянность сосудистой ножки;

4) наличие чувствительного нерва в составе сосудисто-нервной ножки, что делает его пригодным для изучения нейральных лоскутов;

5) диаметр вены в среднем равен от 0,5 до 0,8 мм, что создает условия для атипичного включения лоскута в кровотоки;

б) малая травматичность вмешательства для животного.

Из недостатков прежде всего следует отметить малые размеры лоскута и питающих артерий, а также необходимое использование микрохирургической техники для поднятия лоскута, хотя для нас этот недостаток является относительным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малиновская, И. С. Нейральный лоскут – экспериментальная модель / И. С. Малиновская, О. А. Валленберг, А. В. Байтингер // *Вопр. реконструктив. и пласт. хирургии.* – 2009. – № 2. – С. 22–23.
2. A new experimental model: the vascular pedicle cutaneous flap over the dorsal aspect (flank and hip) of the rat / S. A. Syed, Y. Tasaki, T. Fujii et al. // *Brit. J of Plastic Surgery.* – 1992. – № 45 (1): Jan. – P. 23–25.
3. A new experimental model: the vascular pedicled cutaneous flap over the mid-dorsum of the rat / S. S. Ahmed, J. Pierce, M. Reid, J. G. Thomson // *Annals of plastic surgery.* – 1997. – Vol. 39 (5) : Nov. – P. 495–499.
4. Akyürek, M. A new flap design: neural-island flap / M. Akyürek, T. Safak, E. Sonmez // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 2004. – Vol. 114. – P. 1467–1477.
5. Coskunfirat, O. K. Posterior thigh perforator-based flap: a new experimental model in rats / O. K. Coskunfirat, K. Islamoglu, H. E. Ozgentas // *Annals of Plastic Surgery.* – 2002. – № 48 (3). – P. 286–291.
6. Deyoung, G. The design of a pedicle flap in the rat to study necrosis and its prevention / G. Deyoung, R. A. Herry, R. M. McFarlane // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 1965. – № 35: Feb. – P. 177–182.
7. Dunn, R. M. The rat rectus abdominis myocutaneous flap: a true myocutaneous flap model / R. M. Dunn, W. Huff, J. Mancoll // *J. of Visualized Experiments.* – 2017. – № 119. – P. 552–581.
8. Edmunds, M. C. In situ transverse rectus abdominis myocutaneous flap: a rat model of myocutaneous ischemia reperfusion injury / M. C. Edmunds, S. Wigmore, D. Kluth // *J. of Visualized Experiments.* – 2013. – Jun. 8 (76). – P. 50473.
9. Finseth, F. An experimental neurovascular island skin flap for the study of the delay phenomenon / F. Finseth, C. Cutting // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 1978. – № 61 (3): 1 Mar. – P. 412–420.
10. Free pectoral skin flap in the rat based on the long thoracic vessels: a new flap model for experimental study and microsurgical training / S. Miyatomo, A. Takushima, M. Okazaki et al. // *Annals of Plastic Surgery.* – 2008. – № 61 (2). – P. 209–214.
11. Kelly, C. P. A new design of a dorsal flap in the rat to study skin necrosis and its prevention / C. P. Kelly, A. Gupta, M. Keskin // *J. of the Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery.* – 2010. – № 63 (9): Sep. – P. 1553–1556.
12. Koudsi, B. Thigh adductor flap: An experimental model for free flap transfer in the rat / B. Koudsi, R. K. Khouri // *Microsurgery.* – 1992. – Vol. 13, Issue 6. – P. 338–339.
13. Microvascular transfer of anterior and posterior gracilis muscles in rats / K. Yim, W. Lineaweaver, P. Siko, H. Buncke // *Microsurgery.* – 1991. – Vol. 12, Issue 4. – P. 262–267.
14. Microvascular transplant of the gastrocnemius muscle in rats / H. P. Tonken, F. Zhang, A. Sudekum et al. // *Microsurgery.* – 1993. – Vol. 4, Issue 2. – P. 120–124.
15. New Experimental Model of a True Myocutaneous Flap in the Rat: The Gluteus Maximus Myocutaneous Flap / M. N. Battal, Y. Hata, K. Matsuka et al. // *J. of Reconstructive Microsurgery.* – 1997. – № 13 (4). – P. 251–255.
16. Siemionow, M. Z. A Model of Free Tissue Transfer: The Rat Epigastric Free Flap // *Plastic and Reconstructive Surgery: Experimental models and research designs* / ed. M. Z. Siemionow. – London : Springer – Verlag, 2015. – P. 3–67. Ch. 1–7.