

ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ г. МОСКВЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СКОРОЙ ПОМОЩИ
им. Н.В. СКЛИФОВСКОГО

На правах рукописи

НЕВЕДРОВ АЛЕКСАНДР ВАЛЕРЬЕВИЧ

ПЛАСТИКА ПОКРОВНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ ОКАЗАНИИ НЕОТЛОЖНОЙ
ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ С ОТКРЫТЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ
ГОЛЕНИ

14.01.15 — травматология и ортопедия

14.01.17 — хирургия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель по
специальности «травматология и
ортопедия»
доктор медицинских наук
Иванов П.А.

Научный руководитель по
специальности «хирургия»
кандидат медицинских наук
Шибяев Е.Ю.

Москва – 2015

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Современное состояние проблемы восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени (обзор литературы)	10
1.1. Актуальность проблемы лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей	10
1.2. Патогенез местных и системных осложнений у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени	13
1.3. Современная тактика лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей	20
1.4. Частные вопросы восстановления покровных тканей при лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени	27
1.5. Нерешенные проблемы восстановления покровных тканей при тяжелых открытых переломах костей голени	37
Глава 2. Общая характеристика экспериментального материала, клинических наблюдений и методы исследования.	46
2.1. Материалы и методики морфометрического исследования	46
2.2. Материалы и методики клинического исследования	49
2.2. Методы исследований	60
Глава 3. Анализ эффективности традиционной системы лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей.	70
3.1. Анализ характера травмы у пациентов группы сравнения	70
3.2. Описание лечения пострадавших группы сравнения	71
3.3. Результаты лечения пострадавших группы сравнения	79
3.4. Анализ результатов лечения пострадавших группы сравнения	81
3.5. Пути улучшения результатов лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей	92
3.6. Проблема выбора лоскута для замещения дефекта мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени	97

Глава 4. Разработка объективных критериев для выбора методов пластики покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени	99
4.1. Анализ данных лазерного доплер-флоуметрического исследования перфузии различных по тканевому составу и типу кровоснабжению лоскутов.	99
4.2. Морфометрическое исследование возможностей различных лоскутов для замещение дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени.	105
Глава 5. Алгоритм неотложного пластического замещения покровных тканей у пациентов с тяжелыми открытыми переломами костей голени: описание и результаты применения.	122
5.1. Влияние тяжести состояния пострадавшего на тактику неотложной реконструкции.	122
5.2. Описание алгоритма.	123
5.3. Применение алгоритма.	125
5.4. Сравнение результатов лечения пострадавших исследуемой группы и группы сравнения.	135
Заключение	143
Список литературы.	151

Введение

Актуальность

Проблема лечения пострадавших с тяжелыми травмами конечностей не теряет своей актуальности. Причиной этого является увеличение количества транспортных средств и, как следствие, числа аварий. Частота тяжелых травм конечностей остается высокой, несмотря на совершенствование средств пассивной безопасности автомобилей (ремни, подушки безопасности), которые защищают жизненно важные органы человека, но не предохраняют конечности от ударов, скручивающих воздействий высокой энергии [Clough T.M. et al., 2000; Lerner A. et al., 2007].

Результаты лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, в большинстве случаев приходится признавать неудовлетворительными. Около 15% таких пострадавших выполняются ампутации как при поступлении, так и в отсроченном порядке по причине тяжелых гнойных осложнений [Gopal S. et al., 2000; Huh J. et al., 2011]. В 8–25% наблюдений развивается глубокая гнойная инфекция с переходом в хронический остеомиелит [Gopal S. et al., 2000, 2004; Lerner A. et al., 2007; Иванов П.А. 2009; Huh et al., 2011]. У 40% пострадавших наблюдаются нарушения консолидации перелома [Gopal S. et al., 2000, 2004; Червяков А.В., 2009]. Все это приводит к инвалидизации почти половины пациентов с подобного рода повреждениями [Gopal S. et al., 2004; Грицюк А.А., 2006; Червяков А.В., 2009].

Причины таких плохих результатов лечения открытых переломов костей голени, осложненных дефектами мягких тканей, разнообразны. Во многом это обусловлено уникальными особенностями сегмента. Большеберцовая кость на всем протяжении по переднемедиальной поверхности покрыта лишь тонким слоем подкожной жировой клетчатки и кожи, ввиду чего кость обнажается даже при незначительных травмах [Кованов В.В. и др., 1963; Trafton P.G., 2003]. По сравнению с другими

участками тела голень характеризуется относительно бедным кровоснабжением. Такая особенность обуславливает высокую частоту некроза покровных тканей голени при повреждениях [Tsuchida Y., 1987]. Этот сегмент часто становится областью приложения травмирующих агентов высокой энергии при внутриавтомобильной, мотоциклетной травмах, наездах на пешехода, что приводит к тяжелым и обширным повреждениям мягких тканей и костей, к развитию вторичных некрозов тканей и глубоких гнойных осложнений [Court-Brown C.M. et al., 1995; Соколов В.А., 2006].

Следующим фактором, осложняющим лечение пострадавших с открытыми переломами костей голени, является тяжесть состояния. У 80% пациентов развивается тяжелый гемморагический шок, около 30% пострадавших имеют тяжелые сопутствующие повреждения, что препятствует выполнению неотложных реконструктивных операций пластики покровных тканей, способствует развитию инфекционных осложнений, тромбозов, нагноений [Соколов В.А., 2005; Гайдук С.В., 2009; Гараев Д.А., 2007].

Немаловажной причиной неудовлетворительных функциональных результатов реабилитации пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами покровных тканей, является несовершенство тактики лечения. Общепринятой является двухэтапная тактика. На первом этапе выполняются хирургическая обработка раны, стабилизация отломков временным стержневым аппаратом наружной фиксации, этапные некрэктомии, проводится местное лечение раны. Лишь после заживления ран мягких тканей осуществляется окончательная реконструкция сегмента [Clifford R.P., 2000; Behrens F.F. et al., 2003]. Эта тактика обеспечивает получение достаточно хороших результатов при не тяжелых открытых переломах костей голени I и II типа по классификации Гастило — Андерсена.

При лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, результаты применения традиционной двухэтапной тактики являются неудовлетворительными, так как остаются нерешенными следующие вопросы. Во-первых, это время восстановления мягких тканей, так как с одной стороны отсрочка закрытия дефекта позволяет более четко отграничить некротизированные ткани от жизнеспособных и выполнить этапные некрэктомии [Ma C.H. et al. 2010; Clifford R.P. 2000; Yazar S. et al. 2004], но другой стороны это приводит к дополнительной потере тканей вследствие высыхания и инфицирования [Godina M. 1986; Gopal S. et al. 2000]. Во-вторых, остается не решенным вопрос о возможности выполнения неотложных реконструктивных операций при тяжелом состоянии пострадавшего и наличии сопутствующих повреждений, что требует выработки тактики хирургического лечения в этих случаях. В-третьих, в литературе недостаточно освещен вопрос выбора оптимального метода восстановления покровных тканей для каждого пострадавшего в зависимости от локализации и величины дефекта мягких тканей.

Цель работы — разработать и внедрить комплекс методов неотложного пластического замещения покровных тканей у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени, что позволит улучшить результаты лечения.

Задачи

1. Изучить и проанализировать результаты лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами покровных тканей, для выявления причин развития осложнений и неудовлетворительных исходов.
2. Проанализировать результаты применения лоскутов различного тканевого состава, изучить интенсивность кровотока в них и на

основании полученных данных выделить наиболее эффективные методы восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени.

3. Разработать комплекс методов (алгоритм) неотложного пластического замещения дефектов покровных тканей у пациентов с открытыми переломами костей голени на ранних сроках после травмы в зависимости от тяжести состояния пострадавшего, характера повреждения и анатомических характеристик дефекта мягких тканей, определить показания к применению различных местных и свободных реваскуляризированных лоскутов.
4. Проанализировать результаты применения разработанного алгоритма у пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей.

Научная новизна исследования

Проанализированы основные причины развития осложнений и неудовлетворительных исходов лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей.

Выявлены наиболее эффективные по тканевому составу и удобству применения лоскуты для восстановления покровных тканей голени.

Разработан алгоритм неотложного пластического замещения дефектов покровных тканей, определены показания к использованию лоскутов различного тканевого состава и типа кровоснабжения в зависимости от величины и локализации дефекта, механизма его образования, тяжести состояния пострадавшего.

При применении разработанного алгоритма **снижена частота глубокой раневой инфекции на 26,8%, сокращены сроки стационарного лечения пострадавших в среднем на 29,9 койко-дней, снижена частота хронического остеомиелита на 39,2%, улучшены функциональные**

результаты лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей.

Практическая значимость работы

На основании результатов проведенных исследований разработан **алгоритм неотложного пластического замещения дефектов покровных тканей** у пострадавших с открытыми переломами костей голени, определяющий последовательность и характер лечебных мероприятий.

Проведение реконструктивных операций по восстановлению покровных тканей голени в неотложном порядке позволило **в ранние сроки начать реабилитационные мероприятия и значительно сократить сроки стационарного лечения таких пострадавших**, в частности за счет снижения риска осложнений со стороны кости и мягких тканей.

Личный вклад соискателя:

Соискатель провел аналитический обзор литературы, систематизировал и проанализировал данные клинических наблюдений; изучил **состояние кровотока в лоскутах различного тканевого состава** методом лазерной доплерфлоуметрии; выполнил **морфометрическое исследование** на 16 анатомических препаратах. Соискатель лично **выполнил 38% оперативных вмешательств**, участвовал в лечении **83,3% пострадавших** описанных в исследовании.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Мягкотканное окружение играет ключевую роль в восстановлении функции конечности при открытом переломе костей голени. Длительная **отсрочка пластики** покровов приводит развитию **глубокого нагноения раны и некрозу** участков большеберцовой кости. **Попытки консервативного лечения** при наличии дефекта

мягких тканей с **обнажением области перелома** обуславливают дополнительную потерю тканей и необоснованное увеличение сроков лечения пострадавшего.

- **Оптимальными лоскутами** для раннего восстановления мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами покровов, **являются местные, на сосудистой ножке и свободные реваскуляризированные мышечные лоскуты**. Использование кожно-фасциальных лоскутов на широком основании (с коллатеральным кровоснабжением) и на сосудистой ножке выступает как резервный метод лечения при невозможности применения мышечных лоскутов.
- Разработанный **алгоритм неотложного пластического** замещения дефектов покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени позволил определить **оптимальные сроки реконструкции** в зависимости от механизма образования, **величины дефекта и тяжести состояния пациента**, выбрать оптимальный метод восстановления покровных тканей в соответствии с локализацией и площадью дефекта.
- **Применение комплекса лечебных мероприятий по раннему восстановлению покровных тканей** у пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, **позволило снизить частоту гнойных осложнений на 26,8% и сократить сроки стационарного лечения в среднем на 29,9 койко-дней**.

Внедрение в практику.

Результаты научных исследований и методы, предложенные в диссертации, разработаны в отделении **неотложной пластической** и реконструктивной хирургии и **внедрены** в отделениях множественной и сочетанной травмы и неотложной травмы опорно-двигательного аппарата НИИ Скорой Помощи им. Н.В. Склифосовского.

Апробация диссертации

Основные положения работы доложены и обсуждены на конференции «International ASAMI and Bone Reconstruction Meeting in Collaboration with 6-th International Deformity Conference of EOA» (Каир, 2010), конференции «Congress of the World Society For Reconstructive Microsurgery» (Хельсинки, 2011), на I Съезде врачей неотложной медицины (Москва, 2012), III международном конгрессе травматологов и ортопедов г. Москвы (Москва, 2013), Юбилейной международной научно-образовательной конференции «Модернизация помощи больным с тяжелой сочетанной травмой» (Москва, 2013).

По теме диссертации опубликовано 13 печатных научных работ, включая 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Глава 1. Современное состояние проблемы восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени (обзор литературы)

1.1 Актуальность проблемы лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей

1.1.1 Эпидемиология открытых переломов костей голени

В последние десятилетия отмечается рост частоты высокоэнергетических повреждений голени вследствие дорожно-транспортных происшествий, травм на работе, возникающих при пожарах и взрывах, локальных конфликтах и террористических атаках [Lerner A. et al., 2007; Андреева Т.М. и др., 2007; Минасов Б.Ш., Валеев М.М., 2006]. Частота открытых переломов костей голени варьирует от 16 [Court-Brown C.M., McBirnie J., 1995] до 30 [Clough T.M., Bale R.S., 2000] случаев на 100 тыс. населения в год. Большое число пациентов с такими повреждениями авторы также связывают с улучшением средств пассивной безопасности автомобилей, таких как ремни и подушки безопасности, которые защищают голову и жизненно важные органы туловища от повреждений, при этом конечности, особенно нижние, остаются незащищенными [Соколов В.А., 2006].

Голень является одним из наиболее часто повреждаемых сегментов. Доля открытых переломов голени составляет 11,2% от всех открытых переломов конечностей. Среди открытых переломов длинных костей конечностей повреждения голени составляют 66% [Court-Brown C.M. et al., 2012; Иванов П.А., 2009]. Особенностью переломов голени является частое повреждение мягких тканей в области травмы (около 25% от всех переломов костей голени являются открытыми), при этом частота открытых переломов костей голени с тяжелым повреждением мягких тканей (тип III по Гастилло — Андерсену) варьирует от 45,8 до 64% [Court-Brown C.M., McBirnie J., 1995]. В свою очередь среди подобных повреждений от 50 до 60%

составляют травмы с первичным дефектом мягких тканей (тип IIIB по Гастило — Андерсену). Сопутствующая травма покровных тканей диктует необходимость участия пластического хирурга в лечении таких больных. Так, помощь подобного рода специалистов требовалась в 33% случаев открытых переломов костей голени, из них в 15% случаев переломов типа IIIA и в 85% — типа IIIB по Гастилло — Андерсену [Clough T.M., Bale R.S., 2000].

Высокоэнергетический механизм травмы, а также улучшение качества оказания догоспитальной помощи и сокращение сроков доставки пострадавших в стационары приводит к тому, что среди пациентов с тяжелыми открытыми переломами голени около 27% — это пострадавшие с тяжелыми сочетанными повреждениями. Средний балл по ISS у больных с открытыми переломами костей голени составляет 13,5, а доля пострадавших, имеющих оценку 16 баллов и более, достигает 15,3% [Court-Brown C.M. et al., 2012].

Важно отметить, что пациенты с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, — это относительно молодые трудоспособные люди, средний возраст которых составляет 43,3 года [Court-Brown C.M. et al., 2012; Лунев В.П., 2007].

1.1.2. Результаты лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей

Несмотря на достижения в травматологии, пластической и реконструктивной хирургии конечностей, результаты лечения открытых переломов костей голени, осложненных дефектами мягких тканей, далеко не всегда можно признать удовлетворительными. До сих пор 5–16% таких пациентов выполняются ампутации конечностей как в первые дни после поступления, так и в отдаленные сроки по причине тяжелых гнойных осложнений [Huh J. et al., 2011; Gopal S. et al., 2000; Gustilo R.P. et al., 1984;

Liu D.H. et al., 2012]. Отмечается большая продолжительность как стационарного (от 54 до 380 дней), так и последующего амбулаторного лечения (в среднем 8 мес.) [Yazar S. et al., 2004; Грицук А.А., 2006; Червяков А.В., 2009].

Лечение пациентов с тяжелыми открытыми переломами костей голени в 6–23,7% случаев осложняется развитием поверхностной инфекции. Глубокое нагноение раны, требующее хирургической обработки в операционной, диагностируют в 8–50% случаев [Lerner A. et al., 2007; Gopal S. et al., 2000; Gopal S. et al., 2004; Huh J. et al., 2011; Gustilo R.P., Anderson J.T., 1976; Иванов П.А., 2009; Liu D.H. et al., 2012; Okike K., Bhattacharyya T., 2006; Бялик Е.И. и др. 2002]. Воспаление в области чрескостных элементов аппаратов наружной фиксации диагностируются, по различным данным, с частотой от 41,7 до 100%, а в 27% случаев требует хирургического лечения [Червяков А.В., 2009; Lerner A., 2004; Gulsen M., Ozakan C., 2008]. Частота тотального некроза пересаженных лоскутов у данных пациентов составляет в среднем 9,6%, частота частичного некроза достигает 20% [Грицук А.А., 2006; Huh J. et al., 2011; Celiköz B. et al., 2005; Yazar S. et al., 2004; Liu L.H. et al., 2012].

Замедленную консолидацию переломов констатируют у 30–70% пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени, что служит основанием для проведения дополнительных операций по стимуляции сращения [Gopal S. et al., 2000, 2004; Червяков А.В., 2009]. Несращения и ложные суставы имеют место у 5–23,8% пациентов [Иванов П.А., 2009; Liu L.H. 2012]. Частота хронического остеомиелита у пациентов с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, составляет в среднем около 14% [Huh J. et al., 2011; Liu L.H., 2012; Бялик Е.И. и др., 2002].

При изучении отдаленных результатов лечения ограничения движений в смежных суставах регистрируют с частотой от 20 до 80% [Червяков А.В., 2009; Иванов П.А., 2009; Gopal S. et al., 2004]; 21% пострадавших имеет сгибательную контрактуру коленного сустава, причем 9% — в тяжелой форме; 3% — эквинусную деформацию стопы, 80% — ограничение подошвенного сгибания стопы, до 50% пациентов отмечают укорочение конечности, 58% — атрофию мышц голени [Грицук А.А., 2006]. У 61% пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, отмечается хромота, 27% пациентов при ходьбе вынуждены пользоваться палочкой, 12% пациентов используют ортез. При оценке эстетических результатов лечения лишь 50% пациентов считают вид поврежденной конечности приемлемым.

К работе возвращается только 41% пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей. Из них 24% возвращаются на прежнюю работу, от 9 до 30% пострадавших меняют работу на более легкую, около 50% — получают различные группы инвалидности; 24% больных испытывают различные трудности по уходу за собой [Грицук А.А., 2006; Червяков А.В., 2009; Gopal S. et al., 2004]. Важно отметить, что около 40% пострадавших с открытыми переломами голени имеют сопутствующие повреждения, которые существенно влияют на функциональную и социальную реабилитацию.

1.2 Патогенез местных и системных осложнений у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени

1.2.1. Особенности анатомии голени

Среди факторов, определяющих неудовлетворительные результаты лечения открытых переломов костей голени, осложненных дефектами мягких тканей, важнейшим является уникальная анатомия этого сегмента. На

большом протяжении по передненаружной поверхности большеберцовая кость укрыта лишь тонкой надкостницей, слабо выраженной однослойной подкожной жировой клетчаткой и кожей, истончающейся по направлению медиально и книзу [Кованов В.В., Травин А.А., 1963; Trafton P.G., 2003; Дрюк Н.Ф., 1986]. По антеромедиальной поверхности голени от коленного до голеностопного сустава нет точек прикрепления мышц и связок. Все это создает предпосылки для обнажения большеберцовой кости даже при незначительных травмах кожных покровов.

Высокая частота некрозов кожных лоскутов в области голени объясняется особенностями кровоснабжения. Питание кожи голени осуществляется за счет мелких перфорантных артерий, проходящих сквозь фасцию голени. Эти артерии легко повреждаются при травматической или ятрогенной отслойке кожных лоскутов от подлежащей фасции, что приводит к нарушению перфузии. В 1987 г. Y. Tsuchida показал, что кровоток в коже постепенно уменьшается от верхних частей тела к нижним. Соотношение кровотока на лице и на нижней конечности составляет 2,5:1, что также объясняет более высокую частоту некрозов и трудности с закрытием ран на нижней конечности, особенно в области голени [Ogun T.C., 2001; Tsuchida Y., 1987].

Важной предпосылкой к формированию некроза участков большеберцовой кости и, как следствие, развитию остеомиелита являются анатомические особенности кровоснабжения этой кости. Диафизарное кровоснабжение в типичных случаях обеспечивается единственной питающей артерией — проксимальной веткой задней большеберцовой артерии, которая легко повреждается при переломах на входе в питающее отверстие. Через медулярный канал питающая артерия анастомозирует с проксимальной и дистальной артериальной сетью метафизов. При переломе диафиза может произойти деваскуляризация кости по ходу питающей артерии, если при этом имеется отслойка надкостницы и мягких тканей от

большеберцовой кости, то нарушения кровоснабжения могут затронуть участок кости размером несколько сантиметров. Питание $\frac{3}{4}$ внутреннего диаметра большеберцовой кости идет за счет медулярной системы кровоснабжения, $\frac{1}{4}$ — за счет периостальной, поэтому при нарушении медулярного кровообращения также повышается риск развития некроза участков большеберцовой кости [Trafton P.G., 2003].

1.2.2. Влияние травмирующего агента высокой энергии на ткани голени

Тяжелые открытые переломы костей голени являются следствием воздействия на организм пострадавшего травмирующего фактора высокой энергии [Redett R.J. et al., 2000]. Основными механизмами травмы в мирное время являются дорожно-транспортные происшествия (внутриавтомобильная травма, наезды на пешехода), падения с высоты, размозжение вследствие падения на ногу тяжелого предмета [Court-Brown C.M., McBirnie J. 1995; Соколов В.А., 2006]. При этом некоторые авторы особенно выделяют мотоциклетную травму [Yazar S. et al., 2004]. Наиболее частое повреждение голени в этих ситуациях объясняется тем, что этот сегмент является областью первичного удара при наезде на пешехода или мотоциклетной травме. При внутриавтомобильной травме голень часто подвергается скручивающим воздействиям. В военное время ведущими механизмами травмы у пациентов с тяжелыми открытыми переломами голени становятся минно-взрывные и огнестрельные ранения [Nuh J. et al., 2011; Червяков А.В., 2009].

Характерной особенностью открытого перелома, возникшего в результате воздействия фактора высокой энергии, является обширная зона повреждения мягких тканей, превышающая по размерам зону повреждения кости (по аналогии с ожогами и огнестрельными ранениями). Большая часть тканей сомнительной жизнеспособности в дальнейшем некротизируется или

замещается рубцом. Пограничная зона характеризуется фиброзом, который может распространяться на расстояние до 10 см от зоны повреждения, тканевой ишемией, утратой нормальной мышечно-костной архитектуры и формирование «мертвых пространств» [Liu L.H. et al., 2012]. Это приводит к развитию дефекта вследствие некроза мягких тканей в зоне повреждения. Результатом высокоэнергетического воздействия на кость являются многооскольчатые переломы с нарушением как периостального, так и медуллярного кровоснабжения [Sherman R., 2003; Szuzalek M., 2004]. Сочетание дефекта мягких тканей и оскольчатого перелома с нарушением кровообращения отломков обуславливает развитие некроза костной ткани, некрозов, хронического остеомиелита.

В литературе отмечается важность диагностики высокоэнергетического повреждения голени в момент поступления для определения оптимальной тактики лечения и кооперации между травматологом и пластическим хирургом. К травмам с высокоэнергетическим механизмом относят дорожно-транспортные происшествия, падение с высоты, минно-взрывную и огнестрельную травмы. При осмотре признаками подобного рода травм являются отпечатки протекторов шин, рваные или ушибленные раны, отслойки мягких тканей. Рентгенологически при этом выявляют множественные костные осколки, сильное разобщение костных отломков, газ в тканях и наличие более 1 перелома на одной конечности [Clough T.M., Bale R.S. 2000].

1.2.3. Влияние окружающих мягких тканей на консолидацию кости и восстановление функции конечности у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени

Состояние мягких тканей поврежденной конечности и, как следствие, локальное кровообращение являются основными факторами, определяющими возможность сохранения конечности, консолидации

перелома и восстановления функции [Lerner A. et al., 2007; Sluzalek M., 2004]. Открытые переломы классифицируются именно по степени тяжести повреждения окружающих мягких тканей [Gustilo R.B., Anderson J.T., 1976; Gustilo R.B. et al., 1984]. Хорошее кровоснабжение необходимо для любых процессов метаболизма и образования кости [Schenk R.K., 2003; Ashcroft G.P. et al., 1992]. При сохраненных мягких тканях даже при тяжелом оскольчатом переломе периферические сосуды надкостницы обеспечивают кровоснабжение и реваскуляризацию некротических зон, создание метаболически активной периферической костной мозоли [Strachan R.K. et al. 1990]. Мягкие ткани, окружающие перелом, не только являются источником кровоснабжения и предотвращают контаминацию и инфицирование, но и выступают локальным источником стволовых и стромальных клеток и факторов роста для регенерации костной ткани [Chan J.K. et al., 2012; Evans C.H. et al., 2009]. Этот процесс наиболее эффективно протекает в тех зонах, где мышечная ткань плотно прилегает к большеберцовой кости, тогда как в участках, где имеется только надкостница и подкожная клетчатка, его эффективность значительно снижена [Trafton P.G., 2003]. В зависимости от состояния мягких тканей окружение перелома оценивают как неостеогенное, частично остеогенное и высокоостеогенное [Lerner A. et al., 2007].

При хорошем мягкотканном окружении и отсутствии инфекции замещение деваскуляризированных и некротизированных участков костной ткани происходит благодаря процессу ремоделинга. Суть его заключается в формировании новой костной ткани, которое начинается с процесса резорбции и образования полости в деваскуляризированной кости остеокластами; далее остеобласты образуют концентрические пластинки, заполняющие полость до того момента, когда вторичный остеон не будет сформирован. Основной клеточной ассамблеей ремоделинга является базовый мультиклеточный юнит, который состоит из группы остеокластов в форме полушария и васкулярной петли, окруженной перивазальными

клетками, среди которых имеются остеобласты и предшественники остеобластов. Резорбция продолжается 1–2 дня, далее наступает переходная фаза, после которой появляются остеобласты и начинается отложение остеоида с последующей минерализацией [Schenk R.K. et al., 2003] Реваскуляризированные зоны костной ткани принимают участие в консолидации перелома.

Если укрытие мягкими тканями отсутствует, имеются обширные разможения костей и мягких тканей, скальпированные раны, кровообращение в зоне перелома нарушено, то происходит высыхание и секвестрация костной ткани с последующим инфицированием нозокомиальными штаммами микроорганизмов и развитием хронического остеомиелита [Соколов В.А., 2006; Никитин Г.Д. и др., 2000; Carsenti-Etesse H. et al., 1999].

1.2.4 Системное влияние тяжелых повреждений на организм пострадавшего

По различным данным, у 30–50% пострадавших с открытыми переломами, осложненными дефектами мягких тканей, имеются сочетанные повреждения, которые определяют тактику оказания хирургической помощи и риск развития осложнений. При тяжелых травматических повреждениях увеличивается частота таких осложнений, как пневмония (до 20% пострадавших), тромбоэмболические осложнения (22%), глубокие нагноения в области переломов (17%). В случае тяжелой сочетанной травмы основными причинами летальных исходов становятся шок, кровопотеря, отек и дислокация головного мозга, жировая эмболия, пневмония, полиорганная недостаточность и сепсис [Гайдук С.В. и др., 2009; Соколов В.А. и др., 2005; Гараев Д.А. и др., 2007; Shapiro M.B. et al., 2000].

Основой патогенеза влияния тяжелых повреждений на организм пострадавшего является синдром системного воспаления. Показано, что

каждый перелом, каждое повреждение формирует собственное воспалительное микроокружение, из которого в системный кровоток могут поступать растворимые цитокины [Hausel C.J., 1997]. Повышение в центральном кровотоке концентрации провоспалительных цитокинов (эндотелин, интерферон, фактор некроза опухоли, интерлейкины 6, 8) выше порогового уровня вызывает развитие синдрома системного воспаления. Критическую роль в патофизиологии этого процесса играют адгезия нейтрофилов к сосудистой стенке и последующая экстравазация. Стимулированные нейтрофилы выделяют свободные радикалы и протеазы, которые еще больше повреждают ткани и повышают проницаемость сосудистой стенки [Hildebrand F. et al., 2004; Ogura H. et al., 1999].

Нарушение проницаемости сосудистой стенки и дисфункция эндотелия являются одними ведущих факторов повреждения внутренних органов при политравме. На фоне травматической болезни изменяются свойства эндотелия, повышается содержание молекул эндотелина, оксида азота, растворимых сосудистых молекул клеточной адгезии и фактора Виллебранда. Также из-за повышенного уровня провоспалительных цитокинов снижается уровень фибринолитической активности плазмы. Под влиянием всех этих факторов возникают нарушения микроциркуляции и микрососудистый тромбоз, как следствие — ишемический некроз участков паренхимы внутренних органов, что является важнейшим звеном в патогенезе полиорганной недостаточности у пациентов с множественными повреждениями [Гайдук С.В., 2009]. Частными проявлениями синдрома полиорганной недостаточности у пациентов с тяжелыми повреждениями являются респираторный дистресс-синдром, ДВС-синдром, печеночная и почечная недостаточность, по некоторым данным, синдром жировой эмболии.

Большие хирургические вмешательства, особенно на нижних конечностях у пациентов с тяжелыми сопутствующими повреждениями,

сопровожаются дополнительной стимуляцией иммунной системы и увеличением риска описанных выше осложнений [Hensler T. et al., 1997; Pape H.C. et al., 2000].

1.3. Современная тактика лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей

1.3.1. Этапное лечение тяжелых открытых переломов костей голени

В настоящее время общепринятой является двухэтапная тактика оперативного лечения тяжелых открытых переломов костей голени. Целью первого этапа является предотвращение инфицирования путем проведения этапных хирургических обработок раны и временная стабилизация перелома, второго этапа — восстановление функции конечности путем окончательной стабилизации перелома методом внутренней фиксации [Clifford R.P., 2000; Behrens F.F., Sirkin M.S., 2003; Бялик Е.И. и др., 2002].

Хирургическая обработка раны

Трудно переоценить значение хирургической обработки раны для предотвращения инфекции после тяжелой травмы конечности [Cantu R.V., Koval K.J., 2011]. Она предусматривает тщательное удаление всех некротизированных и девитализованных тканей, контаминированных инородных материалов, промывание большим количеством антисептиков. В литературе отмечается необходимость дополнительных разрезов для полноценной ревизии раны, которые должны выполняться в соответствии с зонами васкуляризации кожи. Общепринятой нормой является максимально возможное сохранение кожи в ходе первичной хирургической обработки. Рекомендуется удалять только явно некротизированные и мацерированные участки. Судьба зон кожных покровов сомнительной жизнеспособности решается через 24 ч после первичной операции, и при необходимости они

легко могут быть удалены в ходе повторной хирургической обработки. Подкожная жировая клетчатка имеет бедное кровоснабжение и должна быть удалена при наличии признаков контаминации или нарушения кровоснабжения. Фасция при открытых переломах в ходе первичной хирургической обработки свободно может быть удалена, если она контаминирована или девитализирована. В литературе отмечается важность выполнения фасциотомии, вскрытия всех фасциальных футляров для предотвращения компартмент-синдрома [Lerner A. et al., 2007; Behrens F.F., Sirkin M.S., 2003]. При определении границ иссечения мышечной ткани руководствуются классическими критериями «four Cs» — color, consistency, contractility, and the capacity to bleed continuously” (цвет, консистенция, сокращаемость, способность поддерживать постоянное кровотечение). Также в литературе подчеркивается важность сохранения всех интактных сегментарных мышечных сосудистых ветвей для предотвращения развития последующей ишемии мышечной ткани в зоне повреждения.

Если относительно объема иссечения мягких тканей мнения авторов в основном сходятся, то по поводу объема удаляемой костной ткани в литературе встречаются диаметрально противоположные точки зрения. Все соглашаются, что в ходе хирургической обработки концы отломков и костномозговой канал должны быть скрупулезно очищены от инородных материалов. R.P. Clifford (2000), A. Lerner et al. (2007) рекомендуют удалять все свободно лежащие или плохо связанные с мягкими тканями осколки. M. Gulsen и соавт. (2008) считают, что помимо этого необходима резекция отломков до появления признака кровяной росы. По мнению F.F. Behrens, M.S. Sirkin (2003), S. Gopal и соавт. (2004), большие свободно лежащие тщательно очищенные кортикальные фрагменты могут быть возвращены на место, так же как и лишенные связи с мягкими тканями фрагменты суставных поверхностей могут быть использованы для восстановления сустава.

Фиксация перелома

Фиксация перелома является важнейшим этапом лечения пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени. А. Lerner и соавт. (2007) рассматривают использование наружного фиксатора как биологически наиболее оправданный метод скелетной стабилизации, помогающий сохранить кровоснабжение тканей. Преимуществами этого метода являются относительная быстрота и простота применения, возможность вынести чрескостные элементы за пределы зоны повреждения. Кроме того, моноплоскостные унилатеральные стержневые аппараты наружной фиксации обеспечивают доступ к мягким тканям для последующей реконструкции [Ma C.H. et al., 2010; Bernat M. et al., 1996; Clifford R.P., 2000]. Однако после заживления раны большинство авторов выступают за замену внешнего фиксатора на внутренний с целью ускорения консолидации перелома, предотвращения развития воспаления в области чрескожных элементов, функциональной и социальной реабилитации пациента [Cantu R.V., Koval K.J., 2011].

Восстановление покровных тканей в области открытого перелома костей голени

Традиционно при наличии дефекта покровов в области открытого перелома лечение мягких тканей разделяют на два этапа [Масимов М.О., 2005]. Первый этап — это санация раны. Для этого в течение нескольких суток проводятся одно- или двухэтапные некрэктомии, далее — местное лечение раны мазевыми повязками или с помощью терапии отрицательным давлением. Вторым этапом осуществляют реконструкцию мягких тканей свободными реваскуляризированными или местными лоскутами [Okike K., Bhattacharyya T., 2006; Sherman R., 2003; Celiköz B. et al., 2005; Clifford R.P., 2000]. Операции по окончательному остеосинтезу перелома внутренним фиксатором, по мнению многих авторов, возможны лишь после полного

заживления кожных покровов [Соколов В.А. и др., 2007; Бялик Е.И. и др., 2002].

Показания к выполнению ампутации конечности у пострадавшего с открытым переломом костей голени, осложненным дефектом мягких тканей

Важным аспектом лечения открытых переломов костей голени осложненных дефектами мягких тканей являются показания к прекращению попыток реконструкции и выполнению ампутации конечностей. На ранних этапах лечения ими являются тяжелые гнойно-некротические осложнения, неконтролируемая инфекция, невозможность реконструкции дефекта мягких тканей, тяжелые сопутствующие заболевания [Степанов А.Г. и др., 1989]. Некоторые авторы отмечают, что некроз пересаженного свободного ревааскуляризированного лоскута также является показанием к ампутации конечности [Huh J. et al., 2011]. В более поздние сроки показаниями к ампутации являются несращение перелома на фоне тяжелого остеомиелита, тяжелые деформации конечности, делающие ее функционально не пригодной [Абалмасов К.Г. и др., 2004; Hou Z. et al., 2011; Gopal S. et al., 2000]. Некоторые авторы отмечают равнозначность функциональных результатов, полученных в группе пациентов, которым проведена реконструкция конечности и у тех, кому выполнена ампутация ниже коленного сустава при условии адекватного протезирования [Gopal S. et al., 2004].

1.3.2. Одноэтапная реконструкция открытых переломов костей голени, осложненных дефектами мягких тканей

Наряду с этапным подходом к лечению тяжелых открытых переломов костей голени, заключающемся в остеосинтезе перелома наружным фиксатором, выполнении этапных хирургических обработок и отсроченном закрытии раны, с середины 1980-х годов в некоторых центрах придерживаются концепции немедленного одноэтапного восстановления

целостности кости и мягких тканей [Godina M., 1986]. Радикальное оперативное лечение тяжелых открытых переломов при этом заключается в одномоментном иссечении поврежденных мягких тканей до заведомо здоровых и кровоснабжаемых областей, фиксации перелома наиболее подходящим внутренним фиксатором и восстановлении мягкотканного окружения перелома мышечным, преимущественно свободным ревакуляризированным лоскутом [Gopal S. et al., 2000].

Сравнение результатов лечения пострадавших, при ведении которых руководствовались концепцией одноэтапного восстановления целостности кости и мягких тканей и у которых применяли традиционную тактику лечения, выявило снижение частоты некрозов пересаженных лоскутов в 16 раз, снижение частоты послеоперационной инфекции в 11,7 раза, сокращение сроков консолидации перелома в 2 раза, уменьшение сроков пребывания в стационаре в 4,8 раза [Godina M., 1986]. Также в несколько раз уменьшалось количество операций, необходимых для восстановления функции конечности. Применение наиболее соответствующего анатомии перелома внутреннего фиксатора в ранние сроки помогает проводить раннюю функциональную реабилитацию пациента, что позволяет около 50% пациентов с тяжелыми открытыми переломами костей голени вернуть к труду и избежать инвалидности [Gopal S. et al., 2004].

Несмотря на явные преимущества, концепция одноэтапного восстановления не является общепринятой тактикой лечения тяжелых открытых переломов костей голени. Препятствием к ее реализации является то, что около 30% пациентов с тяжелыми открытыми переломами — это пациенты с политравмой, около 80% поступают в тяжелом состоянии, а потому выполнение длительных операций по одномоментному восстановлению целостности кости мягких тканей у них невозможно [Pallua N., Bozkurt A. 2011; Gopal S., 2004]. В соответствие с тактикой этапного лечения пострадавших с политравмой для выполнения сложной и длительной

реконструкции необходима отсрочка на 4–8 сут. Также в литературе отмечаются трудности в организации длительных и сложных операций по реконструкции поврежденной конечности в момент поступления больного. Среди других причин сложности реализации концепции одномоментного восстановления целостности кости и мягких тканей в лечении пациентов с тяжелыми открытыми переломами костей голени указывают на плохую кооперацию между травматологической службой и пластическими хирургами [Clough T.M., Bale R.S., 2000].

1.3.3. Лечение открытых переломов костей голени у пострадавших с тяжелыми сопутствующими повреждениями

С расширением знаний о патогенезе синдрома системного воспаления при политравме общепринятым стал принцип минимизации дополнительного повреждения у нестабильных пациентов с высоким риском развития посттравматических осложнений. Это нашло отражение в концепции этапного лечения пострадавших с политравмой («Damage Control»), которая базируется на гипотезе, что состояние пострадавшего после политравмы зависит от трех факторов: начальной травмы (первый удар), биологической конституции пациента и продолжительности и качества всех медицинских процедур, которые могут быть причиной дополнительной травмы (так называемый второй удар) [Hildebrand F. et al., 2004].

По современным представлениям состояние пострадавшего является важнейшим фактором, определяющим тактику хирургической реконструкции конечности при поступлении. О тяжести состояния пациента, судят на основании состояния гемодинамики, индекса оксигенации, состояния свертывающей системы крови, уровня лактата, температуры тела [Степанов А.Г. и др., 1989; Абакумов М.М. и др., 2001; Schmidt-Rohling B. et al., 2011].

Н.С. Раре и соавт. (2000) считают необходимым выделять следующие группы пациентов по характеру травмы: политравма (ISS>20) с повреждением грудной клетки (AIS>2); политравма с абдоминальной или тазовой травмой и геморрагическим шоком (эпизод падения систолического давления до 90 мм рт. ст.), тяжелая политравма (ISS>40), билатеральный ушиб грудной клетки по данным рентгенографии. В этих группах первичные реконструктивные операции следует применять с большой осторожностью, даже при клинически стабильном состоянии пациента [Иванов П.А., 2009; Schmidt-Rohling B. et al., 2011].

По данным P.V. Giannoudis (2003) у пациентов в стабильном состоянии с изолированными повреждениями возможно выполнение полной первичной реконструкции конечности. Пациентам в пограничном состоянии также может быть проведено раннее окончательное оперативное лечение, но с осторожностью и под контролем за гемодинамическими показателями в течение операции. Хирург должен быть готов в любой момент изменить ход вмешательства в соответствии с тактикой Damage Control. Ведение пациентов в нестабильном и критическом состоянии должно проходить в рамках тактики Damage Control, т.е. на первом этапе могут быть выполнены только простые и быстрые оперативные вмешательства по жизненным показаниям [Shapiro M.B. et al., 2000].

В концепции хирургического лечения тяжелых пострадавших Damage Control выделяют три этапа: первый — это декомпрессия плевральных полостей и головного мозга, временная стабилизация нестабильных переломов, остановка кровотечений, туалет ран; второй — интенсивная терапия, стабилизация состояния пациента в отделении реанимации; на третьем этапе проводится окончательное хирургическое лечение повреждений: стабилизация переломов, закрытие ран, выполнение реконструктивных операций. Наиболее благоприятным периодом для выполнения окончательного вмешательства считаются 5–8-е сутки после

травмы. Это минимизирует риск нанесения иммунной системе пациента второго удара, вероятность развития полиорганной недостаточности и инфекционных осложнений [Shapiro M.B. et al., 2000; Pape H.C. et al., 2002].

Важно отметить, что в литературе очень редко описывается тактика восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени с тяжелыми сопутствующими повреждениями. Однако около 30–40% пострадавших с открытыми переломами костей голени имеют тяжелые сопутствующие повреждения, что делает актуальной проблему выбора тактики реконструкции конечности в этих случаях [Court-Brown C.M. et al., 2012]. Как правило, авторы ограничиваются общим описанием методов лечения и их последовательности без четкого алгоритма, обзора конкретных методов восстановления покровных тканей и сроков их выполнения [Levin L.S., 2007; Gopal S. et al., 2004; Lerner A. et al., 2004; Hou Z. et al., 2011].

1.4. Частные вопросы восстановления покровных тканей при лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени

1.4.1. Восстановление мягкотканного окружения перелома за счет местного лечения раны

В настоящее время не утратило своего значения консервативное лечение дефектов мягких тканей различными перевязочными средствами, целью которого является санация раны, подготовка поверхности дефекта мягких тканей к закрытию, консервация дефекта при невозможности первичного закрытия [Масимов М.О., 2005; Levin L.S., 2007; Kanakaris N.K. et al., 2007; Li H. et al., 2013]. Одним из классических методов такого лечения является заживление во влажной среде с помощью повязок, поддерживающих постоянное увлажнение раны [Li H. et al., 2011]. Как отмечается в некоторых источниках, под этими повязками кость, лишенная мягких тканей и надкостницы, сохраняет жизнеспособность, сосуды

гаверсовых каналов тромбируются только на небольшом протяжении и во влажной среде вновь начинают прорастать по направлению к обнаженному кортикальному слою. Остатки надкостницы и мягких тканей не погибают, а также начинают участвовать в образовании грануляционной ткани [Соколов В.А., 2006]. Применение гидрогелевых повязок, поддерживающих влажную среду на раневой поверхности, требует значительно меньшей частоты перевязок по сравнению с традиционными повязками на марлевой основе [Ubbink D.T. et al., 2008; Kannon G.A., Garrett A.B., 1995].

Другим перспективным методом консервативного лечения раневых дефектов является локальная терапия отрицательным давлением. Этот метод заключается в создании равномерного отрицательного давления (30–60 кПа) над поверхностью раны с помощью губки, подключенной шлагом к отсосу. Герметичность системы обеспечивается инцизионной пленкой [Andreassen G.S., Madsen J.E., 2006]. Отрицательное давление способствует увеличению скорости кровотока и плотности капилляров раневого ложа, уменьшению проницаемости капилляров, отека в области раны. Вакуумная система постоянно удаляет раневой экссудат, а механическая стимуляция раневого ложа способствует росту грануляционной ткани. Применение вакуумных повязок обеспечивает поддержание влажной среды в области раны и защиту раневой поверхности от инфицирования из внешней среды. Клинический эффект от использования вакуумного лечения заключается в быстром очищении раны, заполнении дефекта грануляционной тканью, сокращении площади раневого дефекта [Kanakaris N.K. et al., 2007; Krug E. et al., 2011; Herscovici D.J., 2003]. Эффективность этого метода терапии раны подтверждена многочисленными клиническими и экспериментальными исследованиями [Тихилов Р.М. и др., 2011; Hou Z. et al., 2011; Andreassen G.S., Madsen J.E., 2006; Chen H.S. et al., 2005].

Большинство авторов отмечают, что применение локальной терапии раны отрицательным давлением у пациентов с открытыми переломами

голении позволяет уменьшить площадь лоскута, необходимого для закрытия раны, уменьшить потребность в свободной пересадке лоскута, снизить частоту осложнений [Hou Z. et al., 2011; Li H. et al., 2013; Kanakaris N.K. et al., 2007; Herscovici, 2003]. Однако длительное применение локальной терапии раны отрицательным давлением (более 7 дней) связано с увеличением риска инфекции и ампутации [Liu D.H. et al., 2012; Levin L.S., 2007]. Вакуумное лечение, по мнению авторов, — это хорошее дополнение, но не замена окончательному закрытию раны.

1.4.2. Восстановление мягкотканного окружения перелома путем изменения геометрии сегмента и дерматотензии

В лечении тяжелых открытых переломов костей голени, осложненных дефектами мягких тканей, не теряет своей актуальности принцип дистракционного гистогенеза, сформулированный Г.А. Илизаровым. В литературе имеются сообщения о лечении небольших групп пациентов (от 3 до 25) методом острого укорочения и ангуляции сегмента с последующим замещением недостатка мягких тканей и дефекта костной ткани методом дистракционного гистогенеза [Rozbruch R.S. et al., 2006; Gulsen M., Ozakan S., 2008; Иванов П.А., 2009]. В подобных случаях закрытие дефекта мягких тканей и дефекта большеберцовой кости осуществляется за счет изменения геометрии, что позволяет свести края раны. При протяженности дефекта мягких тканей и дефекта большеберцовой кости менее 3 см используется одномоментное укорочение, более 3 см — дозированное укорочение по 2 мм в день до сведения краев раны. В последующем для восстановления длины конечности и коррекции угловой деформации требуется наложение сложных циркулярных аппаратов наружной фиксации и выполнение одной или двух остеотомий большеберцовой кости. К недостаткам данной методики следует отнести техническую сложность, большую длительность лечения (средний

срок лечения в аппарате Илизарова, по данным различных авторов, составляет 8–9 мес.), высокую частоту осложнений [Sen C. et al., 2004].

По данным некоторых авторов, число осложнений при таком методе лечения составляет 2 на 1 пациента. Основные из них: воспаление вокруг спиц аппарата Илизарова, эквинусная деформация, нестабильность аппарата наружной фиксации, контрактура коленного сустава, остеомиелит. При этом использование данной методики полностью не исключает необходимость пластического замещения дефектов мягких тканей [Lerner A. et al., 2004]. Отмечается, что восстановление мягких тканей и большеберцовой кости голени методом дистракционного гистогенеза в циркулярном аппарате наружной фиксации может применяться у пациентов, у которых невозможно выполнить пересадку свободного реваскуляризированного лоскута по причине тяжелой сопутствующей патологии или тяжелой политравмы [Rozbruch R.S. et al., 2006].

В литературе представлены единичные случаи замещения дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени методом дерматотензии в аппарате Илизарова или путем имплантации экспандера [Lerner A. et al., 2000; Минасов Б.Ш., Валеев М.М., 2006]. Однако при наличии открытой инфицированной раны эти методы часто оказываются неэффективны по причине прорезывания швов и инфицирования экспандера [Жуков А.Ю., 2005; Ханин М.Ю. и др., 2011].

1.4.3. Восстановление окружающих мягких тканей с помощью транспозиции лоскута

Основным методом восстановления мягкотканного окружения при открытых переломах костей голени является закрытие дефекта мягких тканей путем транспозиции лоскута. Согласно определению, лоскут — это участок мобилизованных в соответствии с принципами васкулярной анатомии тканей

с оптимальной комбинацией кожи, подкожной жировой клетчатки, фасции, мышцы, сухожилий и нервов [Pallua N., Bozkurt A., 2011]. Важнейшей особенностью лоскутов является то, что они обладают автономным кровоснабжением, за счет которого улучшается васкуляризация зоны повреждения в целом. Перемещенные или пересаженные кровоснабжаемые ткани обеспечивают условия для процессов регенерации кости [Николенко В.К. и др., 2007; Минасов Б.Ш., Валеев М.М., 2006]. Лоскуты классифицируются по составу входящих в них тканей, связи с донорским участком, типу кровоснабжения [Mathes S.J., Nahai F., 1981; Pallua N., Bozkurt A., 2011]. В литературе описано использование почти всех типов лоскутов для закрытия дефектов мягких тканей голени [Иванов П.А., 2009; Тихилов Р.М. и др., 2007; Козлов И.В., 2008].

Местные кожно-фасциальные лоскуты

Описано применение большого числа различных местных кожно-фасциальных лоскутов на голени как на широком основании, так и на сосудистой ножке. Среди кожно-фасциальных лоскутов на широком основании выделяют латеральный и медиальный, мостовидные [Родоманова Л.А., 2010; Масимов М.О. 2005]. Отсутствие осевого кровотока в них приводит к тому, что частота некроза при использовании лоскутов этого типа достигает 20%; недостаточное кровоснабжение обуславливает высокую частоту глубокой гнойной инфекции после их применения [Kamath J.V. et al., 2012]. Однако важным преимуществом таких лоскутов являются простота хирургической техники при их выделении, отсутствие необходимости использования специального инструмента и оптического увеличения, что делает их популярными, особенно в развивающихся странах.

Существенно улучшить кровоснабжение кожно-фасциальных лоскутов на широком основании может префабрикация с последующей тренировкой лоскута [Масимов М.О., 2005], однако это требует времени. Другим

способом улучшения кровоснабжения является так называемая «перфоратор-плюс» концепция выделения лоскута, когда до разметки с помощью доплероскопии отмечают кожные перфоранты глубоких сосудов и при выделении их включают в лоскут [Mehrotra S., 2010]. По некоторым данным, это позволяет существенно повысить приживляемость кожно-фасциальных лоскутов на широком основании, однако технически усложняет операцию [Kamath J.B. et al., 2012].

Другим типом кожно-фасциальных лоскутов являются лоскуты на осевом кровотоке. Это участки покровных тканей голени, мобилизованные на сосудах, сопровождающих поверхностную ветвь малоберцового нерва, подкожный нерв голени, кожно-мышечные лоскуты с включением головок икроножных мышц, латеральный дистально прикрепленный лоскут голени, перфорантные U–Y лоскуты [Родоманова Л.А. и др., 2012; Jones E.B. и др., 1993]. Наиболее часто в литературе описывают применение икроножного кожно-фасциального лоскута на ретроградном кровотоке по артериальной сети икроножного нерва («суральный лоскут») [Родоманова Л.А., 2010; Masquelet A.C. et al., 1992]. Механизм венозного оттока из этого типа лоскутов до сих пор остается не установлен, что согласуется с клиническими данным об относительно высокой частоте осложнения на почве нарушенного венозного оттока [Baumeister S.P. et al., 2003]. Однако, по мнению некоторых авторов, тщательное соблюдение хирургической техники, соблюдение соотношения длины ножки лоскута и ее положения может существенно улучшить результаты применения икроножного кожно-фасциального лоскута.[Wei J.W. et all 2012]. В литературе отмечено, что этот метод может быть альтернативной ампутации у пациентов с дефектами мягких тканей нижней трети голени, у которых невозможно выполнить пересадку свободного реваскуляризированного лоскута [Ogun T.C. et al., 2001; Ma C.H. et al., 2010; Tajsic N. et al., 2009].

Местные мышечные лоскуты

Закрытие дефектов мягких тканей местными мышечными лоскутами является одной из общепринятых методик восстановления мягкотканного окружения при открытых переломах костей голени. В основном используются мышцы с I и II типом кровоснабжения, при которых наличие доминантной сосудистой ножки в проксимальной части голени позволяет свободно мобилизовать и ротировать лоскут в область дефекта [Pallua N., Bozkurt A., 2011]. Наиболее часто применяются лоскуты из медиальной и латеральной головок икроножных мышц, из камбаловидной мышцы которая может быть мобилизована полностью либо только ее медиальная половина [Hakimi M. et al., 2002; Ata-ul-Haq et al., 2009; Golubović Z. et al., 2010; Kamath J.V. et al., 2012]. Эти методики не потеряли своей актуальности даже с появлением свободной пересадки реваскуляризированных мышечных лоскутов, особенно у пациентов с политравмой, когда длительная и сложная операция непереносима из-за сопутствующего отека головного мозга, полиорганной недостаточности и высокого риска осложнений. Также описаны единичные случаи применения лоскутов из передней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя большого пальца, однако эти методики не получили широкого распространения ввиду малой площади лоскутов и малого угла ротации [Хоминец В.В., 1997; Ebraheim N.A. et al., 2003]. Представлено небольшое количество случаев применения дистально прикрепленного лоскута из камбаловидной мышцы для закрытия дефектов нижней трети голени. Однако этот метод применим только при наличии добавочных сосудистых ножек большого диаметра в средней и нижней трети голени, что встречается далеко не у всех пациентов [Yunus A. et al., 2007].

Свободные реваскуляризированные кожно-фасциальные лоскуты

Свободные реваскуляризированные кожно-фасциальные лоскуты для закрытия дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени традиционно используются редко по причине, как считается, плохой устойчивости этого типа лоскутов к инфекции. Как правило, они применяются в составе многокомпонентных костно-кожных лоскутов, таких как свободный костный лоскут из малоберцовой кости с участком кожи, свободный лоскут из гребня подвздошной кости с участком кожи [Yajima H. et al., 2002; Yazar S. et al., 2004]. Также они применяются в составе кожно-мышечных лоскутов при большой глубине замещаемого дефекта [Шибает Е. Ю. и др., 2010]. Однако в последнее время некоторые авторы предпочитают для реконструкции мягкотканых дефектов при открытых переломах костей голени именно этот тип лоскутов, так как они позволяют воссоздать полноценный кожно-жировой покров большеберцовой кости. С другой стороны, эти лоскуты характеризуются хорошей устойчивостью при выполнении хирургических доступов во время отсроченных реконструктивных операций на костях голени [Li H. et al., 2013; Liu D.H. et al., 2012; Hammert W.C. et al., 2000].

Свободные реваскуляризированные мышечные лоскуты

Пересадка свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов в настоящее время является одним из основных методов восстановления мягкотканного окружения открытых переломов костей голени. Автономное кровоснабжение лоскута способствует регенерации поврежденных тканей в реципиентной области, кроме того, кровоток обеспечивает доставку клеточных элементов, кислорода, ферментов, антибиотиков, улучшает местный иммунитет, активный дренаж тканевого детрита, микробов, токсинов [Жуков А.Ю., 2009; Зеянин А.С., 2012; Klebus M., Menn Z., 2013; Russell R.S. et al., 1988]. В некоторых источниках упоминается, что в свободном мышечном лоскуте, полностью лишенном иннервации,

формируются условия для поддержания длительного усиленного артериального притока к тканям, что улучшает saniрующую функцию [Зеянин А.С., 2004]. Также предотвращаются вторичная контаминация раны, высыхание и повреждение кости, сухожилий, нервов. Все это переводит неостеогенное или частично остеогенное окружение перелома в высокоостеогенное, что позволяет проводить дальнейшие реконструкции методом distractionного остеогенеза, формирования кости на мембранной матрице, свободной пересадки васкуляризированного костного лоскута [Lerner A. et al., 2007; Jemes E.L., Lee L.Q., 2007; Schöttle P.B. et al., 2005; Chung D.W. et al., 2011; Шибяев Е.Ю. и др., 2010; Musharafieh R. et al., 2000; Николенко В.К. и др., 2007].

Лоскут из широчайшей мышцы спины — наиболее часто используемый вид свободного ревааскуляризированного мышечного лоскута. Среди его преимуществ можно выделить возможность забора тканей большой площади, постоянство анатомии питающей ножки, большие длину и диаметр сосудистой ножки. Немаловажным фактором является минимальная морбидность донорской области [Yajima H. et al., 2002; Жуков А.Ю., 2009; Червяков А.В., 2009; Дрюк Н.Ф., 1986]. Особенности донорской области позволяют при необходимости включать в состав лоскута кожу и фрагменты ребер. При относительно небольших дефектах голени возможно применение мышечных лоскутов из передней зубчатой мышцы спины, мышечного лоскута из тонкой мышцы бедра, лоскута из прямой мышцы живота [Hammert W.C. et al., 2000; Celiköz B. et al., 2005; Redett R.J. et al., 2000]. В последние годы в литературе обсуждается вопрос об использовании мышечного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра, базирующегося на нисходящей ветви латеральной артерии, огибающей бедренную кость, в качестве альтернативы лоскуту из широчайшей мышцы спины [Ma C.H. et al., 2010; Тихилов Р.М., 2007; Козлов И.В., 2008]. Преимуществами данного лоскута являются отсутствие необходимости поворота пациента на бок при

заборе лоскута и большая длина сосудистой ножки. Кроме того, после его взятия не нарушается функция верхних конечностей, что особенно важно для пациентов с повреждениями голени, которым показано длительное использование костылей.

Свободная пересадка лоскутов на голень ассоциируется с проблемами подключения сосудистой ножки в верхней трети этого сегмента и в области коленного сустава. E.L. Jemes и соавт. (2007) предлагают следующий алгоритм решения данной проблемы: в положении пациента на спине выполняют доступ к нисходящей коленной артерии, оценивают ее калибр и калибр комитантной вены, если эти сосуды не подходят, то пациента поворачивают на живот и выполняют доступ и подключение ножки лоскута к подколенным сосудам.

Показатели приживаемости лоскутов при свободной пересадке достигают 91,8–95% случаев. Частота тотальных некрозов лоскута в различных сериях наблюдений составляет около 10%, частота частичных некрозов лоскутов — около 4% [Celiköz B. et al., 2005; Червяков А.В., 2009; Тихилов Р.М. и др., 2007; Шibaев Е.Ю., 1998]. При этом отмечается корреляция между сроками закрытия раны и случаями частичного или тотального некроза лоскутов: чем раньше после травмы производится закрытие раны, тем реже регистрируют данные осложнения [Redett R.J. et al., 2000]. Среди основных причин неудач свободной пересадки ревааскуляризированных тканей отмечают острый венозный и артериальный тромбозы сосудистых анастомозов [Зеянин А.С., 2004; Дрюк Н.Ф., 1986].

1.5.Нерешенные проблемы восстановления покровных тканей при тяжелых открытых переломах костей голени

1.5.1. Оптимальные сроки реконструкции покровных тканей у пострадавшего с открытым переломом костей голени

В ответе на вопрос об оптимальных сроках закрытия дефекта мягких тканей при переломах костей голени единого мнения нет. Многими авторами принята тактика выполнения этапных хирургических обработок и отсроченного закрытия дефекта мягких тканей в области открытого перелома [Lerner A. et al., 2007; Sherman R., 2003; Celiköz B. et al., 2005; Clifford R.P. 2000]. Основой этой концепции является положение о том, что зона демаркации между жизнеспособными и нежизнеспособными тканями выявляется только через 72 ч после травмы. Именно по этой причине многие авторы считают, что немедленно укрывать зону открытого перелома не следует [Масимов М.О., 2005; Ma C.H. et al., 2010; Clifford R.P., 2000; Yazar S. et al., 2004]. В интервале от 0 до 15 сут. авторы рекомендуют проводить от 1 до 3 хирургических обработок раны. По мнению F.F. Behrens и соавт. (2003), немедленное первичное закрытие открытого перелома возможно только при нетяжелых повреждениях, вызванных травматическим агентом низкой энергии. Другой причиной применения именно отсроченных операций по реконструкции мягких тканей является то, что пациенты с тяжелыми открытыми переломами костей голени часто имеют сопутствующие повреждения и выполнение ранних реконструктивных операций у них невозможно [Соколов В.А., 2006].

Некоторые исследователи отстаивают противоположенную точку зрения о том, что необходимо максимально раннее, в идеальном случае немедленное восстановление покровных тканей в области открытого перелома [Pallua N., Bozkurt A., 2011; Godina M., 1986; Gopal S. et al., 2000]. Патогенетической основой этого является то, что этапные некрэктомии и отсроченное закрытие раны сопровождаются дополнительной потерей тканей

из-за высыхания и раневой инфекции. Длительное воспаление в области открытой раневой поверхности ведет к инфильтрации и фиброзу сосудистых пучков сегмента, что, с одной стороны, способствует длительному отеку конечности, с другой — обуславливает несостоятельность анастомозов при подключении лоскута к фиброзированному пучку [Korompilias A.V. et al., 2008]. Авторы концепции одномоментного немедленного восстановления покровных тканей в области открытого перелома считают, что необходимости в отсрочке закрытия раны открытого перелома нет, если произведено иссечение поврежденных мягких тканей до заведомо здоровых кровоснабжаемых областей [Шибает Е.Ю., 1998; Абалмасов К.Г., и др., 2004; Степанов А.Г. и др., 1989]. Отмечается, что при раннем восстановлении мягкотканного окружения до развития раневой инфекции и воспаления может быть применен не наружный, а сразу внутренний фиксатор, наиболее подходящий по характеру перелома [Gopal S. et al., 2000]. Другим преимуществом раннего замещения дефектов мягких тканей при переломах костей голени является то, что не успевают развиваться воспалительные изменения в окружающих тканях и размеры дефекта меньше, чем при поздней реконструкции. Замещение этих дефектов возможно более простыми методами, чем в поздние сроки [Родоманова Л.А., 2010].

Работы 1980–90-х годов по немедленному восстановлению покровных тканей в области открытого перелома костей голени показали снижение частоты некрозов пересаженных лоскутов в 16 раз, снижение частоты послеоперационной инфекции в 11,7 раза, сокращение сроков консолидации перелома в 2 раза, уменьшение сроков пребывания в стационаре в 4,8 раза по сравнению с группой пациентов, которым выполняли закрытие в поздние сроки [Godina M., 1988; Fischer M.D. et al., 1991]. В более поздних работах результаты немедленного закрытия раны и закрытия в срок до 72 ч оказались идентичны [Levin L.S., 2007; Liu D.H. et al., 2012; Breugem C.C., Strackeen S.D., 2006]. J.P. Stannard и соавт. (2010) отмечают, что верхней границей

периода, в течение которого можно достичь хороших результатов лечения после восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени является 1–2-я неделя после травмы.

Таким образом, несмотря на наличие многочисленных работ, ясности по вопросу оптимальных сроков реконструкции покровных тканей голени при тяжелом открытом переломе костей голени нет. Отсутствуют четкие и обоснованные рекомендации по выбору срока реконструкции в зависимости от тяжести состояния пострадавшего и характера дефекта мягких тканей. Требуется разработка показаний и противопоказаний к немедленной реконструкции мягких тканей у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами, показаний к выполнению отсроченных операций по восстановлению покровных тканей, определение тактики оперативного лечения при вторичном некрозе покровных тканей в зоне открытого перелома.

1.5.2. Выбор лоскута оптимального тканевого состава и типа кровоснабжения для закрытия дефекта мягких тканей, ассоциированного с открытым переломом костей голени

В литературе до сих пор широко обсуждается вопрос выбора оптимального метода закрытия дефектов мягких тканей при тяжелых открытых переломах костей голени. Основными положениями этой дискуссии являются: применять свободные или местные лоскуты и кожно-фасциальные или мышечные лоскуты. Если при обширных дефектах мягких тканей на голени альтернативы пересадке свободного мышечного лоскута практически нет, то при ограниченных дефектах можно использовать как свободные, так и местные лоскуты. В.Р. Thornton и соавт. (2005) сравнивали результаты и стоимость лечения в двух группах пациентов, у которых для замещения мягких тканей при наличии ограниченного дефекта использовали местные мышечные лоскуты или свободные реваскуляризированные

мышечные лоскуты. Достоверных различий в качестве восстановленного мягкотканного окружения перелома авторы не выявили, но средний срок пребывания в стационаре (7 койко-дней против 9 койко-дней) и средняя стоимость лечения (11 729 долларов против 19 989 долларов) были значительно меньше в группе пациентов, у которых применяли местные мышечные лоскуты. В другом исследовании частота полных некрозов пересаженных лоскутов значительно ниже в группе использования местных несвободных лоскутов, чем в группе использования свободных реvascularизированных лоскутов. Однако частота частичных некрозов лоскутов оказалась выше при использовании несвободных лоскутов. [Тихилов Р.М. и др., 2007]. В целом отмечается тенденция к снижению частоты микрохирургических вмешательств, что связано как с появлением методики терапии раны отрицательным давлением, так и более детальным изучением анатомии местных лоскутов на голени [Тихилов Р.М. и др., 2011].

Некоторые авторы считают, что применение местных мышечных лоскутов при высокоэнергетической травме голени весьма затруднительно вследствие нарушения структуры и кровоснабжения. Кроме того, использование местных тканей может существенно ухудшить трофику дистальных отделов конечности [Шибает Е.Ю. и др., 2002]. Более того, наихудшее кровоснабжение отмечается в дистальных отделах местных лоскутов, которые, как правило, укрывают важные в функциональном отношении структуры. В литературе также отмечено, что полная утрата симпатической иннервации сосудов свободного реvascularизированного лоскута способствует длительному поддержанию повышенного артериального притока к пересаженной ткани и, как следствие, лучшим санационным свойствам свободных реvascularизированных лоскутов [Зеянин А.С., 2004; Stannard J.P., et al., 2010]. Некоторые исследователи считают, что даже при небольших дефектах мягких тканей при

высокоэнергетической травме голени показано использование свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов [Musharafieh R. et al., 2000].

Другим актуальным вопросом является тканевой состав применяемого для восстановления мягкотканого окружения перелома лоскута. Во многих экспериментальных и клинических работах отмечается, что использование свободных или местных мышечных лоскутов является оптимальным методом для лечения обширных дефектов мягких тканей при переломах конечностей. Отмечается хорошее качество закрытия дефекта за счет пластичности лоскута, способность длительно улучшать перфузию области повреждения, доставлять антибиотики в зону повреждения. [Nejedlý A. et al., 2007; Gosain A. et al., 1990; Chan J.K. et al., 2012; Klebus M., Menn Z., 2013]. Другим важным аспектом применения мышечных лоскутов является биологическая роль мышечной ткани в стимуляции сращения перелома. Стромальные клетки мышечной ткани обладают более высокой остеогенной активностью, чем клетки жировой ткани и являются эквивалентом клеток из костного мозга [Evans C.H. et al., 2009]. Некоторые исследователи отмечают, что процесс образования костной мозоли наиболее эффективен там, где костная ткань плотно прилежит к мышце [Trafton P.G., 2003].

Однако ряд авторов указывают на одинаковую частоту осложнений при применении мышечных и кожно-фасциальных лоскутов для закрытия дефектов мягких тканей как при переломах нижней конечности [Yazar S. et al., 2006; Chann J.K. et al., 2012], так и при поверхностных формах остеомиелита [Козлов И.В., 2008]. Результаты экспериментов свидетельствуют об одинаковой эффективности мышечных и кожно-фасциальных лоскутов для санации костной инфекции [Salgado C.J., 2006]. При этом кожно-фасциальные лоскуты характеризуются лучшими эстетическими качествами и позволяют восстановить полноценный кожный покров, полноценную подкожную клетчатку, что очень важно при необходимости повторных операций в зоне повреждения.

Большое количество работ, отстаивающих различные точки зрения на вопрос выбора лоскута определенного тканевого состава для восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени указывает, с одной стороны, на актуальность этой проблемы, с другой — на то, что пока не найдено его решение. В связи с этим представляется целесообразным изучать клинические данные и сравнивать кровоток в различных по тканевому составу лоскутах объективными методами.

Лазерная доплерфлоуметрия как метод объективной оценки кровообращения в ткани лоскута

При выборе лоскута для восстановления мягкотканного окружения при открытом переломе важно учитывать такие качества, как способность реваскуляризировать окружающие ткани, устойчивость к инфекции и санационные свойства, которые напрямую зависят от уровня кровообращения в ткани [Guerra A.B. et al., 2005]. Предложены различные методы объективной его оценки, такие как тепловизорный контроль, пульсоксиметрия, тканевая оксиметрия, ангиография с флуоресцентными красителями [Прилучный М.А. и др., 2010; Shah A., Au A., 2013; Lee B.T. et al., 2010; Lin S.J. et al., 2011; Rogers M.L. et al., 2013; Setälä L. et al., 2009]. Однако, по мнению многих авторов, наиболее широко распространенным, достоверным и удобным методом оценки перфузии ткани является лазерная доплерфлоуметрия [Куропаткин А.И., Сидоров В.В., 2005; Vongsavan N., Matthews B., 1993; Hallock G.G., Rice D.C., 2003]. Физической основой этого метода является сдвиг частоты отраженного лазерного излучения от движущихся по сосудам микроциркуляторного русла эритроцитов. Объем ткани, в котором происходит зондирование кровотока, составляет 1 мм³. Число движущихся клеток крови в этом объеме составляет несколько десятков тысяч. Величина, полученная при лазерной доплерфлоуметрии, прямо пропорциональна концентрации и скорости движения эритроцитов на

зондируемом участке. Этот метод успешно применяется для послеоперационного мониторинга за состоянием кровообращения в свободных реваскуляризированных лоскутах [Heller L. et al., 2001; Hallock G.G., Altobelli J.A., 1992; Yuen J.C., Feng Z., 2005; Yuen J.C., Feng Z., 2000; Hölzle F. et al., 2006; Hallock G.G., Rice D.C., 2005], для определения глубины поражения ткани при ожогах [Фисталь Н.Н., Солошенко В.В., 2008], при проведении экспериментов на лабораторных животных [Yuen J.C., Feng Z., 2000]. Определены нормальные уровни кровообращения в свободных реваскуляризированных лоскутах различного тканевого состава [Clinton M.S. et al., 1991]. Так, по данным авторов этого исследования, уровень кровотока в лучевом лоскуте составляет $4,87 \pm 1,64$ перф. ед., в малоберцовом лоскуте — $4,47 \pm 1,81$ перф. ед., в лоскуте из широчайшей мышцы спины — $2,20 \pm 1,39$ перф. ед., в лоскуте из прямой мышцы живота — $4,79 \pm 2,57$. Сравнение уровня кровотока в свободных реваскуляризированных и местных лоскутах различного тканевого состава до сих пор не проводилось. Однако эти данные могли бы отказать существенную помощь в выработке хирургической тактики восстановления мягких тканей при тяжелых открытых переломах голени.

1.5.3. Выбор вида лоскута в зависимости от локализации и величины дефекта мягких тканей и состояния пострадавшего

В литературе отмечается, что до сих пор нет четко выработанного протокола восстановления мягких тканей при тяжелых открытых переломах костей голени [Ma C.H. et al., 2010]. Показания к применению различных местных или свободных лоскутов плохо аргументированы. В одних источниках упоминается, что свободная пересадка лоскута на голень показана при площади дефекта более 150 см^2 , в других отмечается, что невозможно закрыть дефект мягких тканей местными лоскутами, если по размерам он превышает ладонь пострадавшего [Соколов В.А., 2006; Тихилов Р.М. и др., 2007], третьи авторы просто отмечают, что местные лоскуты

показаны для небольших дефектов [Levin L.S., 2007]. По выбору местного лоскута для закрытия дефектов мягких тканей на голени довольно условно разделяют эту область на верхнюю треть, среднюю треть и нижнюю треть. В верхней трети показано использование лоскута из икроножной мышцы, в средней трети — лоскута из камбаловидной мышцы. В отношении дефектов нижней трети голени мнения авторов расходятся. Так, J.B. Kamath и соавт. (2012), R. Sherman (2003), N. Pallua и соавт. (2011), Г.Д. Никитин и соавт. (2000) рекомендуют при небольших (размеры четко не оговариваются) дефектах применять лоскут из длинного сгибателя пальцев стопы. T.S. Ogun и соавт. (2001), С.Н. Ма и соавт. (2010) отстаивают применение икроножного кожно-фасциального лоскута. М. Klebus и соавт. (2013) считают, что практически любые дефекты мягких тканей, ассоциированные с переломом в нижней трети голени, являются показанием для пересадки свободного реваскуляризированного мышечного лоскута.

Описанные показания к применению различных местных и свободных реваскуляризированных лоскутов расплывчаты и неопределенны, что определяет необходимость разработки алгоритма выбора лоскута в зависимости от локализации и величины дефекта мягких тканей, тяжести состояния пострадавшего с открытым переломом костей голени.

Заключение. Лечение открытых переломов костей голени, осложненных дефектом мягких тканей, является актуальной проблемой, находящейся на стыке двух специальностей: травматологии и ортопедии и пластической и реконструктивной хирургии. Состояние покровов является основным фактором, определяющим возможность реконструкции конечности при таких повреждениях. Своевременное восстановление покровных тканей предотвращает развитие инфекции, создает условия для консолидации перелома и восстановления функции конечности у пострадавшего с открытым переломом костей голени. Однако в литературе не представлены четкие и обоснованные рекомендации по ключевым вопросам

восстановления покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени: оптимальному времени реконструкции, тканевому составу и типу лоскута для закрытия дефекта мягких тканей, выбору определенного лоскута в зависимости от величины и локализации дефекта и тяжести состояния пострадавшего. Приводимые различными авторами показания неконкретны и зачастую противоречат друг другу. Разработка четкого алгоритма реконструкции покровных тканей у пострадавшего с открытым переломом костей голени позволит наиболее полно применять достижения пластической и реконструктивной хирургии для восстановления функции конечности в этой группе пациентов, что будет способствовать достижению лучших результатов лечения.

Глава 2. Общая характеристика экспериментального материала, клинических наблюдений и методы исследования

Для реализации задач диссертации были проведены морфометрическое и клиническое исследования.

2.1. Материалы и методики морфометрического исследования

Для определения возможностей применения различных местных и свободных реваскуляризированных лоскутов на голени было выполнено морфометрическое исследование на 16 препаратах нижних конечностей. Были изучены следующие лоскуты: из медиальной и латеральной головок икроножных мышц, из камбаловидной мышцы, из длинного сгибателя I пальца стопы, из длинного сгибателя пальцев, из передней большеберцовой мышцы, из мышцы длинного разгибателя I пальца. Также исследованы области применения местных кожно-фасциальных лоскутов, таких как медиальный и латеральный лоскуты голени, икроножный островковый «суральный» лоскут и наиболее часто применяемых свободных реваскуляризированных лоскутов — из широчайшей мышцы спины и из латеральной широкой мышцы бедра.

Выполняли разрез кожи на препарате по передней поверхности голени от коленного сустава до голеностопного. Тупо и остро отсепаровывали мягкие ткани от переднемедиальной и переднелатеральной поверхности кости на всем протяжении. Отмечали щель коленного сустава и щель голеностопного сустава. Измеряли расстояние между этими анатомическими ориентирами, которое отмечали как длину голени на препарате.

Далее выполняли препарирование исследуемого лоскута. Лоскуты из медиальной и латеральной икроножных мышц выделяли по модифицированной методике: на конечном этапе по передней поверхности мышцы иссекали плотный апоневроз, что обеспечивало контакт кости с хорошо васкуляризированной мышечной тканью. При выделении

камбаловидной мышцы отсекали апоневроз по передней поверхности с целью формирования контакта кожного трансплантата с тканью мышцы. Остальные лоскуты выделяли по стандартным методикам.

После выделения исследуемый лоскут ротировали в проксимальное положение. Измеряли расстояние от проксимальной границы лоскута до щели коленного сустава. Это расстояние отмечали как проксимальную границу применения лоскута. Измеряли протяженность укрытой области большеберцовой кости. Выполняли масштабные фотографии ротированного лоскута, по которым определяли площадь, которая может быть укрыта. Далее ротировали лоскут в дистальное положение. Определяли расстояние от дистальной границы лоскута до щели коленного сустава. Это расстояние считали дистальной границей применения лоскута.

Таким образом, при проведении морфометрического исследования учитывали следующие величины:

- длину голени (см) — Д
- расстояние от коленного сустава до проксимальной границы применения лоскута (см) — ПГр
- протяженность участка большеберцовой кости, которая может быть укрыта лоскутом (см²) — ДБК
- площадь, которая может быть укрыта лоскутом (см) — Пл
- расстояние от коленного сустава до дистальной границы применения лоскута (см) — ДГр

Однако указанные величины сильно варьируют в зависимости от роста человека и других размеров его тела. В связи с этим измеряли ширину кисти трупа на уровне головок пястных костей (ШК) и площади кисти (ПК) и вычисляли относительные морфометрические величины:

- относительную длину голени $D_o = Д/ШК$;
- относительную проксимальную границу применения лоскута $ПГр_o = ПГр/ШК$;

- относительную протяженность участка большеберцовой кости, укрытого лоскутом $ДБК_0 = ДБК/ШК$;
- относительную площадь лоскута $Пл_0 = Пл/ПК$;
- относительную дистальную границу применения лоскута $ДГр_0 = ДГр/ШК$.

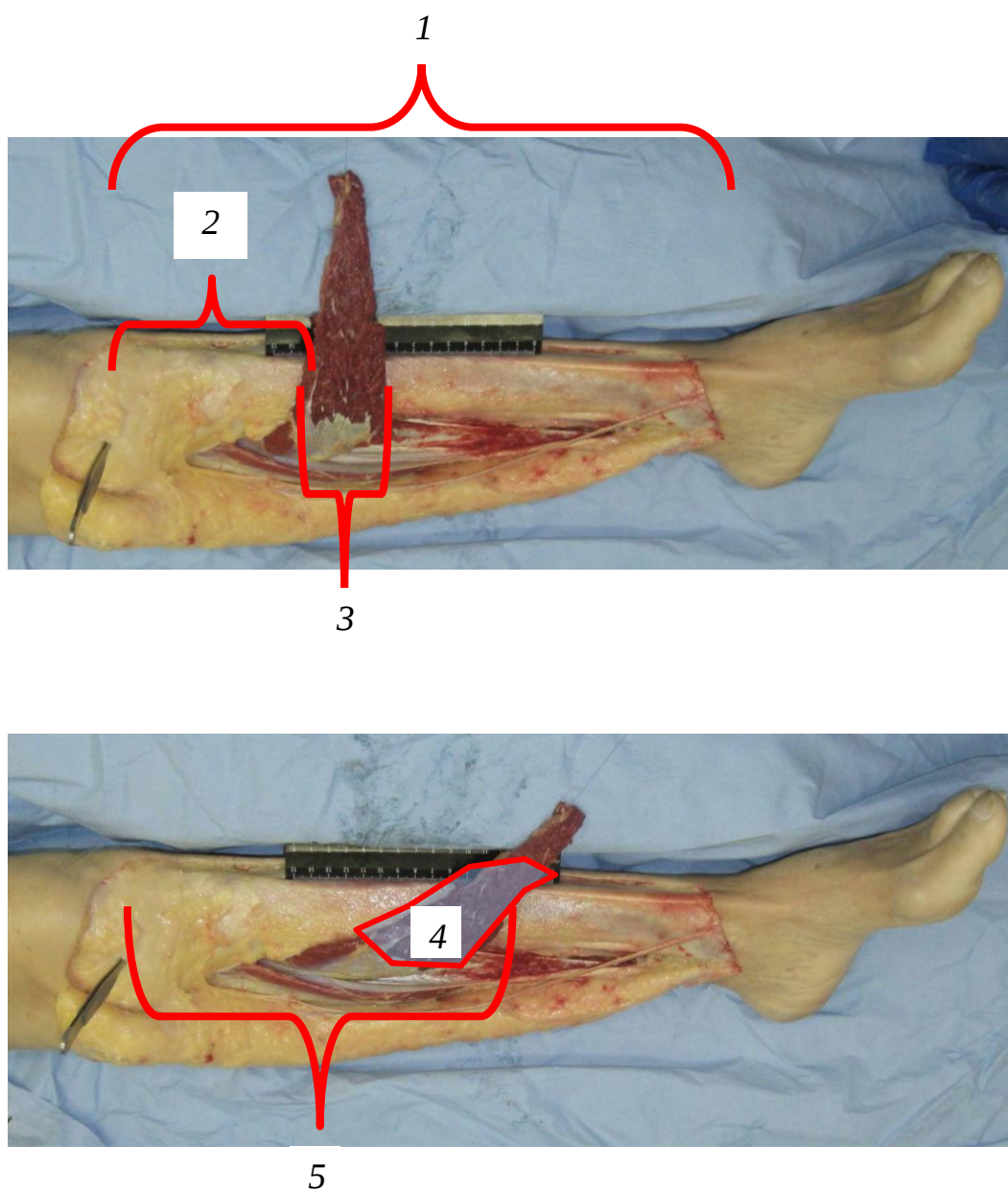


Рис. 1. Морфометрические показатели, учитываемые при исследовании возможностей лоскута.

1 — длина голени, 2 — расстояние между проксимальной границей применения лоскута и щелью коленного сустава, 3 — протяженность участка большеберцовой кости, который может быть укрыт лоскутом, 4 — площадь участка большеберцовой кости, который может быть укрыт лоскутом, 5 — расстояние от коленного сустава до дистальной границы применения лоскута.

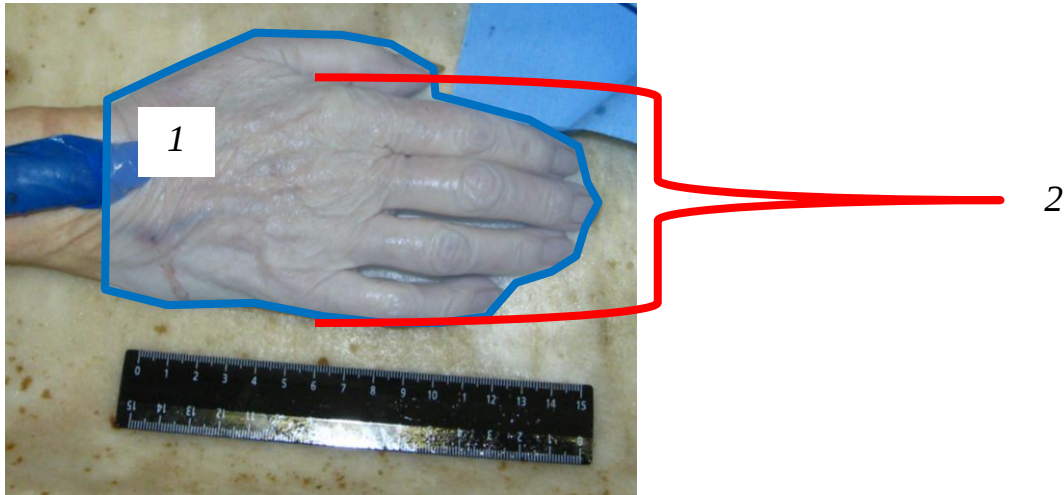


Рис. 2. Морфометрические показатели кисти.

1 — площадь кисти, 2 — ширина кисти на уровне головок пястных костей.

2.2. Материалы и методики клинического исследования

В клинической части исследования изучены характер травмы, ход и результаты лечения 84 пациентов с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей. Пострадавшие группы сравнения ($n = 56$) находились на лечении в НИИСП им Н.В. Склифосовского в период с 2005 по 2010 г. Пострадавшие исследуемой группы ($n = 28$) находились на лечении в период с 2011 по 2013 г. В лечении пациентов этой группы был применен разработанный комплекс лечебных мероприятий (алгоритм) неотложного замещения дефектов мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени.

2.2.1. Характеристика пострадавших группы сравнения и исследуемой группы

На лечении находились пострадавшие в возрасте от 18 до 87 лет, причем большинство из них были моложе 45 лет (таблица 1).

Таблица 1. Распределение пострадавших по возрасту

Возраст, годы	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Менее 25	4	14,3	13	23,2
25–35	10	35,7	16	28,6
35–45	5	17,9	14	25,0
45–60	6	21,4	11	19,6
Более 60	3	10,7	2	3,6

Подавляющее большинство пациентов составили мужчины (таблица 2).

Таблица 2. Распределение пострадавших по полу

Пол	Исследуемая группа		Группа сравнения		Вообщем	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Мужчины	25	89,3	47	83,9	72	85,7
Женщины	3	10,7	9	16,1	12	14,3

У всех пострадавших повреждения получены в результате высокоэнергетической травмы. Наиболее часто открытые переломы костей голени, осложненные дефектами мягких тканей, констатировали у водителей и пассажиров мотоциклов и у пешеходов, сбитых транспортными средствами. Распределение пострадавших по механизму травмы представлено в таблице. 3.

Таблица 3. Распределение пострадавших по механизму травмы

Механизм травмы	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Внутриавтомобильная травма	2	7,1	10	17,9
Мотоциклетная травма	4	14,3	17	30,4
Сбиты автомобилем	15	53,6	15	26,8
Падение с высоты	2	7,1	6	10,7
Огнестрельные ранения	2	7,1	3	5,4
Падение тяжелого предмета	2	7,1	2	3,6
Поездная травма	1	3,6	3	5,4

Большинство пострадавших доставлены в срок до 2 ч с момента травмы. Лишь 9 пациентов поступили спустя более 24 ч, как правило, были переведены из других стационаров (таблица 4).

Таблица 4. Распределение пострадавших по срокам поступления с момента травмы

Срок поступления после травмы	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Менее 1 ч	7	25,0	8	14,3
от 1 до 2 ч	11	39,3	22	39,3
от 2 до 4 ч	5	17,9	15	26,8
от 4 до 24 ч	2	7,1	3	5,4
Более 24 ч	2	7,1	7	12,5

Состояние при поступлении в основном было оценено как стабильное или пограничное (таблица 5).

Таблица 5. Распределение пациентов по тяжести состояния на момент поступления

Состояние при поступлении	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Стабильное	7	25,0	21	37,5
Пограничное	13	46,4	21	37,5
Нестабильное	7	25,0	13	23,2
Критическое	1	3,6	1	1,8

Самой часто встречающейся областью повреждения была средняя треть голени. Далее следовали повреждения нижней трети голени. Эта тенденция имела место у пациентов обеих групп (таблица 6).

Таблица 6. Распределение пациентов по локализации повреждения голени

Локализация повреждения голени	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Верхняя треть	2	7,1	9	16,1
Средняя треть	19	67,9	33	58,9
Нижняя треть	7	25,0	14	25,0

По типу открытого перелома в соответствии с классификацией Гастилло — Андерсена примерно с равной частотой встречались повреждения типа IIIA и IIIB (таблица 7).

Таблица 7. Распределение пострадавших по типу открытого перелома по классификации Гастилло — Андерсена

Тип открытого перелома	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
III A	8	28,6	31	55,4
III B	16	57,1	23	41,1
III C	4	14,3	2	3,6

Переломы диафиза большеберцовой кости диагностировали чаще всего. Значительно реже встречались переломы дистального и проксимального метаэпифизов. Указанная тенденция отмечена как в исследуемой группе, так и в группе сравнения (табл. 8).

Таблица 8. Распределение пострадавших по локализации перелома большеберцовой кости

Локализация перелома	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Проксимальный метаэпифиз	3	10,7	4	7,4
Диафиз	24	85,7	42	77,8
Дистальный метаэпифиз	1	3,6	10	17,9

По классификации АО, характеризующей тяжесть перелома, в основном регистрировали переломы типа В, далее по частоте выявления следовали переломы типа С и наиболее редко — типа А. Данная закономерность справедлива для обеих групп (таблица 9).

Таблица 9. Распределение пострадавших по типу перелома по классификации АО

Тип перелома	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
А	3	10,7	2	3,6
В	18	64,3	34	60,7
С	7	25,0	20	35,7

Несколько чаще имели место вторичные дефекты мягких тканей в области перелома, образовавшиеся в результате удаления некротизированных покровных тканей (таблица 10).

Таблица 10. Распределение пострадавших по времени образования дефекта мягких тканей.

Время образования дефекта мягких тканей	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
первичный	16	57,1	17	30,4
вторичный	12	42,9	39	69,6

У большинства пострадавших как в той, так и в другой группе общая площадь раны не превышала 1% поверхности тела. Около 1/3 пострадавших имели обширные раны, площадью более 1% поверхности тела (таблица 11).

Таблица 11. Распределение пострадавших по площади раны (в % поверхности тела) в области открытого перелома костей голени

Площадь раны	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
До 0,5%	9	32,1	16	28,57
От 0,5 до 1%	9	32,1	21	37,50
От 1 до 2%	6	21,4	15	26,79
Более 2%	4	14,3	4	7,14

Протяженность неукрытого участка большеберцовой кости в ране у подавляющего большинства пострадавших находилась в пределах от 1 до 6 см как в группе сравнения, так и в исследуемой группе.

Таблица 12. Распределение пострадавших по протяженности обнаженного участка большеберцовой кости

Протяженность неукрытого участка кости	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
До 1 см	2	7,1	9	16,1
От 1 до 6 см	22	78,6	36	64,3
Более 6 см	4	14,3	11	19,6

Сочетанные повреждения диагностировали примерно у одинакового числа пациентов группы сравнения и исследуемой группы. Наиболее часто пострадавшие имели сочетанную черепно-мозговую травму, также выявлялись повреждения груди, таза, живота, множественные травмы скелета (таблица 13).

Таблица 13. Распределение пострадавших с открытыми переломами костей голени по наличию сочетанных повреждений

Сочетанное повреждение	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Общее число пациентов с политравмой	10	35,7	18	32,1
Сочетанная травма:				
черепно-мозговая травма	7	25,0	12	21,4
травма груди	2	7,1	6	10,7
травма живота	1	3,6	1	1,8
травма таза	2	7,1	2	3,6
множественная травма скелета	4	14,3	5	8,9

Тяжесть сочетанной травмы пациентов в обеих группах оказалась сопоставимой: средний балл по шкале ISS в группе сравнения составил 20,4, в исследуемой группе — 24,9.

При сопоставлении пациентов группы сравнения и исследуемой группы выявлены незначительные различия. Так, в группе сравнения преобладающим механизмом являлась мотоциклетная травма, тогда как в исследуемой группе большинство пациентов сбиты автомобилем. Однако это существенно не влияло на характер повреждения. В группе сравнения было больше переломов типа IIIA типа по Гастилло — Андерсену, в исследуемой — типа IIIB. Это связано с тем, что оценка состояния покровных тканей во многом субъективна, особенно на первичной операции. Этим же

объясняются некоторые различия по времени образования дефекта. В группе сравнения оставляли и ушивали даже явно поврежденные ткани над зоной перелома, в исследуемой группе эти ткани удаляли, и повреждение классифицировали как первичный дефект мягких тканей.

Несмотря на незначительные различия, можно считать группы сопоставимыми, а выводы, основанные на сравнении результатов лечения и частоты осложнений, — обоснованными.

2.2.2. Тактика лечения пострадавших исследуемой группы и группы сравнения

Всем пациентам после обследования и стабилизации основных гемодинамических показателей в условиях операционной проводили первичную хирургическую обработку раны и фиксацию перелома стержневым аппаратом. Лишь у 1 пациента применен внутренний фиксатор (блокируемый штифт).

Для закрытия раны в группе сравнения в основном использовали широкую мобилизацию кожи и ушивание под натяжением, 11 пострадавшим выполнены множественные послабляющие разрезы кожи.

В исследуемой группе при невозможности ушивания кожи над зоной перелома без натяжения на первичной операции в 12 (42,9%) случаях выполнено замещение лоскутом. Доля пострадавших группы сравнения, которым выполнено замещение дефекта мягких тканей кровоснабжаемым лоскутом значительно меньше — 4 (7,1%) наблюдения.

Если замещение дефекта покровных тканей в области перелома на первичной операции было невозможно, то рану вели во влажной среде с использованием гидрогелевых повязок. В группе сравнения этот метод старались сделать окончательным. У 11 пациентов это привело к закрытию дефекта покровов за счет заполнения грануляционной тканью с последующей аутодермопластикой. Лоскуты для восстановления мягких

тканей в группе сравнения применялись после длительных попыток местного лечения раны различными повязками.

В исследуемой группе придерживались другой тактики. Мы не предпринимали попыток консервативно лечить дефекты покровов с обнажением зоны перелома, а выполняли замещение путем транспозиции кровоснабжаемого лоскута в ранние сроки после травмы. Различия между группами по срокам восстановления покровных тканей детально представлены в таблице 14.

Таблица 14. Распределение пострадавших по срокам замещения дефекта мягких тканей в группах

Срок закрытия дефекта, сут	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
0–1	14	50,0	6	10,7
2–7	3	10,7	0	0
7–15	11	39,3	2	3,6
15–30			10	17,9
30–50			21	37,5
50–100			10	17,9
Более 100			7	12,5

При развитии отсроченного некроза мягких тканей в области перелома костей голени лечение в группах также было различным. В группе сравнения в основном применяли выжидательную тактику до появления четкой зоны демаркации и мумификации некротизированных тканей и начала процесса отторжения через гнойное воспаления. Только после этого выполняли некрэктомию.

В исследуемой группе не дожидались появления четкого отграничения зоны некроза и развития воспаления, а применяли раннюю некрэктомию. При этом, если в группе сравнения удаление некротизированных тканей в зоне повреждения выполняли в несколько

этапов и, как правило, в перевязочной, то в исследуемой группе некрозы иссекали одновременно в пределах здоровых тканей в условиях операционной.

После некрэктомии у пострадавших группы сравнения применяли местное лечение раны, пытались добиться заполнения дефекта грануляционной тканью. С целью стимуляции ее роста на кости у 6 пострадавших выполнена остеоперфорация. Замещение лоскутом в случаях постнекротического дефекта мягких тканей выполняли также только после длительного местного консервативного лечения.

В исследуемой группе восстановление мягкотканного покрова в зоне перелома с помощью перемещения лоскута выполняли одновременно после некрэктомии.

По методам восстановления покровных тканей в зоне перелома в группах также существенно различались (таблица 15). Так, в исследуемой группе всем пострадавшим дефект мягких тканей замещали лоскутом. В группе сравнения у 11 пострадавших восстановления покровов удалось добиться посредством длительного местного лечения раны, заполнения дефекта грануляционной тканью с последующей аутодермопластикой. Девяти пострадавшим для закрытия мягкотканного дефекта при наличии сопутствующего дефекта большеберцовой кости выполнено изменение геометрии голени. Однако у большинства пострадавших также после длительных попыток местного лечения раны выполнено замещение дефекта лоскутом (см. таблицу 15).

Таблица 15. Методы восстановления покровных тканей в исследуемой группе и группе сравнения

Метод лечения	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
<u>Местное лечение</u>	0	0	5	8,9
<u>Местное лечение+ аутодермопластика</u>	0	0	11	19,6
<u>Закрытие лоскутом</u>	28	100,0	40	71,4
несвободные васкуляризированные лоскуты	23	82,1	30	53,6
кожно-фасциальные на широком основании	1	3,6	8	14,3
островковый кожно-фасциальный	1	3,6	6	10,7
<u>Мышечные лоскуты на широком основании</u>	21	75,0	16	28,6
икроножная мышца	2	7,1	4	7,1
камбаловидная мышца	17	60,7	12	21,4
передняя большеберцовая мышца	1	3,6		0,0%
задняя большеберцовая мышцы	1	3,6		0,0
<u>Свободные лоскуты</u>	5	17,9	10	17,9
лоскут из широчайшей мышцы спины	5	17,9	9	16,1
лоскут из латеральной широкой мышцы бедра	0	0,0	1	1,8
лучевой лоскут	1	3,6		0,0
<u>Укорочение и/или ангуляция сегмента</u>	0	0,0	9	16,1

Окончательную фиксацию перелома выполняли с помощью спице-стержневого циркулярного аппарата, внутреннего фиксатора (блокируемого штифта), в некоторых случаях после длительного ношения стержневого аппарата наружной фиксации переходили на гипсовую повязку. В исследуемой группе доля пациентов, у которых состояние покровных тканей после замещения дефекта позволило установить внутренний фиксатор, было значительно выше, чем в группе сравнения (таблица 16).

Таблица 16. Распределение больных по методам окончательной фиксации перелома

Метод фиксации	Исследуемая группа		Группа сравнения	
	абс.	%	абс.	%
Аппарат Илизарова	6	21,4	29	51,8
Блокируемый штифт	21	75,0	22	39,3
Гипсовая повязка	1	3,6	5	8,9

При наличии дефекта большеберцовой кости более 2 см проводили его замещение методом дистракционного остеогенеза в спице-стержневом аппарате. В 1 случае применен метод тибялизации малоберцовой кости.

После окончательной фиксации перелома пациентам разрешали дозированную нагрузку на поврежденную конечность, которую по мере появления признаков консолидации перелома увеличивали. Также проводили занятия лечебной физкультуры для разработки движений в голеностопном и коленном суставах.

2.2. Методы исследований

Использованы клинический, лабораторный, микробиологический, рентгенологический, ультразвуковой, лазерный доплерфлоуметрический и статистический методы исследования.

При субъективном обследовании проводили опрос. сбор жалоб, выясняли обстоятельств травмы, аллергологический анамнез, наличие

вредных привычек. При клиническом обследовании использовали методики диагностики сочетанных повреждений, описанные в классических руководствах по хирургии и травматологии. Также оценивали местный статус конечности, наличие деформации, размеры раны, кровоснабжение конечности.

С целью выявления сочетанных повреждений органов брюшной и плевральных полостей при поступлении всем больным проводили ультразвуковое исследование.

На реанимационном этапе осуществляли мониторинг основных гемодинамических показателей. Общий анализ крови (гемоглобин, гематокрит, лейкоцитарная формула, тромбоциты, СОЭ), биохимический анализ крови (общий белок, альбумин, билирубин, АЛТ, АСТ), коагулограмма (МНО, АЧТВ, протромбин, фибриноген), общий анализ мочи проводили при поступлении больного, далее ежедневно на реанимационном этапе и не реже 1 раза в неделю на профильном клиническом этапе.

Рентгенологическое исследование поврежденной конечности выполняли в двух проекциях по стандартной методике для выявления локализации и характера переломов при поступлении, после операций репозиции и остеосинтеза и при выписке больного. Также проводили рентгенологическое обследование по протоколу, принятому для пациентов с высокоэнергетическим механизмом травмы.

Тяжесть состояния пострадавшего оценивали по схеме Раре — Kretteck [Pape et al., 2002]. Эта схема ориентирована на принятие решения о возможности проведения у пациента продолжительных неотложных операций по реконструкции конечности в отличие от общепринятой градации состояния пациента на удовлетворительное, средней тяжести, тяжелое и критическое (таблица 17).

Таблица 17. Схема определения тяжести состояния пострадавшего по Раре — Krettek

Тяжесть состояния	Балл по ISS	Балл по CGS	АД, мм рт. ст.	ЧСС в 1 мин	ЧДД в 1 мин	Гемоглобин, г/л	Гематокрит
Стабильное	< 17	15	> 100	< 100	< 24	> 100	> 35
Пограничное	17–25	15–11	80–100	100–120	24–30	90–100	28–35
Нестабильное	26–40	10–7	60–79	> 120	> 30	60–90	18–27
Критическое	> 40	< 7	< 60	> 120	Диспноэ, апноэ	< 60	< 18

Тяжесть повреждения мягких тканей в зоне открытого перелома оценивали по классификации Гастило — Андерсона [Gustilo, Anderson, 1976] (таблица 18). Важно отметить, что объективная оценка тяжести повреждения мягких тканей при открытом переломе была возможна только в ходе первичного оперативного вмешательства, при котором ревизия раны имела важнейшее диагностическое значение.

Таблица 18. Классификация открытых переломов Гастило — Андерсона

Тип перелома	Описание
Тип I	Рана 1 см и менее, практически чистая. Наиболее вероятный механизм образования — травма отломком изнутри кнаружи. Минимальная контузия мышц. Простой поперечный или косой перелом
Тип II	Рана более 1 см в длину со значительным повреждением мягких тканей, отслойкой кожных лоскутов. Минимальное или умеренное размозжение мягких тканей. Простой поперечный или косой перелом с минимальным разобщением отломков

Тип III	Тяжелое повреждение мягких тканей, включая мышцы, кожу и нейроваскулярные структуры. Часто высокоэнергетический механизм травмы с тяжелым размождением окружающих перелом тканей
Тип IIIA	Тяжелое повреждение мягких тканей, но адекватное укрытие кости. Сегментарные переломы, огнестрельные переломы
Тип IIIB	Тяжелое повреждение мягких тканей с отслойкой надкостницы и обнажение кости. Обычно сильное загрязнение тканей
Тип IIIC	Открытый перелом, сопровождающийся повреждением магистральных сосудов, требующим восстановления

При наличии сочетанных повреждений проводили балльную оценку тяжести травмы по общепринятой шкале ISS, согласно которой тяжесть травмы равна сумме квадратов баллов по шкале AIS наиболее тяжелых повреждений.

Посев из раны открытого перелома проводили при поступлении больного, далее при наличии признаков раневой инфекции. Оценивали видовой состав флоры открытого перелома и определяли чувствительность возбудителей к антибактериальным препаратам.

Ультразвуковая доплерография сосудов нижней конечности выполнена 23 пациентам. Показанием к исследованию при поступлении больного являлось наличие признаков повреждений магистральных артерий нижней конечности. Последовательно оценивали состояние бедренной артерии на уровне скарповского треугольника, подколенной артерии на уровне подколенной ямки, задней большеберцовой, передней большеберцовой, малоберцовой артерии на уровне нижней трети голени, тыльной артерии стопы на уровне предплюсны, медиальной и латеральной артерии стопы

также на уровне предплюсны. Исследование проводили на аппарате Logiq 500 («General Electric») в режиме цветового картирования для выявления тока крови в артерии, прокрашивания просвета. Методом спектральной доплерографии определяли фазность кровотока, тип кровотока.

В плановом порядке ультразвуковую доплерографию сосудов нижней конечности проводили пациентам при подготовке к операции пересадки свободного реваскуляризированного лоскута для оценки состояния артерий реципиентной области. Также ультразвуковую доплерографию сосудов нижней конечности применяли для диагностики тромбоза глубоких вен нижних конечностей.

Ультразвуковую доплероскопию с помощью прибора BV-520, SHENZHEN BESTMAN INSTRUMENTS использовали для оценки скорости кровотока в восстановленной артерии конечности, в артерии лоскута. Исследование проводили в первые часы после восстановления кровотока, далее каждые 2 ч в течение 3 сут после операции. О наличии кровотока в артерии судили по прерывистому ритмичному шуму из динамика прибора. Отсутствие или снижение интенсивности шума рассматривали как признак нарушения кровотока по восстановленной артерии, что в сочетании с клиническими признаками ишемии считали показанием для ревизии области анастомоза.

Результаты лечения перелома оценивали по наличию признаков консолидации на рентгенограммах. Объем движений в коленном и голеностопном суставах определяли по стандартным методикам. Особо отмечали случаи формирования свищей в области голени в течение последних 5 месяцев и необходимость использования дополнительных средств для ходьбы. Для балльной оценки функциональных результатов лечения использовали шкалу LEFS [Binkley J.M. et al., 1999]. Пациента просили ответить, как трудно ему выполнить каждое из представленных ниже действий. Данная шкала предусматривает 4 градации ответов, каждой

из которых соответствует балльная оценка: *0 баллов* — очень трудно или невозможно выполнить действие, *1 балл* — довольно трудно, *2 балла* — умеренно трудно, *3 балла* — немного трудно, *4 балла* — совсем не трудно (максимальный результат — 80 баллов).

«Вся Ваша обычная активность на работе, дома или в школе»

«Ваши обычные хобби, отдых и спорт»

«Залезть или вылезти из ванны»

«Ходьба между комнатами»

«Одевание носков, обуви»

«Приседание на корточки»

«Поднятие объекта, например коробки с продуктами, с пола»

«Выполнение легкой работы по дому»

«Выполнение тяжелой работы по дому»

«Залезть и вылезти из машины»

«Пройти 2 квартала»

«Пройти 2 километра»

«Подняться или спуститься на 10 ступенек (1 пролет лестницы)»

«Стоять 1 час»

«Сидеть 1 час»

«Ходить по ровной поверхности»

«Ходить по неровной поверхности»

«Резко поворачивать во время быстрого бега»

«Прыгать»

«Переворачиваться в кровати»

Для сбора и анализа данных по анализу характера травмы, хода лечебного процесса и результатов лечения была создана электронная карта пострадавшего с тяжелым открытым переломом костей голени.

Карта включала следующие данные:

паспортную часть (фамилия, имя, отчество пострадавшего, пол, возраст, адрес проживания);

дату травмы, механизм, время, прошедшее с момента травмы до поступления в стационар;

основные показатели гомеостаза в первые сутки поступления, состояние пострадавшего в соответствии со схемой Рапе-Kretteck;

развернутый диагноз, при необходимости отмечали сочетанные повреждения и оценку по ISS;

характер открытого перелома, его локализация, уровень и объем повреждения мягких тканей, протяженность лишенного надкостницы участка кости;

методы стабилизации перелома, методы лечения дефектов мягких тканей, сроки их применения;

наличие и отсутствие раневой инфекции, характер раневой инфекции, осложнения со стороны лоскута;

данные о перфузии лоскута, полученные с помощью метода лазерной доплерфлоуметрии;

данные о наличии или отсутствии дефекта костной ткани, причинах его развития, методах замещения дефекта костной ткани;

продолжительность нахождения больного в стационаре;

результаты лечения пациента: сросся ли перелом, удалось ли избежать развития хронического остеомиелита, наличие контрактур смежных суставов, оценка функции нижних конечностей по шкале LEFS через 4–5 мес после окончания лечения.

Статистический анализ результатов осуществляли в программе Microsoft Excel. Качественные признаки анализировали с помощью точного двустороннего критерия Фишера, количественные признаки — критерия Стьюдента.

Методика лазерной доплерфлоуметрии лоскутов

Для оценки кровотока в пересаженных лоскутах использовали лазерную доплерфлоуметрию, которую выполняли на приборе BLP21 фирмы «Transonic». Этот метод основан на эффекте частотного сдвига (доплера) при отражении лазерного луча от движущихся клеточных элементов крови.



Рис. 3. Вид установки для лазерной доплерфлоуметрии.



Рис. 4. Проведение лазерной доплерфлоуметрии у пациента.

Данные лазерной доплерфлоуметрии использовали для сравнения относительного кровотока в пересаженных лоскутах разного тканевого состава через 7–10 сут. после операции. Исследования выполняли с помощью фиксируемого поверхностного датчика. Мышечные лоскуты изучали после аутодермопластики. Измерения проводили последовательно в трех точках лоскута: Л1 — дистальный отдел лоскута, Л2 — средний отдел лоскута, Л3 — проксимальный отдел лоскута, а также в средней трети контралатеральной голени, служившей контролем (К). В каждой точке считывали показания прибора в течение 30 с с записью кривой и вычислением среднего значения в программе AcqKnowledge 3.9.1.6 BIOPACSYSTEM. Единицей измерения кровотока была 1 перф. ед., равная $1 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot 100^{-1} \text{ г ткани}$.

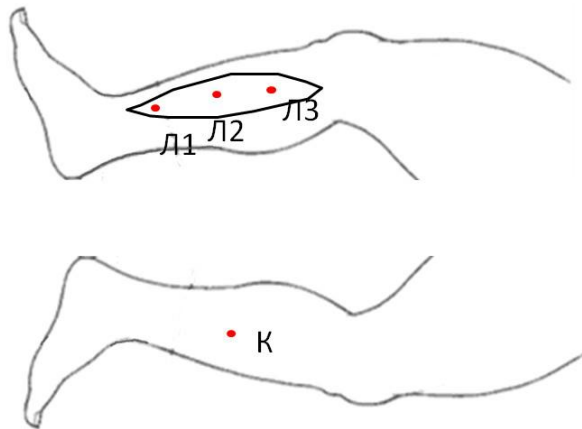


Рис. 5. Точки, в которых исследовали кровоток в лоскуте методом лазерной доплерфлоуметрии.

Оценивали следующие величины:

усредненный кровоток по лоскуту — $(Л1 + Л2 + Л3)/3$;

минимальный кровоток по лоскуту (в подавляющем большинстве случаев регистрировали в дистальных отделах) — Л1;

разницу между минимальным и максимальным значением кровотока по лоскуту — $Л_{\max} - Л_{\min}$.

Для минимизации влияния на результаты индивидуальных особенностей кровотока полученные абсолютные значения делили на величину кровотока в контрольной точке в средней трети голени (К) и получали относительные величины, которые учитывали при анализе и формулировке выводов:

относительное значение усредненного кровотока по лоскуту = усредненный кровоток по лоскуту/К — это показатель общего уровня перфузии лоскута;

относительное минимальное значение кровотока по лоскуту = $Л_{\min}/К$ — это показатель уровня перфузии в наиболее уязвимой части лоскута, как правило, дистальной;

относительную разницу между максимальным и минимальным кровотоком по лоскуту = $(Л_{\max} - Л_{\min})/К$ — один из показателей неравномерности перфузии по лоскуту;

долю разности от среднего уровня перфузии лоскута = (относительная разность между максимальным и минимальным кровотоком по лоскуту)/относительное значение усредненного кровотока по лоскуту — это интегральный показатель неравномерности перфузии лоскута.

Лазерную доплерфлоуметрию по описанной методике провели у 20 пострадавших после замещения дефектов мягких тканей голени местными или свободными реваскуляризированными лоскутами различного тканевого состава.

Результаты сравнивали в следующих подгруппах:

- кожно-фасциальных лоскутов (11 наблюдений) и мышечных лоскутов (9 наблюдений);
- местных мышечных лоскутов (4 наблюдения) и свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов (5 наблюдений);
- местных кожно-фасциальных лоскутов (7 наблюдений) и свободных реваскуляризированных кожно-фасциальных лоскутов (4 наблюдения);
- свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов (5 наблюдений) и свободных реваскуляризированных кожно-фасциальных лоскутов (4 наблюдения).

Глава 3. Анализ эффективности традиционной системы лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей

3.1. Анализ характера травмы у пациентов группы сравнения

Группу сравнения составили 56 пострадавших с открытыми переломами костей голени, поступившие в НИИСП им Н.В. Склифосовского в период с 2005 по 2010 г. Основная часть (78,6%) пациентов группы сравнения представлена мужчинами трудоспособного возраста. Во всех случаях повреждения явились результатом высокоэнергетической травмы с преобладанием двух механизмов: травма пассажиров и водителей мотоциклов (30,4%) и наезд транспортного средства (26,8%). Подавляющее большинство (83,9%) пострадавших группы сравнения доставлены в ранние сроки (до 4 ч) после травмы.

Открытые переломы костей голени, осложненные дефектом мягких тканей, наиболее часто локализовались в средней (58,9%) и нижней (26,7%) трети этого сегмента. Данный факт обусловлен тем, что, с одной стороны, эта область находится на уровне бампера большинства автомобилей, с другой — стороны относительно бедным кровоснабжением этой области. По тяжести открытого перелома у всех пострадавших повреждение классифицировано как тип III по Гастило — Андерсену, преимущественно подтипы А и В. У большинства (75%) пациентов отмечены тяжелые оскольчатые (тип В и тип С по классификации АО) переломы диафизов малоберцовой и большеберцовой костей. Эти данные говорят о том, что травмирующий агент высокой энергии приводит к тяжелым повреждениям как костных структур, так и мягкотканного покрова. Наличие тяжелого оскольчатого перелома является своеобразным индикатором высокоэнергетической травмы и выраженного повреждения мягкотканного покрова.

По характеру повреждения покровов в группе сравнения доминировали повреждения с развитием вторичного дефекта мягких тканей в области

перелома — 69,6% наблюдений. Дефекты мягких тканей у подавляющего большинства пострадавших локализовались по переднемедиальной поверхности голени, лишь у 7,1% пострадавших имели место повреждения по переднелатеральной поверхности травмы на уровне проксимального или дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Площадь дефекта мягких тканей чаще всего не превышала 1% поверхности тела (66,1% случаев), протяженность обнаженного участка большеберцовой кости — 5 см. Таким образом, большинство дефектов мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени были небольшого размера, и в этих случаях возможно применение местных тканей для замещения.

Сочетанные повреждения отмечены примерно у одной трети пациентов группы сравнения. С наибольшей частотой (12,5%) встречались пациенты с сочетанной черепно-мозговой травмой. Состояние большинства пострадавших при поступлении оценено как нестабильное (23,2%) или пограничное (37,5%). В стабильном состоянии доставлено только около 40% пациентов. Среди поступивших с сочетанными повреждениями доля пациентов в нестабильном и пограничном состоянии составила 81,3%, среди поступивших с изолированными повреждениями — 53,8%. На основании этого можно заключить, наличие открытого перелома костей голени, осложненного дефектом мягких тканей, является независимым фактором, значительно влияющим на тяжесть состояния пострадавшего. Это также подтверждается диагностикой у большинства (64,3%) пострадавших синдрома острой кровопотери разной степени выраженности.

3.2. Лечение пострадавших группы сравнения

После поступления пострадавшего с открытым переломом костей голени, осложненным тяжелым повреждением мягких тканей, безотлагательно начинали инфузионную терапию (растворы кристаллоидов), антибактериальную терапию (ципрофлоксацин в дозе 500 мг, метронидазол в дозе 100 мг) и профилактику столбняка. При наличии дыхательных

расстройств проводили интубацию трахеи и ИВЛ. Во время интенсивной терапии продолжали осмотр и физикальное обследование пациента, выполняли рентгенограммы грудной клетки, грудного и поясничного отделов позвоночника, таза. Определяли характер и локализацию раны открытого перелома, наличие деформации конечности, наличие или отсутствие кровотечения из раны. Выполняли рентгенограммы поврежденной голени.

3.2.1. Протокол первичной хирургической операции

После подготовки больного доставляли в операционную, где после обработки конечности выполняли первичную хирургическую обработку раны. В среднем время между поступлением пострадавшего и началом обработки раны составляло около 2 ч. Первым этапом рану промывали большим количеством антисептиков. При повреждении магистральных сосудов для обеспечения временного гемостаза накладывали сосудистые зажимы и снимали жгут. Удаляли инородные тела. При необходимости детального осмотра области повреждения рану расширяли дополнительными разрезами. Показаниями для удаления мышц были отсутствие кровотечения, сократимости и измененный цвет. Фасцию и подкожную жировую клетчатку удаляли широко при наличии минимальных признаков повреждения. Кожные лоскуты удаляли только при наличии явных признаков размозжения. Определенной тактики в отношении иссечения костной ткани не было. В одних случаях удаляли только мелкие свободно лежащие осколки, в других — и крупные кортикальных фрагменты, в третьих проводили резекцию костных отломков до появления признака кровяной росы и укорочения конечности.

После хирургической обработки раны выполняли репозицию отломков, временную фиксацию стержневым аппаратом. У пациентов с тяжелыми внутрисуставными переломами конечность фиксировали циркулярным спице-стержневым аппаратом, что сильно ограничивало возможности

местного лечения раны открытого перелома и проведение реконструктивных операций по восстановлению мягких тканей в области повреждения.

При наличии сопутствующих повреждений магистральных сосудов конечности проводили восстановление задней большеберцовой артерии: в 1 случае прямым швом по типу конец в конец, в 1 — путем протезирования реверсированным аутооттрансплантатом из большой подкожной вены. При повреждении малоберцового нерва первичное восстановление не проведено ни в одном случае.

3.2.2. Закрытие раны открытого перелома на первичной операции

Следующим этапом ушивали кожную рану над переломом, зачастую с сильным натяжением. При невозможности ушивания наносили множественные послабляющие разрезы — у 11 (19,6%) пострадавших или пытались «натянуть» мышцы» без должной мобилизации и формирования лоскута, не учитывая сосудистую анатомию — у 6 (10,7%). Во многих случаях для этой цели использовали размозженную мышечную ткань сомнительной жизнеспособности. При больших первичных дефектах мягких тканей у 3 (5,5%) больных рана закрыта кожно-фасциальным лоскутом на широком основании. У 3 (5,4%) больных рана открытого перелома оставлена открытой, наложены мажевые повязки.

Необходимо отметить, что тяжесть состояния пациента не влияла на тактику оперативного лечения пострадавших группы сравнения. Даже крайне тяжелым пациентам с сочетанной черепно-мозговой травмой (4 пострадавших) и нестабильной гемодинамикой проводили хирургическую обработку раны в полном объеме, репозицию и фиксацию отломков большеберцовой кости, предпринимали попытку укрыть область перелома местными тканями.

3.2.3. Лечение в периоде после первичной операции

После операции больным продолжали инфузионную и антибактериальную терапию. При необходимости выполняли переливание эритроцитарной массы и свежезамороженной донорской плазмы и обеспечивали дополнительную нутритивную поддержку. После остановки послеоперационного кровотечения начинали профилактику тромбоза глубоких вен нижних конечностей различными препаратами (фраксипарин 0,3 мл 1 раз в день или нефракционированный гепарин 5 тыс. ед. 3 раза в день). Ежедневно проводили перевязки раны открытого перелома. При появлении признаков нарушения кровоснабжения кожных лоскутов и формирующегося некроза придерживались выжидательной тактики до формирования отчетливой зоны демаркации, появления гнойного отделяемого из-под нежизнеспособных тканей. Наличие этих признаков являлось показанием к некрэктомии. В большинстве (48,2%) случаев проводили этапные некрэктомии в перевязочной до полного удаления некротизированной ткани из области повреждения. Тактика одномоментной некрэктомии применена только у 12 (21,4%) пациентов. По срокам лишь у 7 (12,5%) пострадавших некрэктомия выполнена в срок до 15 сут. с момента травмы, остальным 32 (57,1%) пострадавшим — в более поздние сроки.

При появлении в ране открытой костной ткани большинству пострадавших — 44 (78,6%) пациента — проводили местное лечение раны во влажной среде мазевыми, гидрогелевыми повязками. Также при обнажении зоны перелома применяли терапию отрицательным давлением — 9 (16,1%) пострадавших. Для стимуляции роста грануляционной ткани на обнаженной костной ткани выполняли остеоперфорацию кортикального слоя и дальнейшее местное лечение во влажной среде — 6 (10,7%) наблюдений. Во многих случаях — 16 (29%) пострадавших — такое лечение позволяло заполнить раневой дефект грануляционной тканью и выполнить аутодермопластику зоны перелома.

Следует отметить, что даже у соматически тяжелых пациентов с открытыми переломами костей голени, осложненными обширными дефектами мягких тканей, сохраняли конечность, выполняли первичную хирургическую обработку раны, наложение стержневого аппарата наружной фиксации, пытались закрыть дефект местными тканями, затем длительно проводили местное лечение ран. Целью лечебных мероприятий было непременно сохранение конечности. Как правило, ситуация длительно не улучшалась, обнажались участки большеберцовой кости на большом протяжении, что сопровождалось потерей электролитов и белков через обширную раневую поверхность. В 2 наблюдениях такая тактика лечения в конечном итоге привела к сепсису с полиорганной недостаточностью и в 1 случае способствовала летальному исходу.

Клиническое наблюдение 1.

Пациентка Б., 75 лет, и/б 1678-10. Получила травму в результате ДТП (сбита автомобилем). Диагноз при поступлении: открытый перелом обеих костей левой голени типа III по Гастило — Андерсену, обширная рвано-ушибленная рана левой голени с дефектом мягких тканей. Состояние при поступлении нестабильное. Выполнена первичная хирургическая обработка раны, наложен аппарат наружной фиксации, дефект мягких тканей закрыт частью камбаловидной мышцы, мобилизованной без учета сосудистой анатомии. После операции проводилась антибактериальная, инфузионная и трансфузионная терапия. Пострадавшая получала антикоагулянты, дезагреганты. Лечение осложнилось частичным (около 50% площади) некрозом части камбаловидной мышцы, вторичным некрозом кожных лоскутов. В результате некрэктомии сформировался дефект кожи около 4% поверхности тела (рис. 6, а, б). Проводили местное лечение с помощью гидрогелевых повязок, вакуумных систем. Больная получала парентеральное и энтеральное питание, инфузии альбумина, свежесзамороженной плазмы.

Однако, несмотря на проводимые лечебные мероприятия, развилась выраженная гипопроотеинемия: на 22-е сутки в биохимическом анализе крови общий белок 54 г/л, альбумин 26 г/л. Несмотря на это продолжено местное лечение, направленное на сохранение конечности (рис. 6, в). В результате состояние больной осложнилось развитием септического состояния. Пациентка переведена в реанимационное отделение, где, несмотря на проводимую интенсивную терапию, скончалась от явлений выраженной полиорганной недостаточности на 41-е сутки после травмы.

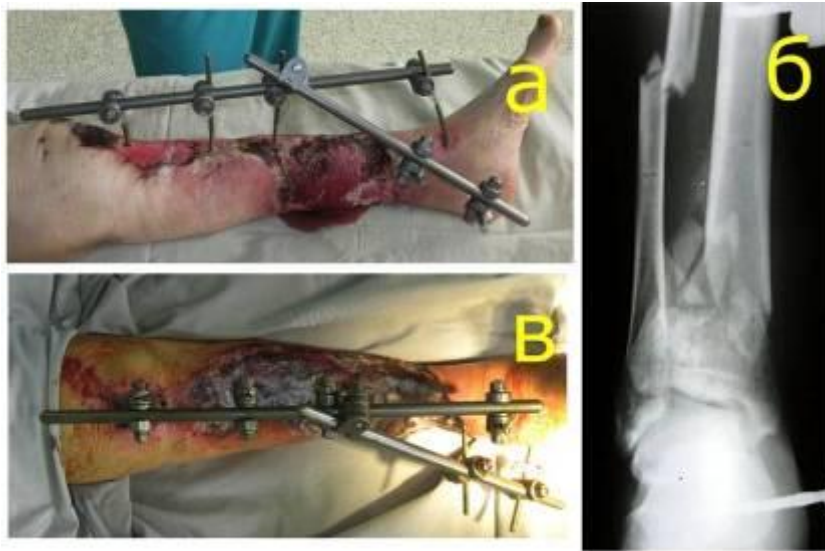


Рис. 6. Пациентка Б, 75 лет, и/б 1678-10. Диагноз: открытый перелом обеих костей левой голени нижней трети, осложненный дефектом мягких тканей. Обширная рвано-ушибленная рана левой голени.

а — вид конечности на 14-е сутки после ПХО раны, наложения стержневого аппарата наружной фиксации, пластики дефекта лоскутом из дистально прикрепленной медиальной половины камбаловидной мышцы, частичный некроз лоскута, гранулирующая рана, составляющая 4% площади поверхности тела;

б — рентгенограмма левой голени при поступлении;

в — левая голень на 30-е сутки после травмы: динамики заживления раны нет, имеется плотный струп на раневых поверхностях.

К тому времени, когда все-таки принималось решение о пластике покровных тканей зоны перелома лоскутом, как правило, уже отмечался

некроз обнаженного участка большеберцовой кости, который диагностировали по появлению желтого оттенка, высыхания верхнего кортикального слоя. Рана отрывного перелома заполнялась по краям характерными патологическими грибовидными грануляциями. Следствием длительного воспаления были уплотнение, гиперемия окружающих тканей, характерное утолщение краев раны. В посевах отделяемого раневого дефекта выявлялись различные полирезистентные госпитальные штаммы микроорганизмов — *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*.

3.2.4. Тактика вторичной операции

После обработки антисептиками иссекали всю патологически измененную грануляционную ткань. Резекцию некротизированных костных отломков выполняли постепенно по 1 см, до появления признака кровяной росы, что считали критерием достижения здоровой костной ткани. У 28 (50,9%) пациентов это стало причиной формирования значительных дефектов большеберцовой кости, которые требовали длительного замещения. Четирем (7,3%) пациентам вместо циркулярного иссечения некротизированных участков большеберцовой кости во избежание формирования дефекта костной ткани выполнили декортикацию. Обязательно иссекали патологически измененные края раны.

3.2.5. Методы пластики покровных тканей

В 9 (16,4%) наблюдениях дефект мягких тканей закрыт за счет изменения геометрии сегмента, в 38 (69%) — посредством использования различных видов лоскутов. У 7 пациентов применили кожно-фасциальный лоскут на широком основании с латеральной или медиальной поверхности голени, у 6 — икроножный кожно-фасциальный лоскут на осевом кровотоке, у 16 — местные мышечные лоскуты, такие как лоскут из икроножной мышцы (4 случая), лоскут из камбаловидной мышцы (12 случаев).

Мышечные лоскуты выделяли по стандартной методике. Десяти пациентам с глубокими и обширными дефектами мягких тканей было выполнено закрытие свободным ревааскуляризированным лоскутом. Отмечали большие трудности при выделении сосудов донорской области по причине выраженного фиброза паравазальных тканей, при выполнении сосудистых анастомозов вследствие выраженных изменений сосудистой стенки. В 14,3% случаев аутодермопластику после перемещения лоскута проводили отсрочено, в 28,6% — одномоментно. У 9 (16,1%) пострадавших с сочетанными мягкотканными и костными дефектами дополнительно выполнено укорочение конечности.

3.2.6. Окончательная фиксация перелома

Так как у большой доли пострадавших имелись дефекты большеберцовой кости, а также различные нарушения заживления мягких тканей, то окончательную фиксацию перелома проводили в циркулярном спицестержневом аппарате — 35 (62,5%) пострадавших. Спицестержневой аппарат наружной фиксации обеспечивал условия, с одной стороны, для проведения дистракционного остеогенеза, с другой — для заживления дефекта мягких тканей.

У 21 (37,5%) пострадавшего для фиксации перелома большеберцовой использовали внутренний фиксатор, из них у 13 (23,2%) — блокируемый штифт в оболочке из костного цемента с антибиотиком.

3.2.7. Послеоперационный период

После операции больным назначали антибактериальную терапию, которую подбирали по результатам предоперационного посева из раны, антикоагулянты, дезагреганты. Оценивали кровоснабжение пересаженного свободного ревааскуляризированного лоскута по цвету, температуре и методом доплероскопии. Пациентам разрешали ходьбу при помощи костылей на 10-е сутки после травмы, проводили занятия ЛФК для

разработки движений в коленном и голеностопном суставах. На 6-е сутки после операции начинали тракцию в области остеотомии с целью замещения дефекта большеберцовой кости по 1 мм в сутки.

3.3. Результаты лечения пострадавших группы сравнения

3.3.1. Летальные исходы

Летальный исход констатировали в 2 (3,6%) наблюдениях. У 1 больного он стал результатом ДВС-синдрома с последующим развитием синдрома полиорганной недостаточности. Одной из причин развития этого синдрома в этом случае было проведение длительной операции на голени, включавшей помимо первичной хирургической обработки раны и наложения стержневого аппарата наружной фиксации попытки закрытия дефекта мягких тканей путем мобилизации окружающих размозженных мышц и кожных лоскутов.

В 1 наблюдении причиной летального исхода был тяжелый раневой сепсис, развившийся у возрастной пациентки после длительного местного лечения открытого перелома обеих костей голени, осложненного обширным дефектом мягких тканей.

3.3.2. Осложнения

Тромбоз глубоких вен нижних конечностей диагностировали у 11 (20%) пациентов группы сравнения. Пневмония развилась в 4 (7,3%) случаях. Ампутация по причине тяжелых гнойных осложнений выполнена 2 (3,6%) пациентам.

Частота развития глубокой раневой инфекции в зоне перелома у пострадавших группы сравнения составила 37,5% (21 пострадавший). По результатам посевов из ран основными микроорганизмами были *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter*. Поверхностную инфекцию констатировали у 25 (44,6%) пострадавших.

Первичный дефект большеберцовой кости отмечен у 4 (7,1%) пострадавших, средняя величина дефекта составила 7,5 см. Некроз значительных участков большеберцовой кости выявлен у 32 (57,1%) пациентов. У 21 (37,5%) больного после некрэктомии образовался циркулярный дефект большеберцовой кости более 3 см (средний размер 8 см).

Частота частичных некрозов пересаженных лоскутов составила 34%. Тотальный некроз пересаженного лоскута развивался у 2 (3,6%) больных, из них у 1 (некроз камбаловидной мышцы) он был обусловлен особенностями анатомии кровеносных сосудов и перевязкой крупных перфорантных сосудов в средней трети голени в ходе выделения лоскута, у 1 (некроз свободного ревааскуляризированного трансплантата) — артериальным тромбозом вследствие выраженных изменений сосудистой стенки. Нагноение гематомы донорской области отмечено в 2 случаях после перемещения камбаловидной мышцы. Серома донорской области выявлена в 3 случаях после забора свободного ревааскуляризированного лоскута из широчайшей мышцы спины.

3.3.3. Длительность лечения

Средняя длительность пребывания пациента группы сравнения в стационаре, с учетом всех госпитализаций, составила 90,3 койко-дня.

3.3.4. Консолидация кости

Консолидация перелома в сроки от 4 до 6 мес. констатирована у 10 (17,9%) пострадавших, от 6 до 10 мес. — у 8 (14,3%), более 10 мес. — у 25 (44,6%). Средний срок сращения переломов составил 14,1 мес. Несращения большеберцовой кости выявлены у 24 (42,9%) пострадавших. Частота развития хронического остеомиелита в группе сравнения составила 51,8% (29 больных).

3.3.5. Функциональные результаты лечения

Функцию нижней конечности оценивали в среднем через 22 мес. после травмы. Ограничение движений в коленном суставе имелось у 19 (33,9%) пациентов, в голеностопном суставе — у 47 (83,9%). Средний балл по шкале оценки функции нижней конечности составил 57,7 из 80 возможных.

3.4. Анализ результатов лечения пострадавших группы сравнения

3.4.1. Влияние методов и сроков восстановления покровных тканей на частоту осложнений

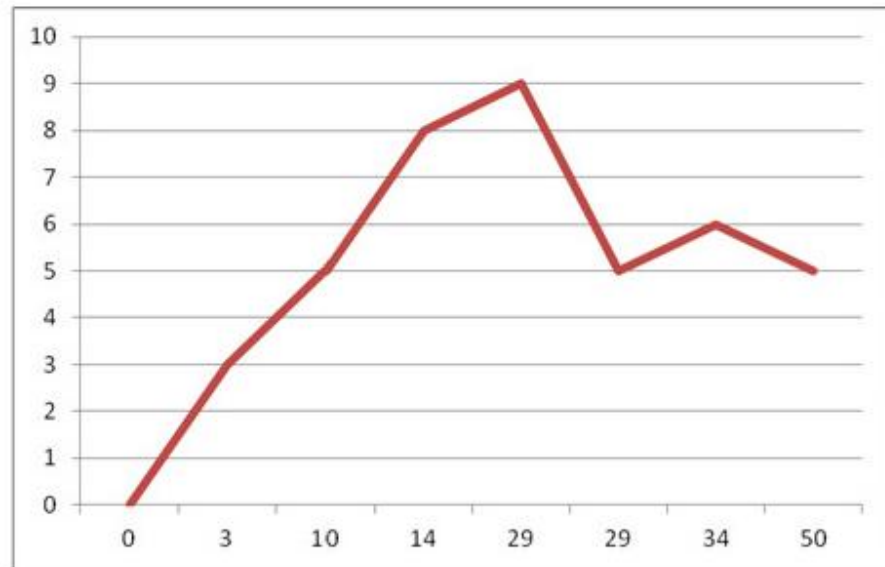
С целью оценки влияния сроков и методов восстановления покровных тканей на частоту осложнений у пациентов с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, мы разделили пациентов группы сравнения на 3 подгруппы: подгруппу раннего замещения, в которой перемещение кровоснабжаемого лоскута для закрытия дефекта выполнено в срок до 15 сут. после травмы (8 пострадавших); подгруппу позднего замещения (31 пациент), в которой закрытие кровоснабжаемым лоскутом проведено спустя более 15 сут. после травмы; подгруппу местного лечения, в которой заживление достигнуто за счет длительного местного лечения раневой поверхности дефекта (17 пострадавших).

Частота глубокой раневой инфекции в подгруппе раннего замещения составила 25% (2 пострадавших), в подгруппе позднего замещения — 38,7% (12 пациентов), в подгруппе местного лечения — 41,2% (7 пострадавших).

Таким образом, срок замещения дефекта мягких тканей лоскутом влияет на частоту развития острой раневой инфекции у пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей. Реже всего раневая инфекция развивается при раннем закрытии дефекта. Частоты развития глубокой раневой инфекции при позднем закрытии и длительном местном лечении раны примерно идентичны.

Мы предположили, что это связано с динамикой контаминации раневой поверхности в области открытого перелома. Установлено, что ни у одного больного, которому выполняли посевы из раны открытого перелома при поступлении, роста микроорганизмов не отмечено. Однако уже на 2-е сутки нахождения в реанимационном отделении стационара при посевах из ран выявлялся рост госпитальных полирезистентных микроорганизмов, таких как *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*. В дальнейшем констатировали появление ассоциаций этих микроорганизмов. Таким образом, после травмы область открытого перелома практически никогда не бывает инфицированной, но с каждым днем лечения в стационаре раневая поверхность контаминируется все новыми и новыми высоковирулентными полирезистентными госпитальными штаммами микроорганизмов, которые вызывают развитие глубокой раневой инфекции. При этом наибольшей концентрации микроорганизмы достигают на 20–30-е сутки после травмы (график 1).

Концентрация
микроорганизмов
10 в степени



Сутки после травмы

График 1. Динамика контаминации
открытого перелома.

раневой поверхности

С целью выявления причин развития хронической раневой инфекции в форме остеомиелита мы сравнили частоту развития этого осложнения в этих же подгруппах (раннего замещения, позднего замещения и местного лечения). В подгруппе раннего замещения хронический остеомиелит диагностировали у 4 (50%) пострадавших, позднего замещения — у 15 (48,3%), местного лечения — у 11 (64,7%). Из приведенных данных можно заключить, что время закрытия дефекта мягких тканей кровоснабжаемым лоскутом практически не влияет на частоту хронической раневой инфекции в форме хронического остеомиелита. Отсутствие перемещения в зону дефекта жизнеспособной, неповрежденной ткани повышает вероятность поздней хронической инфекции. Возможно, это связано с тем, что при открытом местном лечении раневой поверхности дефект мягких тканей замещается заведомо неполноценной грануляционной тканью, которая в дальнейшем перерождается в плотный, плохо кровоснабжаемый рубец, не устойчивый к инфекции.

3.4.2. Влияние сроков и методов восстановления покровных тканей на процесс консолидации кости

Для оценки влияния сроков восстановления мягкотканного окружения перелома на процесс консолидации мы провели сравнение в выделенных ранее подгруппах сроков консолидации перелома большеберцовой кости и частоты развития несращения — состояния, при котором требовались повторные оперативные вмешательства с целью создания условий для консолидации перелома. В подгруппе раннего замещения средний срок консолидации перелома составил 14,3 мес., частота развития несращений — 37,5 % (3 пациента), в подгруппе позднего закрытия — 14,4 мес. и 45,2% (14 пострадавших), в подгруппе местного лечения — 17,22 мес. и 41,2% (7 пострадавших) соответственно. Таким образом, сроки замещения дефекта мягких тканей мало влияют на сроки консолидации, однако при местном лечении раны сроки консолидации несколько увеличиваются.

Основным показанием к замещению дефекта мягких тканей кровоснабжаемым лоскутом является наличие в раневой поверхности костной ткани, лишенной надкостницы. Мы сравнили частоту некроза костной ткани и образования циркулярного дефекта большеберцовой кости после остеонекрэтомии в трех подгруппах. В подгруппе раннего замещения частота некроза участков большеберцовой кости составила 25% (2 пострадавших), циркулярный дефект большеберцовой кости развился в 12,5% случаев (1 пострадавший), в подгруппе позднего замещения частота некроза большеберцовой кости — 54,8% (17 пострадавших) и 45,2% (14 пострадавших), в подгруппе местного лечения — 70,6% (12 пострадавших) и 41,2% (7 пострадавших) соответственно. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что длительная задержка восстановления покровных тканей способствует некрозу участков большеберцовой кости, возможно, вследствие инфицирования и высыхания, особенно при нарушенном вследствие травмы кровоснабжении этих участков. В тяжелых случаях после

резекции этих участков образуется циркулярный дефект большеберцовой кости. Клиническое наблюдение 2 хорошо иллюстрирует данное утверждение.

Клиническое наблюдение 2.

Пациент В., 43 года, и/б 22475-07 (рис. 7). Пострадал в результате падения в шахту лифта. Диагноз при поступлении: открытый оскольчатый фрагментарный перелом обеих костей правой голени, осложненный дефектом мягких тканей, типа ПВ по классификации Гастилло — Андерсена. Местный статус: обширное размоложение мягких тканей голени, рана на границе средней трети и нижней трети голени размером 3х3 см, в рану выстоят лишенные надкостницы отломки большеберцовой кости. Состояние при поступлении пациента пограничное. Пациент взят в операционную, где произведена первичная хирургическая обработка ран правой голени, наложен циркулярный спицестержневой аппарат наружной фиксации. Раны правой голени оставлены открытыми, наложены гидрогелевые повязки. После операции проводилась антибактериальная, инфузионная терапия, местное лечение раны. Состояние больного осложнилось обширным некрозом мягких тканей по медиальной и латеральной поверхностям левой голени. Проводили этапные некрэтомии в условиях перевязочной, местное лечение раны в течение 35 сут. В результате сформировался дефект мягких тканей средней и нижней трети голени размером 16х7 см. В дефекте была обнажена большеберцовая кость на протяжении 16 см, развился некроз этого участка большеберцовой кости. Результатом некрэтомии стал дефект большеберцовой кости 13 см. На 64-е сутки после травмы в условиях операционной выполнено иссечение воспалительно измененных краев раны, патологической грануляционной ткани, что привело к образованию дефекта мягких тканей размером 20х10 см. Дефект замещен свободным реваскуляризированным лоскутом из широчайшей мышцы спины с кожной подушкой. Заживление

раны без осложнений. Восстановление мягких тканей позволило выполнить замещение дефекта большеберцовой кости методом дистракционного остеогенеза.



Рис. 7. Пациент 43 лет, и/б 22475-07.

Диагноз: открытый оскольчатый перелом обеих костей левой голени в нижней трети ШВ тип по Гастило — Андерсену.

а — вид левой голени при поступлении, б — рентгенограммы голени при поступлении, в — вид левой голени на 17-е сутки после хирургической обработки раны, наложения циркулярного аппарата, местного лечения ран; Имеется 2 дефекта мягких тканей 3х4 см и 4х4 см,
г — вид конечности на 35-е сутки после травмы, местного лечения ран, этапных некрэктомий, размер сквозного дефекта мягких тканей 13х8 см;
е — рентгенограммы пострадавшего на 35-е сутки после травмы, имеется дефект большеберцовой кости 13 см,
д- вид конечности на 3-и сутки после пластики мягких тканей свободным реваскуляризированным лоскутом из широчайшей мышцы спины.

3.4.3. Влияние развития циркулярного дефекта большеберцовой кости на результаты и продолжительность лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектом мягких тканей

Чтобы проанализировать влияние наличия значительного циркулярного дефекта большеберцовой кости на результаты лечения мы разделили пациентов исследуемой группы на две подгруппы: подгруппу с циркулярным дефектом большеберцовой кости, который требовал замещения (26 человека), и подгруппу пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, у которых развития циркулярного дефекта большеберцовой кости удалось избежать (31 пациент).

Продолжительность стационарного лечения в подгруппе с циркулярным дефектом большеберцовой кости составила в среднем 113,1 койко-дня, в подгруппе без циркулярного дефекта — 71 койко-день. Движения в коленном суставе были существенно ограничены у 10 (38,5%) пациентов подгруппы с циркулярным дефектом, у 9 (29%) пострадавших без такового, в голеностопном суставе — у 19 (73,1%) и 20 (64,5%) пациентов соответственно. Средняя оценка функции нижней конечности по шкале LEFS в подгруппе с циркулярным дефектом составила 51,5 балла, без него — 66,7.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что приоритетной задачей в лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, является предотвращение некроза и формирования дефекта большеберцовой кости. Это позволяет как существенно снизить продолжительность лечения, так и улучшить его функциональные результаты. В свою очередь уменьшить частоту развития некроза участков большеберцовой кости в этих случаях может раннее восстановление мягкотканного окружения посредством перемещения лоскута.

3.4.4. Влияние тканевого состава лоскута на частоту развития осложнений у пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей.

С целью определения влияния тканевого состава лоскута, используемого для замещения дефекта мягких тканей, на частоту развития осложнений мы разделили пострадавших группы сравнения на две подгруппы: подгруппу пациентов, у которых для замещения дефекта мягких тканей использовали мышечный лоскут (свободный реваскуляризированный или местный; 26 человек), и подгруппу, в которой для замещения дефекта использовали кожно-фасциальный лоскут (местный на широком основании и островковый на сосудистой ножке; 14 человек).

Частота некроза лоскута, который требовал выполнения дополнительных операций по восстановлению мягкотканного окружения, оказалась выше в подгруппе кожно-фасциальных лоскутов: 50% (7 пострадавших).

Клиническое наблюдение 3.

Пациент Г., 45 лет, и/б 22447-09. Пострадал в результате падения с высоты 2-го этажа. Диагноз: открытый перелом дистальных метаэпифизов обеих костей правой голени типа IIIA по Гастило — Андерсену. Состояние при поступлении стабильное. Местный статус: правая голень деформирована в нижней трети, имеется рана размером 5х2 см, в рану выстоят осколки большеберцовой кости. Кровообращение в правой стопе компенсировано, чувствительность сохранена. При поступлении пострадавшего выполнены первичная хирургическая обработка раны, фиксация перелома стержневым аппаратом. У пациента развился некроз мягких тканей в области перелома. На 10-е сутки выполнена некрэктомия, в результате сформировался дефект мягких тканей с обнажением области перелома размером 5х4 см. Для пластики покровных

тканей в нижней трети голени использовали икроножный кожно-фасциальный лоскут на осевом кровотоке. На 3-и сутки констатирован тотальный некроз пересаженного лоскута в связи с венозным тромбозом. Некрэктомия выполнена на 4-е сутки. Далее проводилось местное лечение раны методом локальной терапии отрицательным давлением. Аутодермопластика выполнена на 24-е сутки после некрэктомии. В ходе дальнейшего лечения у больного развился тяжелый хронический остеомиелит правой большеберцовой кости.

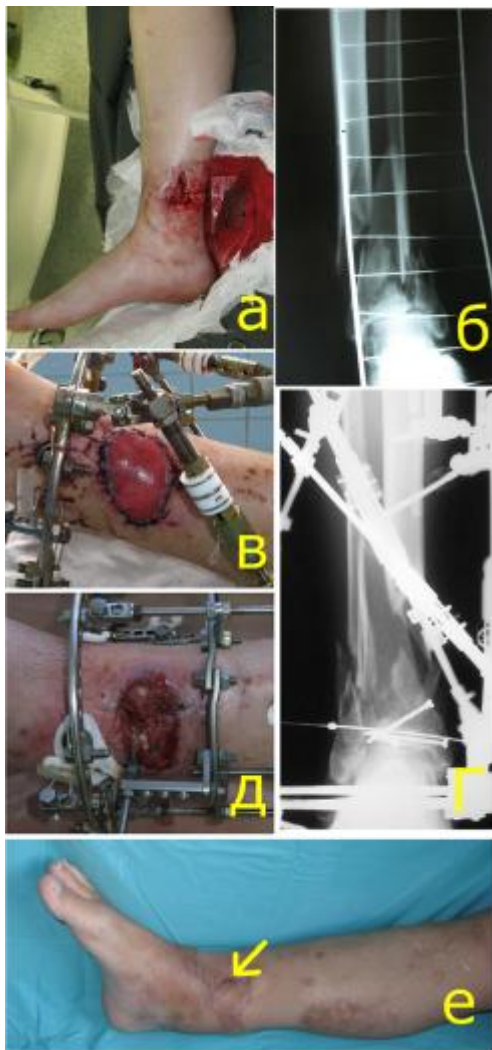


Рис. 8. Пациент Г., 45 лет, и/б 22447-09 . Диагноз: открытый оскольчатый перелом обеих костей левой голени в нижней трети типа IIIA.

а — вид конечности при поступлении,

б — рентгенограмма пострадавшего при поступлении

в — вид конечности на 5-е сутки после хирургической обработки раны, наложения гибридного аппарата наружной фиксации, пластики дефекта мягких тканей суральным кожно-фасциальным лоскутом на осевом кровотоке,

г — рентгенограмма после наложения аппарата наружной фиксации,

д — вид голени после некрэктомии, местного лечения раны,

е — вид голени через 10 мес после травмы, стрелкой отмечен свищевой ход.

В подгруппе мышечных лоскутов некроз значительных участков лоскута регистрировали в 26,9% наблюдений (7 пострадавших).

Частота хронической раневой инфекции после замещения дефекта мягких тканей лоскутом в обеих подгруппах оказалась примерно

одинаковой: 42,9% (6 пострадавших) в подгруппе кожно-фасциальных лоскутов и 42,3% (11 человек) в подгруппе мышечных лоскутов.

Средний срок консолидации в подгруппе мышечных лоскутов составил 12,9 мес., в подгруппе кожно-фасциальных лоскутов — 13,07 мес., частота несращений большеберцовой кости — 42,3% (11 пострадавших) и 42,8% (6 пострадавших) соответственно.

На основании представленных выше данных можно заключить, что тканевой состав кровоснабжаемого лоскута практически не влияет на частоту развития хронической раневой инфекции после закрытия дефекта в области открытого перелома, на процесс консолидации перелома. Однако выявлена меньшая частота некроза при использовании местных и свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов. Вторым фактором является значительно лучший косметический результат после использования местных мышечных лоскутов, чем при перемещении больших кожно-фасциальных лоскутов. Это обусловлено тем, что после перемещения местного кожно-фасциального лоскута остается дефект донорской области по размерам значительно превышающий размеры закрываемого дефекта. Донорская область после перемещения лоскута закрывается расщепленным кожным лоскутом с бедра, одномоментно или в отсроченном порядке, однако косметические результаты в обоих случаях неудовлетворительные.

3.4.5. Анализ тактики лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными вторичными дефектами мягких тканей

Для большинства пострадавших с вторичными дефектами мягких тканей применяли тактику поздних этапных некрэтомий в условиях перевязочной с последующим длительным консервативным лечением раны. Если консервативное местное лечение раны не имело успеха и обнаженная костная ткань перелома не покрывалась грануляционной тканью, то выполняли остеонекрэктомию и закрытие дефекта лоскутом. По данной методике пролечены 30 пострадавших с вторичными дефектами мягких

тканей группы сравнения (подгруппа А). Лишь у 9 пострадавших выполнена некрэтомия в условиях операционной с одномоментным закрытием дефекта мягких тканей кровоснабжаемым лоскутом (подгруппа Б).

Глубокую раневую инфекцию констатировали только в подгруппе А — 16 (53,3%) пострадавших. Частота развития хронического остеомиелита в подгруппе А составила 50% (15 пострадавших), в подгруппе Б — 33,3% (3 пострадавших).

Таким образом, выполнение некрэтомии в условиях операционной с одномоментным закрытием зоны перелома кровоснабжаемым лоскутом позволяет свести к минимуму риск глубокой раневой инфекции и снизить частоту развития хронической раневой инфекции в форме остеомиелита. Возможно, такие результаты связаны с тем, что некротизированные ткани в определенной мере предотвращают инфицирование зоны перелома и вторичный некроз тканей в результате высыхания. Постепенное их удаление в условиях перевязочной нарушает этот барьер, а последующие попытки консервативного лечения способствуют развитию раневой инфекции.

3.4.6. Влияние сроков проведения аутодермопластики на частоту поверхностной раневой инфекции

Поверхностная раневая инфекция развивалась на обнаженной площади мышечного лоскута или донорской области при перемещении кожно-фасциального лоскута. Клиническими симптомами были локальное воспаление, наличие серозного отделяемого, фибринового налета. Основным возбудителем была *Pseudomonas aeruginosa*. Для анализа влияния сроков аутодермопластики раневой поверхности мышечного лоскута и донорского участка при перемещении местного кожно-фасциального лоскута на частоту поверхностной раневой инфекции мы сравнили встречаемость этого осложнения в двух подгруппах пострадавших. В подгруппе одномоментной аутодермопластики (16 пострадавших) закрытие раневой поверхности расщепленным кожным лоскутом выполнено одномоментно после

перемещения кровоснабжаемого лоскута, в подгруппа отсроченной аутодермопластики (8) — в отсроченном порядке.

Частота поверхностной раневой инфекции в первой подгруппе составила 31,3% (5 пострадавших), во второй — 76,9% (10 пострадавших). Поверхностная раневая инфекция в группе одномоментной аутодермопластики, как правило, развивалась при частичном некрозе расщепленного кожного трансплантата. Однако в целом различия между группами очень значительные. Для разрешения поверхностной раневой инфекции требовалось довольно длительное местное лечение. Так, средняя продолжительность стационарного лечения в подгруппе одномоментной аутодермопластики составила 70,2 койко-дня, в подгруппе отсроченной аутодермопластики — 96,9 койко-дней.

Таким образом, одномоментное укрытие поверхности мышечного лоскута и донорской области после перемещения местного кожно-фасциального лоскута позволяет значительно снизить частоту поверхностной раневой инфекции этих областей и сократить общую продолжительность лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей.

3.5. Пути улучшения результатов лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей

После оценки результатов лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, анализа причин неудовлетворительных исходов и сравнения частоты осложнений в различных подгруппах намечены пути улучшения качества оказания медицинской помощи в рассматриваемой группе пациентов.

Важнейшим моментом в лечении является идентификация пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными тяжелым повреждением мягких тканей. Имеется несколько своеобразных «маркеров» возможного тяжелого повреждения мягких тканей. Во-первых,

это механизм травмы, так как все пациенты группы сравнения пострадали в результате высокоэнергетической травмы (внутриавтомобильная травма, мотоциклетная травма, сбиты транспортным средством, падение с высоты, огнестрельные ранения). Во-вторых, это наличие сопутствующих тяжелых повреждений, что указывает на высокую энергию травмирующего агента. В-третьих, это тяжелое повреждение большеберцовой кости, так как большинство пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненным дефектами мягких тканей, имели оскольчатые повреждения большеберцовой кости (типы В и С по классификации АО). Выделение этих пострадавших из группы пациентов с открытыми переломами голени важно для более пристального наблюдения за состоянием мягких тканей и раннего выполнения реконструктивных операций при необходимости.

Следующим важным моментом в оказании помощи пострадавшим с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, является дифференцированный подход к определению показаний и сроков выполнения реконструктивных операций в зависимости от тяжести состояния пациентов. Открытый перелом костей голени, осложненный дефектом мягких тканей, сам по себе является повреждением, значительно влияющим на тяжесть состояния пострадавшего, и требует осторожности при выполнении реконструктивных операций большого объема в неотложном порядке. При наличии сопутствующих повреждений у пострадавшего проведение ранней реконструкции становится опасным для жизни.

Одной из ключевых задач в лечении пациентов с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, является предотвращение развития глубокой гнойной инфекции. Эффективным методом предотвращения этого тяжелого осложнения является восстановление покровных тканей путем транспозиции лоскута. Раннее восстановление покровных тканей в области перелома обеспечивает значительное снижение частоты раневой инфекции. При изучении динамики

контаминации зоны повреждения при открытом переломе костей голени выявлено, что наилучшим сроком проведения реконструктивных операций являются первые часы после травмы, так как в это время зона повреждения после проведения хирургической обработки стерильна. Однако при нестабильном состоянии пострадавшего показана отсрочка реконструкции для стабилизации состояния на 5, максимум — на 15 сут. Закрытие дефекта мягких тканей в более поздние сроки сопряжено с большим риском развития глубокой раневой инфекции. Клинические данные о высокой частоте этого осложнения при позднем закрытии раны подтверждаются результатами микробиологических исследований при местном консервативном лечении раны, согласно которым наивысшая концентрация микроорганизмов на раневой поверхности открытого перелома достигается на 20–30-е сутки после травмы.

Следующей важнейшей целью в лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени является предотвращение развития некроза участков большеберцовой кости, так как после остеонекрэктомии у таких пациентов формируется дефект большеберцовой кости. Наличие значимого дефекта в 1,5 раза увеличивает сроки лечения пострадавшего, требует проведения длительных и трудных реконструктивных операций, значительно ухудшает функциональные результаты лечения. При анализе частоты осложнений у различных пострадавших группы сравнения выявлено, что раннее восстановление покровных тканей в области перелома (до 15 сут.), позволяет значительно снизить частоту развития некроза участков большеберцовой кости.

В целом при первичном дефекте мягких тканей наилучшие результаты лечения отмечены у тех пациентов, которым удавалось в ранние сроки восстановить мягкие ткани в области перелома, пусть даже перемещением простых кожно-фасциальных лоскутов. Это хорошо иллюстрируется представленным ниже клиническим наблюдением.

Клиническое наблюдение 4.

Пациент Н., 25 лет, и/б 10345-09. Пострадал в результате ДТП (сбит автомобилем). Бригадой СМП доставлен в НИИСП. Диагноз: сочетанная травма. Закрытая черепно-мозговая травма. Ушиб головного мозга средней степени тяжести. Открытый перелом обеих костей правой голени в средней трети типа ПВ по Гастило — Андерсену. Состояние пострадавшего оценено как пограничное. Местный статус при поступлении: левая голень деформирована в средней трети. Имеется рана левой голени размером 15х5 см, дном раны являются размозженные мышцы, отломки большеберцовой кости. При поступлении больного последовательно выполнены первичная хирургическая обработка раны, наложение стержневого аппарата наружной фиксации, закрытие дефекта мягких тканей мостовидным лоскутом. После операции проводилась инфузионная и антибактериальная терапия. Лечение больного осложнилось краевым поверхностным некрозом лоскута. Проводились этапные некрэктомии. В результате некрэктомий область перелома не была обнажена. Проводили местное лечение гидрогелевыми и мазевыми повязками. Рана заполнена грануляционной тканью. На 25-е сутки лечения выполнена аутодермопластика. Через 2,5 мес. после травмы аппарат наружной фиксации заменен на внутренний фиксатор (блокируемый штифт), после чего пострадавшему разрешили ходьбу с полной опорой на поврежденную конечность. На рентгенограммах признаки консолидации перелома появились через 6 мес. после травмы.

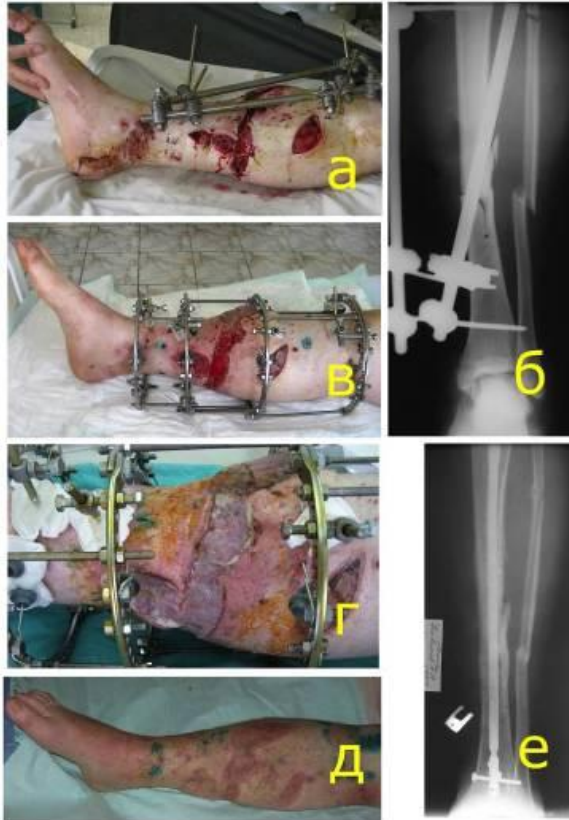


Рис. 9. Пациент 25 лет. Диагноз: открытый перелом обеих костей правой голени в средней трети с дефектом мягких тканей
а — вид голени пострадавшего на 2-е сутки после травмы, выполнены обработка раны, наложение стержневого аппарата наружной фиксации, закрытие дефекта мягких тканей мостовидным кожно-фасциальным лоскутом,
б — рентгенограмма голени на 2-е сутки после травмы,
в — вид голени на 15-е сутки после травмы на фоне местного лечения ран правой голени,
г — вид голени на 25-е сутки после травмы, выполнена аутодермопластика,
е — рентгенограммы пострадавшего через 2 мес. после травмы, выполнен остеосинтез левой большеберцовой кости штифтом,
д — вид голени через 4 мес. после травмы.

Выявлено, что наилучшей на данный момент тактикой хирургического лечения открытых переломов костей голени, осложненных некрозом покровных тканей в области перелома, является ранняя полная некрэктомия с последующим замещением образовавшегося вторичного дефекта мягких тканей в одну операцию. Подобная тактика позволяет предотвратить развитие раневой инфекции в открытой ране, а также некроз обнаженных участков большеберцовой кости.

Одномоментная аутодермопластика всех раневых поверхностей после перемещения лоскута (раневой поверхности донорского участка при перемещении кожно-фасциальных лоскутов, раневой поверхности мышечного лоскута) позволяет значительно сократить сроки стационарного

лечения и предотвратить развитие поверхностной раневой инфекции на обнаженных участках мышцы и подкожной жировой клетчатки.

3.6. Проблема выбора лоскута для замещения дефекта мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени

Одной из проблем в лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, требующей дальнейшей разработки, является выбор кровоснабжаемого лоскута для замещения дефекта. В группе сравнения использовали простые кожно-фасциальные лоскуты на широком основании (мостовидный лоскут, медиальный и латеральный лоскуты голени), островковые кожно-фасциальные лоскуты на сосудистой ножке (суральный лоскут), местные мышечные лоскуты (лоскуты из икроножных мышцы, из камбаловидной мышцы), свободные мышечные лоскуты (лоскут из широчайшей мышцы, лоскут из латеральной широкой мышцы бедра. Выбор между кожно-фасциальным и мышечным лоскутом в основном был обусловлен личными предпочтениями хирурга и простотой метода. При анализе частоты осложнений в различных подгруппах пострадавших группы сравнения получены данные, свидетельствующие о несколько большей надежности мышечных лоскутов, меньшей частоте осложнений при их использовании. Приживаемость лоскута и частота осложнений напрямую зависят от уровня кровотока, поэтому для решения вопроса об оптимальном тканевом составе лоскутов для закрытия дефекта мягких тканей в области перелома, необходимо детальное исследование особенностей перфузии перемещаемых тканей.

Другой острой проблемой, выявленной по результатам лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, является выбор конкретного метода в зависимости от локализации и величины дефекта. Отсутствие четких критериев выбора приводило к тому, что использовался не подходящий местный лоскут, хирург

стремился его дотянуть для заполнения дефекта либо путем избыточного натяжения, либо с помощью избыточной мобилизации в области места прикрепления. И то и другое нарушало кровоснабжение лоскута, приводило как к частичному, так и тотальному некрозу. В связи с этим требуют детального изучения возможности различных местных и свободных реваскуляризированных лоскутов для закрытия дефекта мягких тканей в области перелома костей голени на анатомических препаратах.

При анализе хода лечебного процесса и его результатов у пострадавших группы сравнения выявлено, что открытый перелом костей голени, осложненный дефектом мягких тканей, является в подавляющем большинстве случаев результатом высокоэнергетической травмы. Тяжелое повреждение мягких тканей сочетается с тяжелым повреждением кости и в некоторых случаях с повреждениями других областей тела, что значительно влияет на общее состояние пострадавшего и приводит к различным как местным, так и общим осложнениям. Показана важность дифференцированного подхода к проведению первичных реконструктивных операций. На основании анализа результатов лечения выявлено, что наилучшим методом восстановления покровных тканей голени при открытом переломе, осложненном первичным дефектом мягких тканей, является перемещение кровоснабжаемого лоскута в ранние сроки. При развитии вторичного дефекта мягких тканей наилучшие результаты получены при выполнении некрэктомии и одномоментного закрытия лоскутом. Однако требует уточнения вопрос об оптимальном тканевом составе лоскута для замещения дефекта покровов у пострадавшего с открытым переломом костей голени. Также требуется разработать схему выбора конкретного лоскута в зависимости от локализации и величины дефекта в области открытого перелома костей голени.

Глава 4. Разработка объективных критериев выбора методов пластики покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени

4.1. Анализ данных лазерного доплерфлоуметрического исследования перфузии различных по тканевому составу и типу кровоснабжению лоскутов

Проблема выбора лоскута определенного тканевого состава и типа кровоснабжения у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, стоит особенно остро. Кровообращение перемещенного или пересаженного лоскута играет очень важную роль в восстановительных процессах зоны повреждения. Хороший равномерный кровоток по всей поверхности лоскута делает его ткань устойчивой как к натяжению, так и к раневой инфекции. Для оценки характера кровотока в микрососудистом русле в пересаженных кровоснабжаемых лоскутах различного тканевого состава и типа кровоснабжения мы провели лазерную доплерфлоуметрию. Методика исследования детально описана в главе 2.

4.1.1. Сравнение величины кровотока в мышечных и кожно-фасциальных лоскутах

В мышечных лоскутах по сравнению с кожно-фасциальными отмечены значительно более высокие как средние абсолютные значения перфузии лоскута (3,46 против 3,0, так и относительные, полученные при делении на показатель кровотока в средней трети неповрежденной голени (2,14 против 1,24).

Аналогичная тенденция выявлена в дистальных, наиболее уязвимых, отделах: абсолютные значения перфузии в мышечных лоскутах составили 2,48, в кожно-фасциальных — 2,08, относительные — 1,34 и 0,85 соответственно.

Разность между максимальным и минимальным уровнем кровотока по лоскуту по абсолютным средним значениям оказалась примерно одинаковой (2,2 перф. ед. в мышечных лоскутах, 2,0 перф. ед. в кожно-фасциальных лоскутах), по относительным — различной (1,32 в мышечных лоскутах, 0,84 в кожно-фасциальных). Интегральный показатель неравномерности перфузии, полученный путем деления на средний уровень перфузии для мышечных лоскутов составил 0,62, для кожно-фасциальных — 0,68 (диаграмма 1).

Таким образом, для мышечных лоскутов характерны более высокие показатели усредненного кровотока и величина минимамальной перфузии по поверхности лоскута. Однако неравномерность перфузии как мышечных, так и кожно-фасциальных лоскутов оказалась одинаковой.

Важно отметить, что в 4 случаях в дистальных областях кожно-фасциальных лоскутов отмечен кровоток ниже или равный 1 перф. ед. — порогового значения для выживания ткани; в дальнейшем у 3 пострадавших в этих областях развился частичный некроз лоскута. В мышечных лоскутах уровень кровотока ниже 1 перф. ед. регистрировали в 1 случае. Краевого некроза при этом не отмечено.

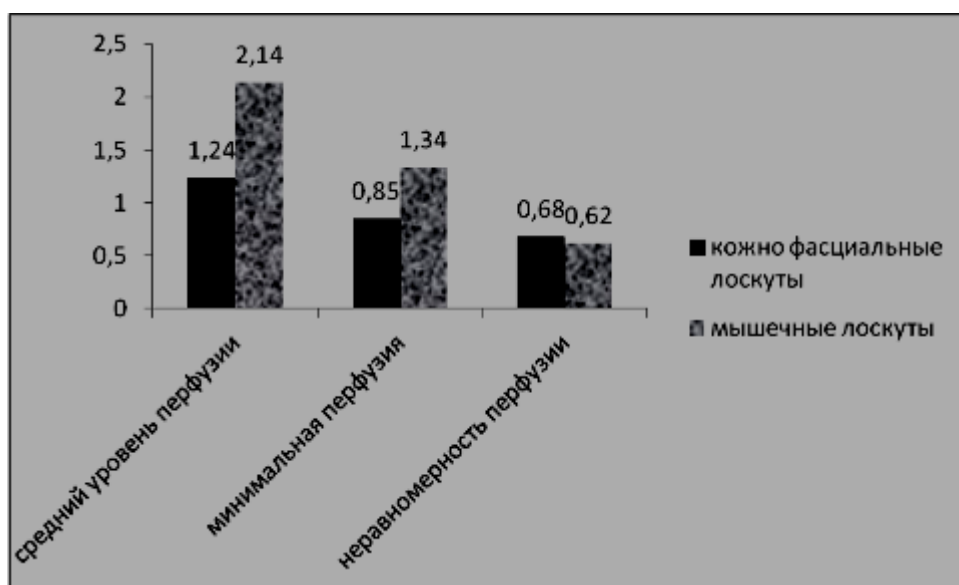


Диаграмма 1. Показатели перфузии в мышечных и кожно-фасциальных лоскутах.

Из представленных фактов следует, что величина перфузии, а именно количество и скорость эритроцитов на единицу объема ткани, на

поверхности мышечных лоскутов выше, чем на кожно-фасциальных. Эти данные согласуются с клиническими данными о более высокой надежности мышечных лоскутов, полученными при анализе результатов лечения пострадавших группы сравнения.

4.1.2. Сравнение перфузии в свободных реваскуляризированных и местных мышечных лоскутах

Абсолютная средняя величина кровотока в местных мышечных лоскутах оказалась несколько выше, чем в свободных — 3,39 и 3,19 соответственно. Подобным же образом характеризовались и относительные величины — 2,44 против 1,67.

Среднее абсолютное значение перфузии в дистальных отделах местных мышечных лоскутов также было несколько выше, чем в свободных реваскуляризированных — 2,48 и 1,8 соответственно, причем разница относительных величин была еще больше — 1,78 против 0,98.

Разность между максимальной и минимальной абсолютной величиной перфузии в местных мышечных лоскутах оказалась несколько меньшей (2,09), чем в свободных (2,42). При сравнении относительных величин тенденция противоположна — 2,14 и 1,42 соответственно. Однако интегральный показатель неравномерности перфузии, а именно доля разности относительных величин от среднего уровня перфузии лоскута, оказался примерно одинаковым — 0,88 для местных и 0,85 для свободных (диаграмма 2).

На основании сказанного можно заключить, что перфузия местных мышечных лоскутов несколько лучше перфузии свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов. При этом лоскуты обеих подгрупп отличает достаточный уровень кровотока и равномерное его распределение.

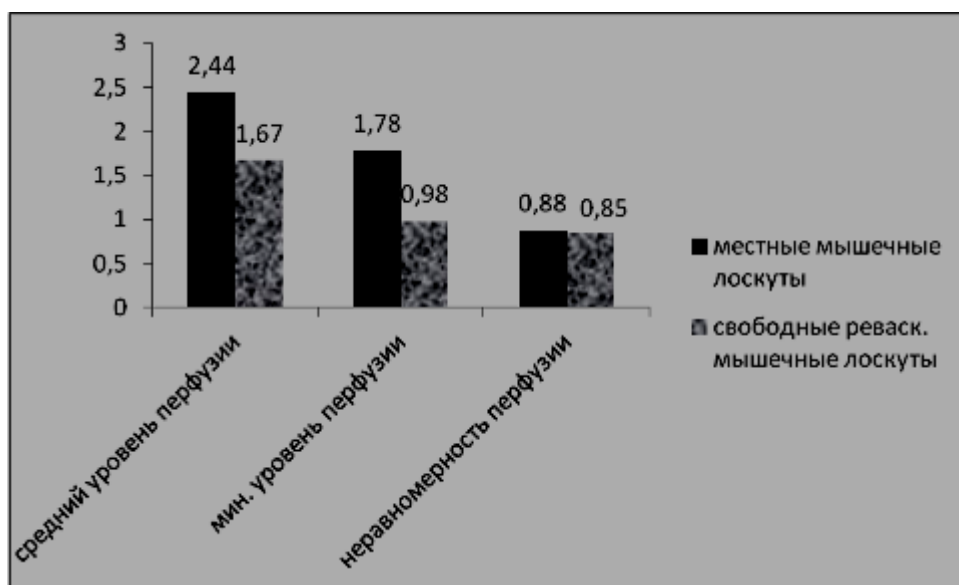


Диаграмма 2. Показатели перфузии местных и свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов.

4.1.3. Сравнение кровотока в свободных реваскуляризированных и местных кожно-фасциальных лоскутах

Абсолютные значения усредненного кровотока в местных и свободных кожно-фасциальных лоскутах примерно одинаковы (3,16 в первых, 2,98 во вторых). Однако относительное значение усредненного кровотока в местных лоскутах меньше, чем в свободных — 1,02 и 1,65 соответственно.

Уровень кровотока в дистальных отделах при учете абсолютных величин в местных лоскутах оказался несколько выше, чем в свободных — 2,22 и 1,84 перф. ед. соответственно, а при учете относительных значений (при делении на уровень кровотока в средней трети неповрежденной голени пострадавшего), наоборот, ниже — 0,73 против 1,06.

Средняя разница между абсолютным максимальным и минимальным значением перфузии по лоскуту в местных лоскутах (1,69) была ниже, чем в свободных (2,54). При сравнении относительных значений эта тенденция сохранялась — 0,55 и 1,35 соответственно. Интегральный показатель неравномерности кровотока в лоскуте также выявил разницу, составив 0,54 для местных кожно-фасциальных лоскутов и 0,81 для свободных (диаграмма 3).

Таким образом, уровень перфузии в свободных реваскуляризированных кожно-фасциальных лоскутах выше, чем в местных кожно-фасциальных. Особенно это проявляется в дистальных, наиболее уязвимых, отделах. Однако в свободных лоскутах имеет место и большая неравномерность кровотока.

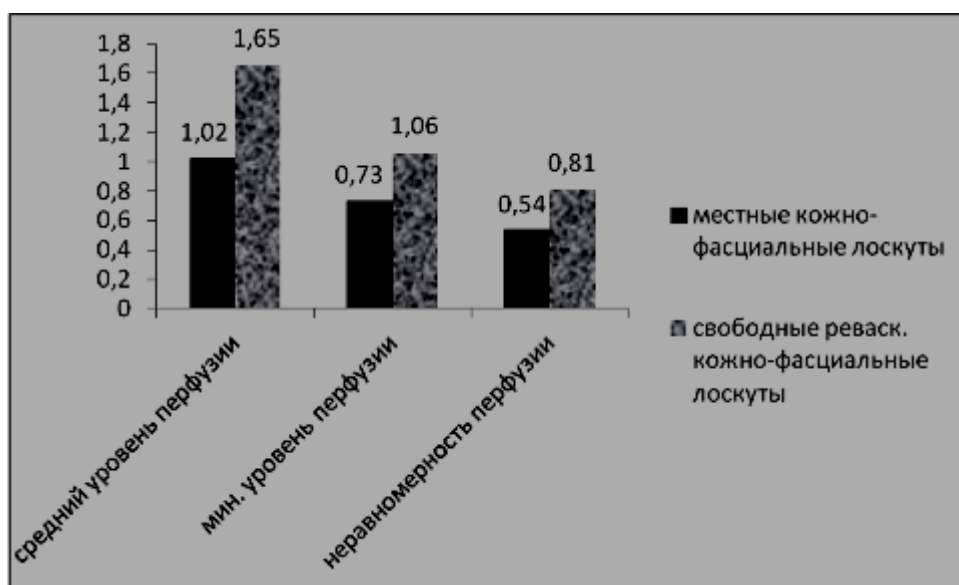


Диаграмма 3. Показатели перфузии местных и свободных реваскуляризированных кожно-фасциальных лоскутов.

4.1.4. Сравнение кровотока в свободных реваскуляризированных мышечных и кожно-фасциальных лоскутах

Получены примерно одинаковые показатели усредненной перфузии по поверхности лоскута: для свободных мышечных лоскутов среднее абсолютное значение составило 3,19 перф. ед., относительное — 1,67, для свободных реваскуляризированных кожно-фасциальных лоскутов — 2,98 перф. ед. и 1,65 соответственно. Минимальные значения кровотока в дистальной части лоскута также оказались сопоставимы: в свободных мышечных лоскутах среднее абсолютное значение составило 1,8 перф. ед., среднее относительное — 0,98, в свободных кожно-фасциальных лоскутах — 1,84 перф. ед. и 1,06 соответственно. Разность между максимальным и минимальным значением перфузии по лоскуту оказалась примерно

одинаковой: в свободных мышечных лоскутах абсолютное значение составило 2,42 перф. ед., относительное — 1,42, в свободных реvascularизированных кожно-фасциальных лоскутах — 2,54 перф. ед. и 1,35 соответственно (диаграмма 4). Это указывает на примерно одинаковую неравномерность перфузии лоскутов.

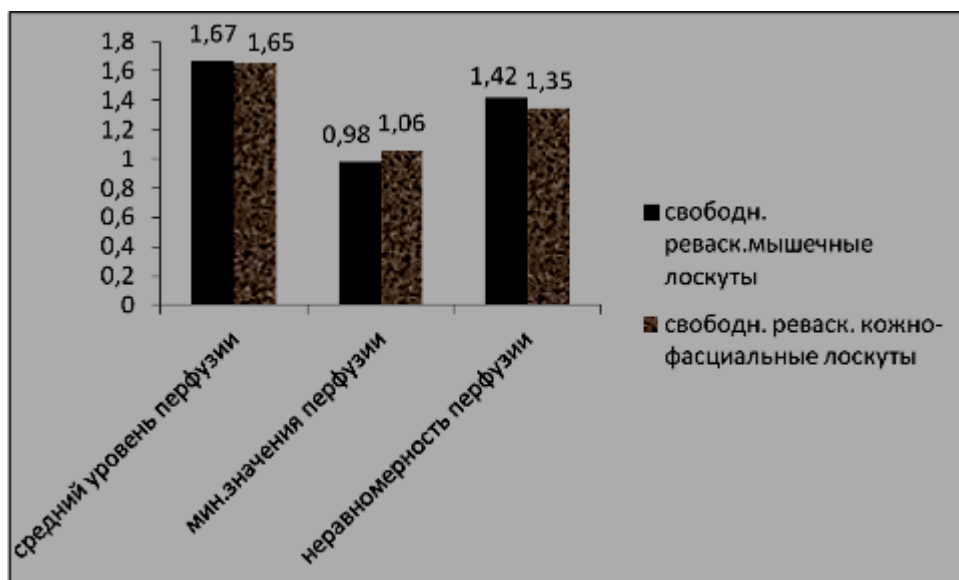


Диаграмма 4. Показатели перфузии в свободных реvascularизированных мышечных и кожно-фасциальных лоскутах.

4.1.5. Практическое заключение.

Результаты лазерной доплерофлоуметрии свидетельствуют о том, что наилучшая перфузия имеет место в местных мышечных лоскутах. Высокие значения кровотока отмечаются как в целом по лоскуту, так и в дистальной, наиболее уязвимой, части лоскута. В свободных реvascularизированных мышечных лоскутах и свободных реvascularизированных кожно-фасциальных лоскутах уровень перфузии ниже, но также сохраняется на достаточном уровне. В местных кожно-фасциальных лоскутах уровень перфузии самый низкий.

На основании представленных данных можно заключить, что методом выбора для закрытия дефектов в области переломов костей голени являются местные мышечные лоскуты. При невозможности применения местных мышечных лоскутов по причине большой величины дефекта или его

локализации целесообразно использовать свободные реваскуляризированные лоскуты. Ввиду того что перфузия как свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов, так и свободных реваскуляризированных кожно-фасциальных лоскутов одинаковая, при обширных дефектах показано использование именно первых, так как их забор сопровождается значительно меньшим косметическим дефектом. Перемещение местных кожно-фасциальных лоскутов следует рассматривать как резервный метод для замещения дефектов мягких тканей в области открытых переломов костей голени, при невозможности применения местных или свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов.

4.2. Морфометрическое исследование возможностей различных лоскутов для замещение дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени

4.2.1 Результаты морфометрического исследования

Система координат для выбора лоскута: разделение голени на уровни

Измеренную в ходе морфометрического исследования длину голени делили на ширину кисти трупа. Полученное значение варьировало от 4,5 до 5,33. Таким образом, голень можно разделить на 5 уровней, протяженность каждого при этом примерно соответствует ширине кисти пациента на уровне пястных костей. Морфометрический ориентир — ширина кисти пациента выбран для минимизации расхождений размеров областей, в рамках которых возможно применение того или иного лоскута, из-за различного роста пациентов. Уровни нумеровали от проксимального к дистальному как I, II, III, IV, V (рисунок 10). В соответствии с этим разделением определяли возможности различных местных и свободных лоскутов для замещения дефектов мягких тканей при переломах большеберцовой кости.

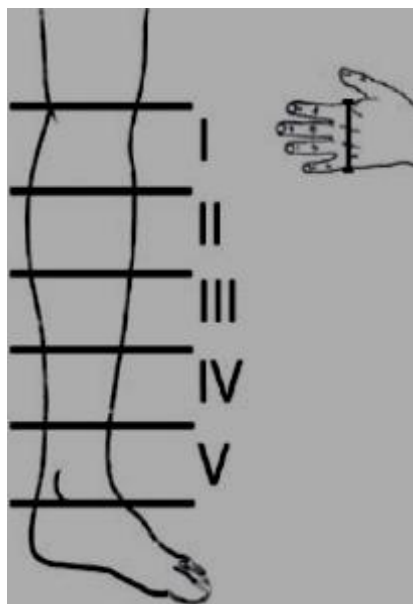


Рис. 10. Разделение области голени на уровни.

Морфометрическое исследование лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножных мышц

Лоскут из медиальной головки икроножной мышцы (рис. 11)

Проксимальная граница применения лоскута находится выше уровня щели коленного сустава, дистальная — на расстоянии 14 см от коленного сустава. С помощью лоскута из медиальной головки икроножной мышцы возможно заместить дефекты мягких тканей на I и частично II уровнях голени площадью менее половины от площади ладонной поверхности кисти пострадавшего. Протяженность участка большеберцовой кости, который может быть укрыт этим лоскутом, также несколько меньше ширины кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей (таблица 19).

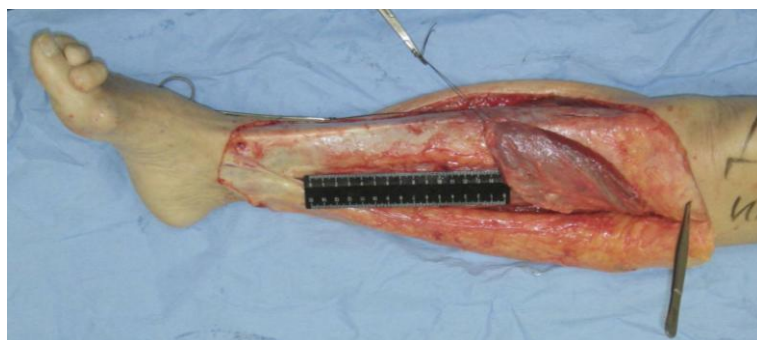


Рис. 11. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из медиальной головки икроножной мышцы.

Таблица 19. Результаты морфометрического исследования лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножной мышцы

Лоскут	ДБК, см	ДБК/ШК	Пл, см ²	Пл/ПК
Медиальная головка	14	0,78	60	0,49
Медиальная головка+латеральная головка	8,4	1,05	67,5	0,55

П р и м е ч а н и е. Ширина и площадь кисти в каждом исследовании была индивидуальной.

Комплекс лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножных мышц (рис. 12)

Дистальная граница применения комплекса лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножных мышц находится на расстоянии 10 см от щели коленного сустава (см. таблицу 19). Посредством данного комплекса лоскутов возможно заместить дефекты мягких тканей на I и небольшой проксимальной части II уровней голени, площадью несколько больше половины площади ладонной поверхности кисти пострадавшего. Протяженность участка большеберцовой кости, которая может быть укрыта этим комплексом лоскутов, несколько больше ширины кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей.

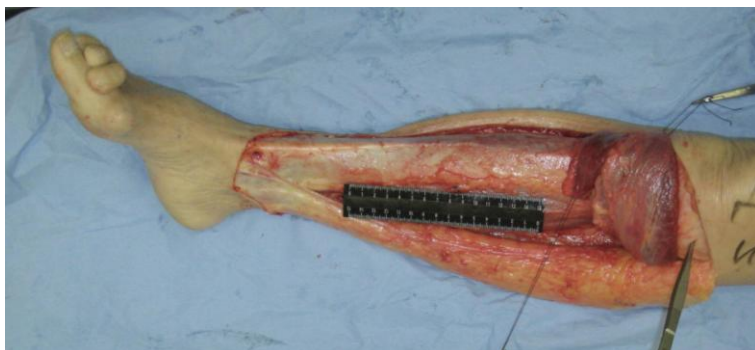


Рис. 12. Морфометрическое исследование возможностей комплекса из лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножной мышцы

При выделении лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножной мышцы мы отметили необходимость иссечения плотного

соединительнотканного апоневроза по передней поверхности мышцы для того, чтобы обеспечить контакт укрываемой кости с хорошо кровоснабжаемой мышечной тканью.

Морфометрическое исследование возможностей лоскутов из камбаловидной мышцы

Лоскут из целой камбаловидной мышцы (рис. 13)

Проксимальная граница области применения данного лоскута находится на расстоянии 8,32 см от коленного сустава, дистальная — на расстоянии 22,4 см от коленного сустава, что соответствует II и III уровням голени (таблица 20). Таким образом, лоскут из целой камбаловидной мышцы может закрыть дефект мягких тканей в области большеберцовой кости на II и III уровнях голени площадью менее половины площади кисти пострадавшего и протяженностью обнаженного участка большеберцовой кости в дефекте чуть большей, чем ширина кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей.



Рис. 13. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из целой камбаловидной мышцы.

Таблица 20. Результаты морфометрического исследования лоскутов из целой и медиальной половины камбаловидной мышцы

Лоскут	ДБК, см	ДБК/ШК	Пл, см ²	Пл/ПК
Целая мышца	8,4	1,1	51,5	0,43
Медиальная	5,25	0,66	46	0,37

половина				
----------	--	--	--	--

Лоскут из медиальной половины камбаловидной мышцы (рис. 14)

Проксимальная граница области применения этого лоскута находится на 9 см ниже щели коленного сустава, дистальная граница — на 23,6 см, что соответствует II и III уровням голени (см. таблицу 20). Таким образом, лоскут из медиальной половины камбаловидной мышцы может укрыть дефект мягких тканей на II и III уровнях голени площадью менее половины площади ладонной поверхности кисти и протяженностью обнаженного участка большеберцовой кости в ране около половины ширины кисти пациента.



Рис. 14. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из медиальной половины камбаловидной мышцы.

При исследовании возможностей мышечных лоскутов из камбаловидной мышцы выявлено, что взятие целой камбаловидной мышцы существенно не увеличивает площадь поверхности закрытия ($51,5 \text{ см}^2$ против 46 см^2 , см. таблицу 20). Так что в большинстве случаев показан забор медиальной половины камбаловидной мышцы, что технически проще и менее травматично. При взятии лоскута из медиальной головки камбаловидной мышцы мы отметили необходимость острого иссечения с помощью скальпеля плотного апоневроза по задней поверхности мышцы. Выполнение этого этапа необходимо для обеспечения контакта

расщепленного кожного трансплантата с мышечной тканью при аутодермопластике раневой поверхности над лоскутом.

Морфометрическое исследование возможностей медиального кожно-фасциального лоскута голени (рис. 15)

Проксимальная граница области применения данного лоскута находится на 6 см дистальнее щели коленного сустава, дистальная граница — на расстоянии 24 см от коленного сустава. Эти границы обусловлены тем, что диссекция кожно-фасциальных лоскутов в области голеностопного и коленного суставов приведет к рубцам в этих зонах, что будет существенно ограничивать движения (таблица 21). Из приведенных выше данных можно сделать вывод о том, что медиальный кожно-фасциальный лоскут голени может закрыть дефекты мягких тканей в нижней части I, в области II и проксимальной части III уровней голени. Протяженность обнаженного участка большеберцовой кости, который может быть закрыт этим лоскутом чуть больше ширины кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей. Площадь дефекта мягких тканей, который может быть замещен этим лоскутом, несколько меньше половины площади ладонной поверхности кисти пострадавшего.



Рис. 15. Морфометрическое исследование возможностей медиального кожно-фасциального лоскута голени.

Таблица 21. Результаты морфометрического исследования кожно-фасциальных лоскутов

Лоскут	ДБК, см	ДБК/ШК	Пл, см ²	Пл/ПК
Медиальный	11	1,22	56,7	0,39
Латеральный	9	1,11	41	0,28
Икроножный (суральный)	7,37	0,92	42,3	0,325

Морфометрическое исследование возможностей латерального кожно-фасциального лоскута голени (рис. 16).

Проксимальная граница области применения этого лоскута находится на 6 см ниже щели коленного сустава, дистальная граница — на 22 см (см. таблицу 21). Установлено, что латеральный кожно-фасциальный лоскут голени может применяться для замещения дефектов мягких тканей дистальной части I уровня, на II уровне и проксимальной части III уровня. Могут быть закрыты дефекты площадью около одной трети от площади ладонной поверхности кисти пострадавшего. Протяженность обнаженного участка большеберцовой кости, которая может быть укрыта этим методом, примерно равна ширине кисти пациента на уровне головок пястных костей.



Рис. 16. Морфометрическое исследование возможностей латерального кожно-фасциального лоскута голени.

Морфометрическое исследование возможностей икроножного кожно-фасциального (сурального) лоскута (рис. 17).

Проксимальная граница области применения данного лоскута отстоит дистально от щели коленного сустава на 12,3 см, дистальная граница его применения находится на уровне оснований плюсневых костей (см. таблицу 21). Из приведенных выше данных следует, что икроножный кожно-фасциальный лоскут может закрыть дефекты мягких тканей в дистальной части II, полностью III, IV и V уровней голени, площадью около одной трети от площади кисти пациента и протяженностью обнаженного участка большеберцовой кости в дефекте примерно равной ширине кисти пациента на уровне головок пястных костей.



Рис. 17. Морфометрическое исследование возможностей икроножного кожно-фасциального лоскута.

Морфометрическое исследование возможностей свободного лоскута из широчайшей мышцы спины (рис. 18).

Свободный лоскут из широчайшей мышцы спины может применяться на любом уровне голени. С помощью лоскута из широчайшей мышцы спины возможно укрыть обнаженный участок большеберцовой кости протяженностью более чем в 2 раза превышающую ширину кисти пострадавшего и дефект мягких тканей площадью примерно равной площади ладонной поверхности кисти пациента (таблица 22).

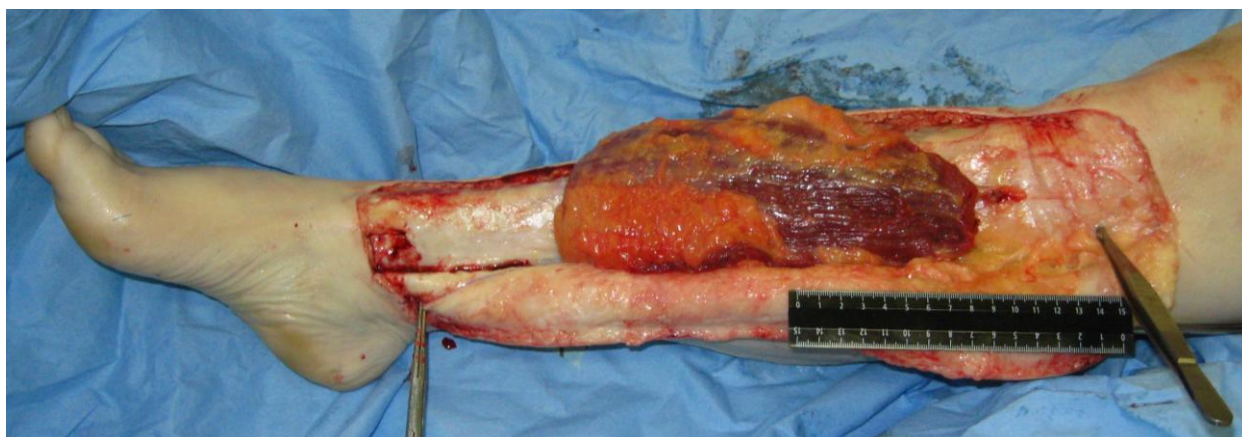


Рис. 18. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из широчайшей мышцы спины.

Таблица 22. Результаты морфометрического исследования свободных лоскутов

Лоскут	ДБК, см	ДБК/ШК	Пл, см ²	Пл/ПК
Широчайшей мышцы спины	19,7	2,31	122	0,99
Латеральной широкой мышцы бедр	19,1	2,5	128,5	1,08

Морфометрическое исследование возможностей свободного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра (рис. 19).

Так как этот лоскут свободный, то замещение дефекта мягких тканей возможно на любом уровне голени (см. таблицу 22). Полученные данные свидетельствуют о том, что с помощью свободного реваскуляризированного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра можно заместить дефекты мягких тканей площадью, примерно равной площади ладонной поверхности кисти пострадавшего, и протяженностью обнаженного участка большеберцовой кости в дефекте более чем в 2 раза превышающего ширину кисти пострадавшего.



Рис. 19. Морфометрическое исследование возможностей свободного лоскута из латеральной широкой мышцы бедра.

Кроме того, мы исследовали возможности реже используемых мышечных лоскутов на голени: из задней большеберцовой мышцы, из длинного сгибателя пальцев, из длинного разгибателя I пальца стопы, из передней большеберцовой мышцы.

Морфометрическое исследование возможностей лоскута из мышцы длинного сгибателя пальцев стопы (рис. 20).

Проксимальная граница области применения этого лоскута отстоит на 25 см от коленного сустава, дистальная граница находится на расстоянии 35 см от коленного сустава (таблица 23). С помощью лоскута из длинного сгибателя пальцев стопы возможно замещение совсем небольших дефектов мягких тканей (менее 10% от площади ладонной поверхности кисти пациента и протяженностью обнаженного участка большеберцовой кости менее 1/5 от ширины кисти пациента на уровне головок пястных костей) на III и IV уровнях голени.

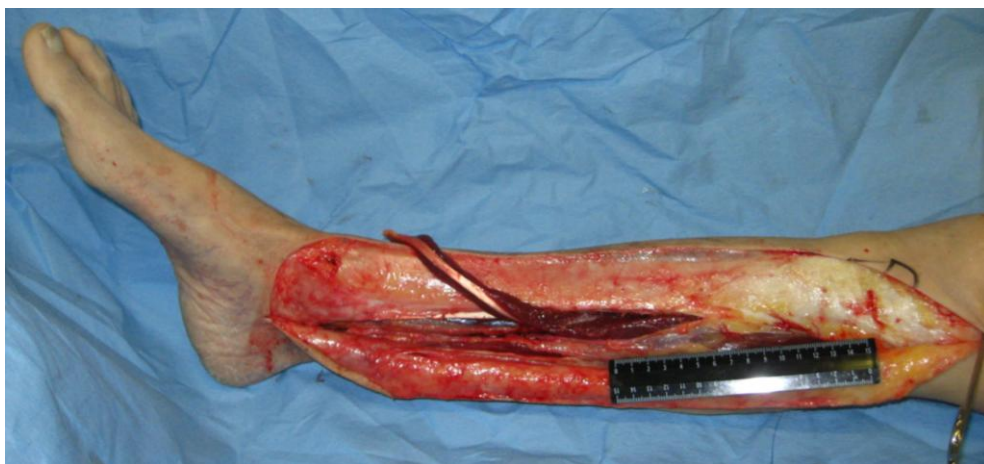


Рис. 20. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из мышцы длинного сгибателя пальцев.

Таблица 23. Результаты морфометрического исследования редко используемых лоскутов

Лоскут	ДБК, см	ДБК/ШК	Пл, см ²	Пл/ПК
Мышца длинного сгибателя пальцев стопы	1,7	0,19	10,5	0,08
Длинный сгибатель I пальца стопы	4	0,44	24,8	0,18
Передняя большеберцовая мышца	-	-	43	0,26
Длинный разгибатель I пальца стопы	2	0,2	18	0,11

Морфометрическое исследование возможностей лоскута из длинного сгибателя I пальца стопы (рис. 21).

Проксимальная граница области применения этого лоскута отстоит от коленного сустава на 25 см, дистальная граница — на 34 см (см. таблицу 23). С помощью данного лоскута возможно замещение дефектов мягких тканей III и IV уровней голени площадью около 1/5 от площади ладонной поверхности кисти пострадавшего и протяженностью обнаженного участка в дефекте около половины от ширины кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей.

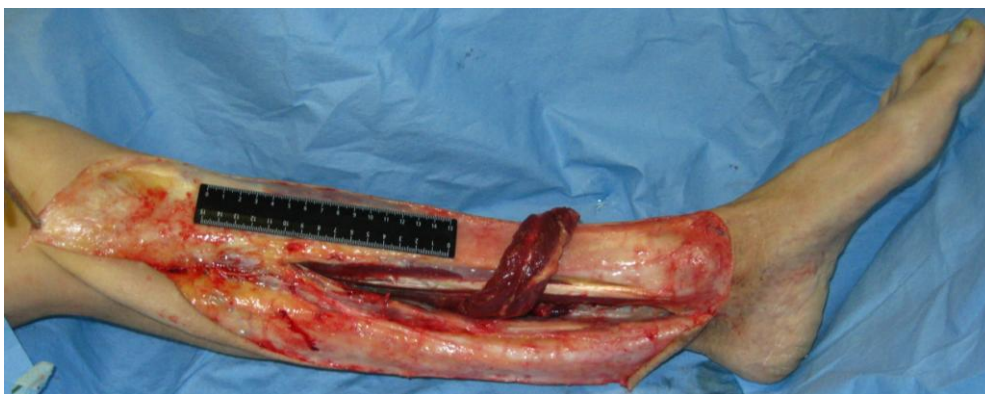


Рис. 21. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из длинного сгибателя I пальца стопы.

Морфометрическое исследование возможностей лоскута из передней большеберцовой мышцы (рис. 22)

Проксимальная граница применения этого лоскута находится на расстоянии 11,6 см от щели коленного сустава, дистальная граница — на 20,5 см от коленного сустава. Этот лоскут не позволяет укрыть переднемедиальную поверхность большеберцовой кости по всей ширине (см. таблицу 23). Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что с помощью лоскута из передней большеберцовой мышцы возможно заместить небольшие по площади (около 1/3 от площади ладонной поверхности кисти пострадавшего) дефекты мягких тканей на II уровне голени в области переднего края большеберцовой кости.

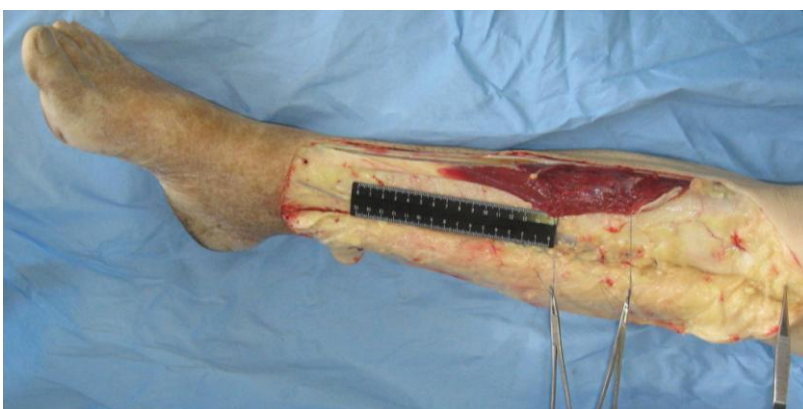


Рис. 22. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из передней большеберцовой мышцы.

Морфометрическое исследование возможностей лоскута из длинного разгибателя I пальца стопы (рис. 23).

Проксимальная граница области применения этого лоскута отстоит от коленного сустава на 25 см, дистальная граница — на 35 см (см. таблицу 23). Из приведенных выше данных следует, что с помощью лоскута из мышцы длинного разгибателя 1 пальца стопы возможно закрытие на III и IV уровнях голени совсем небольших дефектов мягких тканей площадью около 1/10 от площади ладонной поверхности кисти пациента и протяженностью обнаженного участка большеберцовой кости в дефекте около 1/5 от ширины кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей.

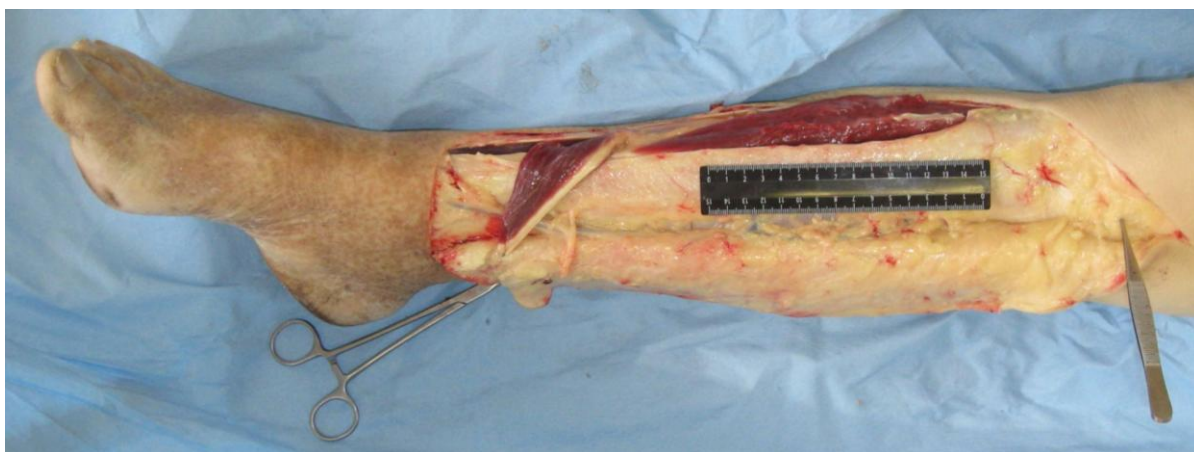


Рис. 23. Морфометрическое исследование возможностей лоскута из длинного разгибателя I пальца.

Обобщение результатов морфометрического исследования.

Результаты проведенных морфометрических исследований возможностей местных лоскутов на голени указывают на то, что ни один из этих методов не позволяет заместить дефект мягких тканей, протяженность обнаженного участка большеберцовой кости в котором более ширины кисти пациента на уровне головок пястных костей, а площадь превышает половину площади ладонной кисти пострадавшего. Основные местные лоскуты могут укрыть дефект, составляющий примерно половину площади кисти пациента, в то время как свободные реvascularизированные лоскуты могут укрыть дефект, равный площади кисти пациента или примерно 1% поверхности тела.

Мы предлагаем разделить дефекты мягких тканей при переломах костей голени на небольшие, протяженность обнаженного участка большеберцовой кости в которых менее ширины кисти на уровне головок пястных костей и площадью менее половины площади ладонной поверхности кисти пострадавшего, и обширные, протяженность которых больше ширины кисти и площадью более половины площади ладонной поверхности кисти пострадавшего. Для укрытия небольших дефектов мягких тканей показано применение местных лоскутов, в то время как закрытие обширных дефектов практически невозможно без применения свободных реваскуляризированных лоскутов.

4.2.2. Показания к применению различных лоскутов для замещения дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени.

На I уровне небольшие дефекты, протяженность обнаженного участка большеберцовой кости при которых менее ширины кисти пациента и площадь которых менее половины площади кисти пострадавшего, могут быть укрыты лоскутом из медиальной головки икроножной мышцы, при необходимости может быть перемещена и латеральная головка икроножной мышцы, что несколько увеличивает площадь закрытия.

Небольшие дефекты на II и III уровнях могут быть замещены лоскутом из медиальной половины камбаловидной мышцы. В ходе исследования на анатомических препаратах мы выявили, что перемещение целой камбаловидной мышцы практически не дает выигрыша по увеличению площади, но существенно ограничивает дугу ротации лоскута. Также забор целой камбаловидной мышцы технически более труден и травматичен. При невозможности перемещения местных мышечных лоскутов и невозможности свободной пересадки лоскута в этой области могут быть применены латеральный и медиальный кожно-фасциальные лоскуты голени. Причем

использование медиального лоскута более предпочтительно, так как он может укрыть дефекты большей площади.

Лучшим методом закрытия небольших дефектов на IV и V уровнях является пересадка свободного реваскуляризированного мышечного лоскута (из латеральной широкой мышцы бедра или широчайшей мышцы спины). При невозможности выполнения этой операции для пластики покровных тканей может быть использован икроножный кожно-фасциальный лоскут на осевом кровотоке.

При обширных дефектах мягких тканей, при которых протяженность обнаженного участка большеберцовой кости превышает ширину кисти пациента на уровне головок пястных костей и площадь составляет более половины площади ладонной поверхности кисти пострадавшего или 0,5% площади поверхности тела, альтернативы пластики свободными реваскуляризированными лоскутами практически нет.

Показания для применения редких лоскутов длинного сгибателя пальцев стопы, длинного сгибателя I пальца стопы, передней большеберцовой мышцы, длинного разгибателя I пальца стопы чрезвычайно узки. Эти лоскуты обеспечивают малую площадь закрытия, имеют ограниченные возможности ротации и подходят лишь для очень малых дефектов в области переднего края большеберцовой кости (лоскут передней большеберцовой мышцы) на II уровне голени, на IV уровне голени (лоскуты мышцы длинного сгибателя пальцев, лоскут из длинного сгибателя I пальца, лоскут из длинного разгибателя I пальца).

Таблица 24. Показания к применению различных лоскутов для закрытия дефектов мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени.

Уровень голени	Дефекты в пределах одного уровня		Дефекты более одного уровня
	основной метод	Резервный метод	
I	Лоскуты из медиальной и латеральной головок икроножной мышцы	Свободные реvascularизированные мышечные лоскуты	Свободные реvascularизированные мышечные лоскуты
II	Лоскут из медиальной половины камбаловидной мышцы	Медиальный и латеральный кожно-фасциальные лоскуты голени	
III			
IV	Свободные реvascularизированные мышечные лоскуты	Икроножный кожно-фасциальный лоскут	
V			

Резюме.

По результатам лазерной доплер-флуометрии выявлено, что наилучшая перфузия отмечается по поверхности местных мышечных лоскутов. По поверхности свободных реваскуляризированных лоскутов она несколько меньше. Наихудшие значения кровотока отмечаются на местных кожно-фасциальных лоскутах, что согласуется с клиническими данными о высокой частоте осложнений при их применении. На основании результатов проведенного морфометрического исследования на анатомических препаратах нижних конечностей мы выработали показания к применению различных методов пластики покровных тканей голени. При небольших дефектах мягких тканей с обнажением большеберцовой кости в пределах I уровня показано применение лоскутов из медиальной и латеральной головок икроножной мышцы. Дефекты мягких тканей в пределах II или III уровня могут быть закрыты лоскутом из медиальной половины камбаловидной мышцы. Для дефектов мягких тканей IV или V уровня показано применение свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов, таких как лоскут из широчайшей мышцы спины, лоскут из зубчатой мышцы, лоскут из латеральной широкой мышцы бедра. При невозможности применения мышечных лоскутов небольшие (менее половины площади ладонной поверхности кисти пострадавшего) дефекты мягких тканей частично I, полностью II, и частично III уровней могут быть замещены медиальным кожно-фасциальным лоскутом голени, а в пределах нижней части III, полностью IV и V уровней могут быть укрыты икроножным кожно-фасциальным лоскутом. Для закрытия дефектов мягких тканей, при которых протяженность обнаженного участка большеберцовой кости более ширины кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей и площадью более половины площади кисти пострадавшего, или более 0.5% поверхности тела, показано применение свободных реваскуляризированных мышечных лоскутов.

Глава 5. Алгоритм неотложного пластического замещения покровных тканей у пациентов с тяжелыми открытыми переломами костей голени: описание и результаты применения

5.1. Влияние тяжести состояния пострадавшего на тактику неотложной реконструкции

Тяжесть состояния пациента является определяющим моментом в выборе тактики реконструкции голени при тяжелом открытом переломе, осложненном дефектом мягких тканей. Как показано в главе 3, игнорирование этого фактора может привести к осложнениям и способствовать развитию летального исхода. Последний может стать следствием попыток длительной реконструкции конечности у соматически тяжелых пациентов.

Анализ результатов лечения группы сравнения позволил установить, что наиболее благоприятным периодом для реконструкции являются первые 15 сут. после поступления больного, до развития раневой инфекции и некроза костной ткани. Излишние осторожность и консервативность в тактике первичной операции приводят к тому, что наиболее благоприятное время для реконструкции конечности оказывается упущенным.

Мы модифицировали классическую схему выбора метода фиксации перелома в зависимости от тяжести состояния и применили ее у пострадавших с дефектами мягких тканей. Считаем необходимым применение данного подхода и к пациентам с изолированными повреждениями, так как тяжелый открытый перелом костей голени, осложненный тяжелым повреждением покровных тканей, является шокогенной травмой, значительно влияющей на тяжесть состояния пациента.

5.2. Описание алгоритма

При поступлении пострадавшего оценивали состояние по схеме, приведенной в главе 2. Особое внимание уделяли пострадавшим с сочетанной травмой грудной клетки и с сочетанной черепно-мозговой травмой.

Пациентам в стабильном состоянии при наличии первичного дефекта мягких тканей после выполнения хирургической обработки раны и фиксации перелома проводили реконструкцию покровных тканей. При выборе конкретного метода в зависимости от величины дефекта мягких тканей и его локализации руководствовались данными, представленными в главе 4.

Пострадавшим в пограничном состоянии с открытыми переломами костей голени, осложненными первичным дефектом мягких тканей, при поступлении проводили интенсивную терапию. В случае стабилизации состояния после хирургической обработки раны и фиксации перелома выполняли пластику покровных тканей местными лоскутами. При необходимости пластики свободным реваскуляризированным лоскутом рану укрывали повязками, пересадку лоскута осуществляли после окончательной стабилизации состояния пострадавшего, как правило, на 4–5-е сутки после травмы.

В случае нестабильного состояния пострадавшего проводили минимальную хирургическую обработку раны, стабилизацию сегмента стержневым аппаратом. Пластику покровных тканей лоскутом выполняли после стабилизации состояния, на 4–5-е сутки. У этих больных преимущественно использовали местные мышечные лоскуты. При дефектах мягких тканей IV и V уровня у этой группы пострадавших показано использование икроножного кожно-фасциального лоскута.

У пациентов, поступавших в критическом состоянии, с тяжелыми сочетанными повреждениями первично выполняли минимальную хирургическую обработку раны и фиксацию перелома шиной или гипсовой

повязкой. К восстановлению мягких тканей в области перелома приступали в отсроченном порядке, как правило, не ранее 10 сут. после травмы, в течение которых стабилизировали состояние пострадавшего и осуществляли лечение сопутствующих повреждений.

При развитии вторичного дефекта мягких тканей в отсроченном периоде из-за нарушения кровоснабжения кожных лоскутов для предотвращения развития раневой инфекции и дополнительной потери тканей вследствие высыхания и инфицирования считали необходимым проводить полноценную некрэктомию в условиях операционной с одномоментным закрытием лоскутом в соответствии со схемой, описанной в предыдущей главе.

Показания к ампутации являются важнейшим пунктом в алгоритме лечения пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени. Длительные попытки бесперспективного оперативного и местного лечения при этой патологии могут привести к таким жизнеугрожающим осложнениям, как тяжелый раневой сепсис и полиорганная недостаточность. Показаниями к прекращению попыток сохранения конечности и выполнению ампутации являются: нереконструируемый дефект мягких тканей с обнажением большеберцовой кости; распространенные на всем протяжении голени некрозы мышечной ткани; некоррегируемая нутриетивная недостаточность у пациентов с обширными повреждениями мягких тканей (особенно это важно для возрастных пациентов с сопутствующей патологией).

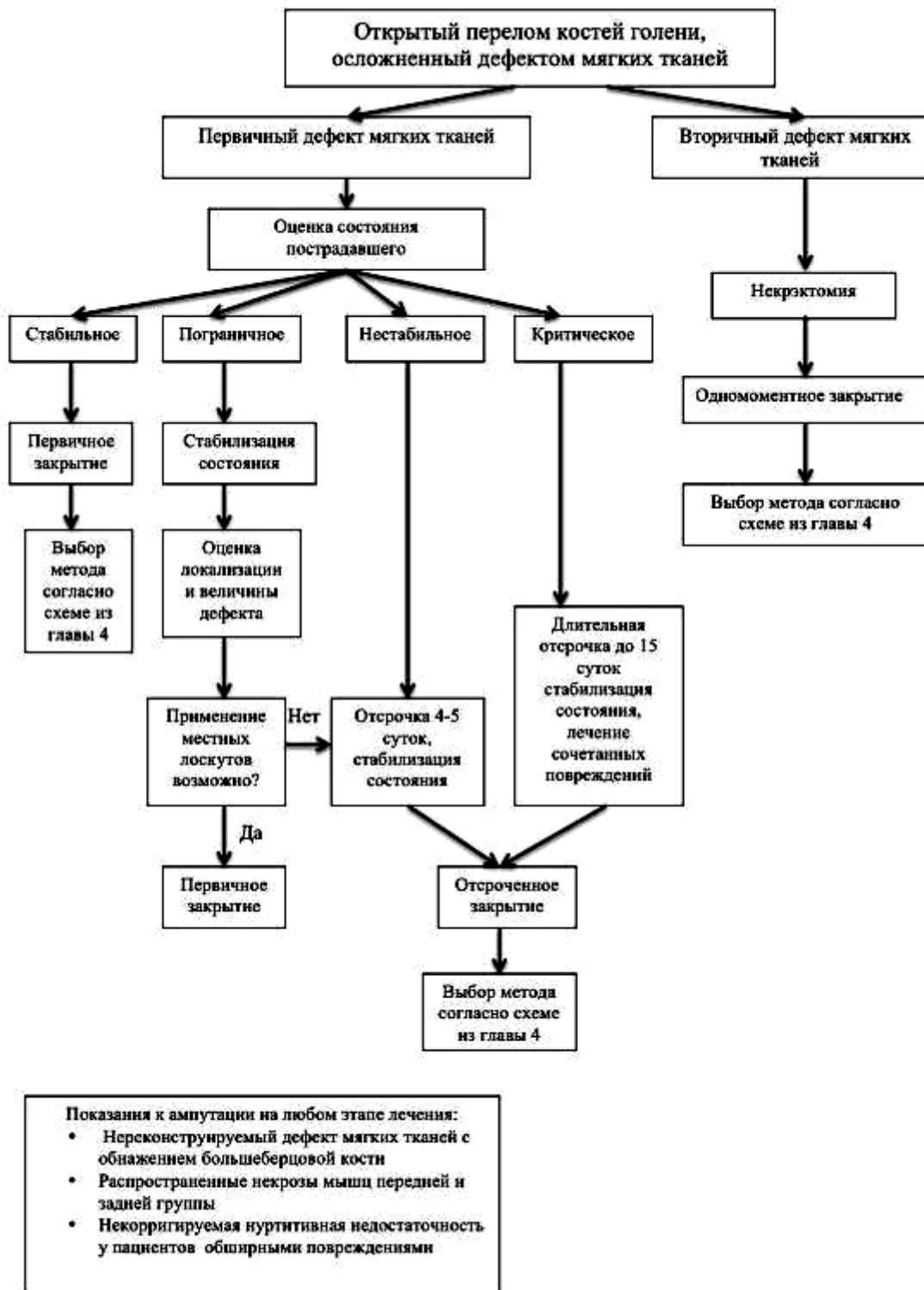


Схема 1. Алгоритм неотложного пластического замещения покровных тканей при открытых переломах костей голени

5.3 Применение алгоритма

5.3.1. Описание пострадавших исследуемой группы

Описанный алгоритм неотложного восстановления покровных тканей при тяжелых открытых переломах костей голени применили у 28 пациентов (исследуемая группа). Большинство (67,8%) пострадавших поступили спустя 30 мин — 3 ч после травмы. Состояние было расценено как стабильное у 7 (25%) пострадавших, как пограничное — у 13 (46,4%), как нестабильное — у 7 (25%), как критическое — у 1 (3,6%) пострадавшего. У 3 (7,4%) больных диагностированы переломы проксимальных метаэпифизов костей голени, у 24 (85,2%) — переломы диафизов, у 1 (7,4%) — переломы дистальных метаэпифизов. По тяжести перелома большеберцовой кости в соответствии с классификацией АО 2 (7,1%) пациента имели переломы типа А, 18 (60,7%) — типа В, 7 (25%) — типа С. В соответствии с классификацией открытых переломов Гастило — Андерсена распределение было следующим: тип IIIА — 8 (28,6%) пострадавших, тип IIIВ — 16 (53,6%), тип IIIС — 4 (14,3%). Сочетанная травма имела место у 10 (37%) пострадавших, из них у 5 отмечена черепно-мозговая травма, у 2 — тяжелая сочетанная травма груди, у 1 — перелом таза, у 1 — множественная сочетанная травма. Средний балл по шкале ISS у пострадавших с политравмой составил 24,9.

5.3.2. Описание повреждений мягких тканей

Первичные дефекты мягких тканей отмечены у 16 (57,1%) пациентов исследуемой группы, вторичные дефекты мягких тканей в результате некроза кожных лоскутов после первичной хирургической обработки образовались у 12 (42,9%) пациентов. Важно отметить, что доля пациентов с первичными дефектами мягких тканей была значительно больше, чем в группе сравнения (57,1% против 30,9%). Это объясняется тем, что при выполнении первичной операции мы не стремились ушить рану с сильным натяжением или ушивать

ткани сомнительной жизнеспособности над переломом и считали дефект мягких тканей первичным.

В соответствии с предложенной системой деления сегмента голени на уровни распределение дефектов мягких тканей по локализации было следующим: 2 (7,1%) пациента имели дефект мягких тканей на I уровне голени, 4 (14,3%) — на II, 12 (42,9%) — на III, 6 (21,4%) — на IV, 4 (14,3%) — на V уровне. Шесть (21,4%) пациентов имели обширные дефекты мягких тканей, протяженность которых превышала ширину кисти пострадавшего, а площадь — половину ладонной поверхности кисти. У 22 (78,6%) пациентов имелись небольшие дефекты мягких тканей, не превышающие этих размеров.

Сочетанные повреждения магистральных сосудов голени выявлены в 4 (14,3%) наблюдениях: в 1 случае была повреждена передняя большеберцовая артерия, в 1 — задняя большеберцовая артерия, в 2 — и передняя, и задняя большеберцовая артерия. У 1 пациента имелось сочетанное повреждение малоберцового нерва.

5.3.3. Тактика оперативного лечения

Всем пациентам при поступлении были выполнены первичная хирургическая обработка раны и фиксация перелома стержневым аппаратом. В ходе обработки раны старались максимально сохранить костную ткань. Удаляли только мелкие, свободно лежащие осколки большеберцовой кости. Крупные кортикальные фрагменты репонировали и оставляли в ране при условии ее одноэтапного закрытия.

Острое укорочение сегмента вследствие раздробления участка большеберцовой кости выполнено 4 пациентам.

В 2 случаях для восстановления непрерывности магистральных артерий использовали прямой шов «конец в конец». В 1 случае выполнена реваскуляризация дистального отдела конечности через лучевой лоскут.

Тактику первичного восстановления мягких тканей открытого перелома определяли в соответствии с описанным алгоритмом в зависимости от тяжести состояния пациента и характеристик дефекта.

Среди 16 (57,1%) с первичным дефектом мягких тканей над зоной перелома у 12 закрытие дефекта проведено в 1-е сутки после травмы на первичной операции, так как состояние пациентов было стабильным или пограничным, у 3 пациентов, поступивших в нестабильном состоянии, пластика покровных тканей выполнена на 4–7-е сутки после травмы, у 1 пациента, ввиду критического состояния при поступлении, — на 15-е сутки после травмы.

Двенадцати (42,9%) пострадавшим с вторичным дефектом мягких тканей, развившимся вследствие нарушения кровоснабжения кожных лоскутов, некрэктомия выполнена в срок от 4 до 10 сут. после травмы с одномоментным закрытием дефекта мягких тканей лоскутом. При выборе оптимального метода пластики покровных тканей руководствовались предложенной схемой (см. главу 4).

5.3.4. Методы пластического замещения покровных тканей у пострадавших исследуемой групп

Мышечный лоскут из медиальной головки икроножной мышцы и лоскут из медиальной и латеральной головок икроножной мышцы использованы по 1 (3,6%) разу. В обоих случаях лоскуты применены для увеличения площади закрытия на I уровне голени. Закрытие дефекта мягких тканей лоскутом из медиальной половины камбаловидной мышцы выполнено у 17 (60,7%) человек из исследуемой группы, из них у 3 пациентов с дефектами II уровня, у 14 — III уровня. Одному (3,6%) пациенту недостаток мягких тканей на IV уровне голени восполнен лоскутом из мышцы общего сгибателя пальцев стопы, 1 (3,6%) — на III уровне лоскутом из передней большеберцовой мышцы. Пластика свободным ревааскуляризированным лоскутом из широчайшей мышцы спины выполнена

у 4 (14,3%) человек: у 1 имелся дефект мягких тканей II и III уровня голени, у 1 пациента этот лоскут применен в соответствии со схемой выбора метода для закрытия дефекта мягких тканей V уровня голени, у 1 пострадавшего — для закрытия дефекта мягких тканей на IV и V уровнях голени.

Аутодермопластику раневой поверхности над мышечным лоскутом в 12 случаях выполнили одномоментно, в 12 случаях — отсроченно.

Одному (3,6%) пациенту группы выполнили пластику дефекта мягких тканей на IV уровне голени икроножным кожно-фасциальным лоскутом по причине выраженного атеросклероза сосудов нижней конечности и невозможности применения свободного реваскуляризированного лоскута. У 1 (3,6%) пострадавшего для закрытия дефекта мягких тканей использовали свободный реваскуляризированный лучевой лоскут в связи с необходимостью восстановления кровотока в стопе через сосуды лоскута.

5.3.5. Послеоперационное лечение

В послеоперационном периоде пациенты исследуемой группы получали антибактериальную терапию в течение 5 сут., дезагреганты (реополиглюкин 400 мл 1 раз в день внутривенно в течение 7 сут.), антикоагулянты (фраксипарин по 0,4–0,6 мл 1 раз в день подкожно в течение 3 нед.).

Восемнадцати (66,7%) пациентам стержневой аппарат наружной фиксации заменен на штифт с антибактериальным покрытием. Ходьбу без опоры на поврежденную конечность разрешали на 7-е сутки после операции, ходьбу с дозированной нагрузкой — в различные сроки в зависимости от типа перелома и особенностей фиксатора.

Клиническое наблюдение 5.

Пациент Г., 30 лет, и/б 21029-09 (рис. 10). Пострадал в результате ДТП (сбит автомобилем). Диагноз: сочетанная травма. Открытая черепно-мозговая травма. Ушиб головного мозга средней степени тяжести. Обширная рвано-ушибленная рана головы. Открытый перелом обеих костей

правой голени в средней трети типа IIIB по классификации Гастило — Андерсена. Балл по ISS 25. Состояние при поступлении расценено как пограничное. Местный статус: правая голень деформирована в средней трети. В пределах III уровня голени имеется дефект мягких тканей 5х5 см с обнажением области перелома большеберцовой кости. В течение 3 ч проводилась инфузионная, антибактериальная терапия, мероприятия, направленные на стабилизацию состояния, подготовку к оперативному вмешательству. Далее в условиях операционной выполнены первичная хирургическая обработка раны, фиксация перелома стержневым аппаратом. Размер и локализация дефекта позволили укрыть его местным лоскутом, из медиальной половины камбаловидной мышцы. После операции проводили местное лечение раневой поверхности лоскута методом локальной терапии отрицательным давлением, на 10-е сутки выполнена аутодермопластика. У пациента удалось добиться первичного, неосложненного заживления раны. Остеосинтез перелома правой большеберцовой кости на 23-е сутки после травмы, консолидация перелома отмечена через 4 мес. после травмы. Функциональный результат через 18 мес. после лечения — 76 баллов из 80 возможных.



Рис. 10. Пациент Г., 30 лет, и/б 21029-095.

Диагноз: сочетанная травма. ОЧМТ.

Ушиб головного мозга средней степени тяжести. Открытый оскольчатый перелом обеих костей правой голени в средней трети, осложненный дефектом мягких тканей.

а – вид конечности при поступлении,

б – рентгенограмма голени при поступлении,

в – вид конечности после обработки раны, наложения стержневого аппарата наружной фиксации, пластики покровных тканей лоскутом из камбаловидной мышцы,

г – вид конечности на 15-е сутки после травмы

д- вид голени пострадавшего через 4 месяца после травмы

е- рентгенограммы пострадавшего через 4 месяца после травмы

Клиническое наблюдение 6.

Пациент К., 21 год, и/б 5919-12 (рис. 11). Пострадал в результате падения железной балки на правую нижнюю конечность. Диагноз: открытый перелом дистальных метаэпифизов обеих костей правой голени, открытый перелом правой таранной кости IIIB типа по Гастило — Андерсену. Обширная рвано-ушибленная рана в нижней трети правой голени с дефектом покровных тканей. Местный статус: правая голень деформирована в нижней трети. В этой области имеется лоскутная рана размером 17x15 см. Кровообращение в правой стопе компенсировано,

несколько нарушена чувствительность по тыльной поверхности. Состояние пострадавшего при поступлении расценено как стабильное. В операционной выполнена хирургическая обработка раны, наложен аппарат наружной фиксации. Свободно лежащие осколки большеберцовой и таранной костей промыты антисептиками, проведена их репозиция, фиксация спицами. После иссечения разможенных кожных лоскутов сформировался дефект мягких тканей размером 17х10 см на IV и V уровнях голени, поэтому была выполнена пластика покровных тканей свободным реваскуляризированным лоскутом из широчайшей мышцы спины. В 1-е сутки после операции отмечены признаки венозной недостаточности лоскута, выполнена ревизия в операционной, выявлен тромбоз вены лоскута; проведены тромбэктомия, реанастомозирование вены лоскута. В местном лечении раневой поверхности лоскута использовали мазевые и гидрогелевые повязки. На 17-е сутки после травмы выполнена аутодермопластика поверхности мышечного лоскута. Раны зажили, наложена гипсовая повязка, пациент выписан на амбулаторное лечение. По месту жительства после консолидации перелома (через 5 мес. после травмы) выполнено удаление спиц, пациент вернулся к труду.



Рис. 11. Пациент К., 21 год, и/б 5919-12. Диагноз: открытый перелом дистальных мезепифизов обеих костей правой голени, открытый перелом правой таранной кости типа ПШВ по Гастило — Андерсену. Обширная рвано-ушибленная рана в нижней трети правой голени с дефектом покровных тканей.

а – вид конечности при поступлении,
 б – рентгенограмма правой голени при поступлении,
 в – вид операционной раны после хирургической обработки раны, репозиции отломков, фиксации спицами,
 г – вид голени на 2-е сутки после закрытия дефекта свободным реваскуляризированным лоскутом из широчайшей мышцы спины,
 д – рентгенограмма голени на 8-е сутки после травмы,
 е – вид конечности через 30 сут. после травмы, выполнена аутодермопластика поверхности мышечного лоскута.

5.3.6. Дефект большеберцовой кости

Первичный дефект костной ткани имелся у 4 (14,8%) пациентов. Для его замещения выполнено острое укорочение конечности с последующим восстановлением длины конечности методом Илизарова. Некроз вследствие инфицирования костной ткани развился у 3 (11,1%) пациентов. Некротизированная кость была резецирована, образовавшиеся дефекты

большеберцовой кости были замещены методом дистракционного остеогенеза.

5.3.7. Результаты лечения

Летальный исход вследствие тяжелой двусторонней пневмонии констатирован у 1 пациента с сочетанной травмой грудной клетки. Ампутация нижней конечности была выполнена 1 (3,7%) пациенту по причине обширного нереконструируемого дефекта мягких тканей на I–III уровне голени, распространенного некроза мышц передней и задней групп голени. Уровень ампутации — верхняя треть голени.

Глубокая раневая инфекция развилась в 3 (11,1%) случаях, из них в двух при формировании частичного некроза лоскута из камбаловидной мышцы и инфицировании штифта, в 1 при нагноении гематомы в области перелома. Поверхностная раневая инфекция имела место у 5 (18,5%) пострадавших. Как правило, это были пациенты, которым аутодермопластику раневой поверхности над лоскутом проводили в отсроченном порядке. Отмечен 1 случай нагноения гематомы в донорской области лоскута из камбаловидной мышцы, которая разрешилась при местном лечении мазевыми повязками.

Частичный некроз пересеженных лоскутов возник в 4 (14,8%) случаях: проведена некрэктомия с последующим местным лечением раны. У 1 (3,7%) больного развился тотальный некроз лоскута из камбаловидной мышцы. На 3-и сутки выполнена некрэктомия, дефект мягких тканей одномоментно замещен кожно-мышечным лоскутом с медиальной поверхности голени с включенной в лоскут медиальной головкой икроножной мышцы. Достигнуто первичное заживление раны открытого перелома.

Продолжительность стационарного лечения в исследуемой группе составила 60,3 койко-дня. Несращение перелома развилось у 6 (22%) пациентов, что требовало дополнительных операций по стимуляции

сращения, таких как замена штифта и рассверливание костномозгового канала и остеотомия малоберцовой кости. Переломы срослись в срок от 4–6 мес. у 6 (22,2%) пациентов, от 6 до 10 мес. у 11 (40,7%), спустя более 10 мес. у 6 (22,2%) пациентов. Средний срок консолидации переломов в исследуемой группе составил 9,2 мес. Хронический остеомиелит развился у 5 (18,5%) пострадавших.

Ограничения движений в голеностопном суставе отмечены у 15 (55%) пациентов исследуемой группы, контрактура коленного сустава — у 6 (22,2%). Средний балл по функциональной шкале оценки нижней конечности составил 66,3.

5.4. Сравнение результатов лечения пострадавших исследуемой группы и группы сравнения

При сравнении результатов лечения в исследуемой группе и группе сравнения были выявлены существенные различия, которые мы объясняем применением систематизированного подхода к восстановлению мягких тканей при тяжелом открытом переломе костей голени. Результаты сравнивали по следующим категориям: частота развития раневой инфекции, частота развития осложнений со стороны лоскута, результаты сращения перелома, длительность лечения и функциональный результат лечения.

Таблица 25. Сравнение результатов лечения пациентов основной группы и контрольной группы.

Показатель	Исследуемая группа	Группа сравнения	<i>p</i>
Ампутации	1 (3,6%)	2 (3,6%)	0,33
Глубокая раневая инфекция	3 (10,7%)	21 (37,5%)	0,01
Поверхностная раневая инфекция	5 (17,9%)	16 (28,6%)	0,42
Тотальный некроз лоскутов	11 (3,6%)	2 (3,6%)	1
Частичный некроз лоскутов	4 (14,3%)	19 (33,9%)	0,11
Некроз участков большеберцовой кости	4 (14,3%)	28 (50,9%)	0,002
Циркулярный дефект большеберцовой кости	3 (10,7%)	22 (39,3%)	0,01
Несращение большеберцовой кости	9 (32,1%)	24 (45,4%)	0,48
Средний срок консолидации перелома, мес.	9,2±5,5	14,1±8,7	≤0,05 (T=2,6)
Хронический остеомиелит	4 (14,3%)	30 (53,5%)	0,008
Длительность стационарного лечения, койко-дни	60,3±38,5	90,2±43,2	≤0,05 (T=2,7)
Ограничение движений в голеностопном суставе	15 (53,6%)	47 (84,5%)	0,004
Ограничение движений коленного сустава	6 (21,4%)	19 (34,5%)	0,31
Балл по функциональной шкале LEFS	65,5±11,3	53,1±17,6	≤0,05 (T=3,3)

5.4.1. Раневая инфекция

В исследуемой группе частота развития глубокой раневой инфекции была существенно ниже, чем в группе сравнения — 37,5% против 10,7%, причем разница была высоко статистически значима. Мы объясняем это

более ранним сроком реконструкции мягких тканей голени в исследуемой группе. По нашим наблюдениям, при поступлении в первые сутки после травмы контаминация раны у пациентов с тяжелыми открытыми переломами минимальна (что подтверждается данными посевов). В группе сравнения при длительном консервативном лечении раневого дефекта уже на 10–15-е сутки отмечались все признаки раневой инфекции, такие как гнойное отделяемое из раны, гиперемия тканей вокруг раны и боль. Наличие раневой инфекции подтверждалось также результатами микробиологического исследования. При восстановлении мягкотканного покрова перелома до 5–7 сут. признаков раневой инфекции не отмечено. Еще одним возможным фактором, позволившим существенно снизить частоту раневой инфекции в исследуемой группе, является более частое применение для восстановления покровных тканей голени мышечных лоскутов, которые, как показано нами в главе 4, характеризуются лучшим кровоснабжением.

Поверхностную инфекцию в исследуемой группе также диагностировали реже, чем в группе сравнения — в 18 и 29% случаев соответственно. Однако при данном числе наблюдений эти различия оказались статистически не значимыми. Возможно, некоторое снижение частоты поверхностной раневой инфекции связано с применением у большинства пациентов одномоментной аутодермопластики поверхности лоскута, что предотвращает инфицирование и развитие клинической картины раневой инфекции. Кроме того, в исследуемой группе было меньше больных, у которых развивался частичный некроз лоскутов, что в свою очередь могло положительно сказаться и на частоте формирования раневой поверхности после некрэктомии.

5.4.2. Частота применения различных лоскутов

Сравнительный анализ показал, что в исследуемой группе значительно реже использовали свободные реваскуляризированные лоскуты (14,3%) по

сравнению с местными лоскутами, чем в группе сравнения (23%). Мы объясняем это более ранними сроками реконструкции мягких тканей голени в исследуемой группе. При этом не происходит дополнительной потери мягких тканей голени вследствие высыхания, инфицирования и воспаления. В результате после хирургической обработки раны в исследуемой группе формировался значительно меньший по площади дефект в пределах одного уровня голени. Как следует из схемы, приведенной в главе 4, пластику покровных тканей при дефектах в пределах одного уровня можно выполнять посредством более простых и менее продолжительных операций по перемещению местных мышечных лоскутов. Следует, однако, отметить, что для данного числа наблюдений различия были статистически не значимыми.

5.4.3. Осложнения со стороны лоскута

Анализ количества осложнений со стороны лоскута выявил значительно меньшую частоту развития частичного некроза в исследуемой группе по сравнению с группой сравнения (14,3% против 33,9%). Объяснением этому могут быть различия в тканевом составе применяемых лоскутов. Так, кожно-фасциальные лоскуты применялись в исследуемой группе значительно реже, чем в группе сравнения (7% против 33%). В главе 4 показано, что кожно-фасциальные лоскуты характеризуются значительно худшим кровоснабжением, что способствует более частому развитию частичного некроза лоскута. Также различия показателей могут быть обусловлены тщательным подбором наиболее подходящего метода восполнения тканей, что позволяет избежать излишнего натяжения лоскута, перегиба основания лоскута при ротации. Однако при данном числе наблюдений статистическая значимость этих результатов не высока.

При сравнении частоты тотального некроза перемещенного лоскута в исследуемой группе и группе сравнения существенных различий не выявлено.

5.4.4. Некроз участков большеберцовой кости

В исследуемой группе некроз участков большеберцовой кости диагностировали гораздо реже, чем в группе сравнения — 14,3% против 50,9%. Мы считаем, что раннее восстановление мягкотканного окружения области перелома костей голени предотвращает гибель костной ткани вследствие высыхания и инфицирования, способствует реваскуляризации лишенных кровоснабжения участков кости. Как следствие, в исследуемой группе мы выполняли значительно меньше остеонекрэктомий, отмечали меньшую частоту развития циркулярных дефектов костной ткани (10,7% против 39,3% в группе сравнения). Различия показателей оказались высоко статистически значимыми. Неотложное восстановление мягкотканного окружения открытого перелома позволило у 5 пострадавших исследуемой группы сохранить жизнеспособность больших свободно лежащих фрагментов диафиза или суставных поверхностей большеберцовой кости.

5.4.4. Консолидация перелома

Снижение частоты развития несращения большеберцовой кости в исследуемой группе (32,1%) по отношению к группе сравнения (45,4%), по нашему мнению, было обусловлено несколькими факторами. Во-первых, это применение хорошо васкуляризированных мышечных лоскутов для воссоздания мягкотканного окружения перелома, что создает благоприятные условия для его консолидации. Во-вторых, это раннее восстановление мягкотканного окружения перелома, позволяющее избежать развития дефектов костной ткани, которые нарушают консолидацию перелома. В-третьих, это более частое применение внутренних фиксаторов — 66,7% пострадавших в исследуемой группе против 38,2% — в группе сравнения. Также эти факторы способствуют уменьшению длительности консолидации перелома в исследуемой группе — 9,2 мес. против 14,1 мес. в группе

сравнения. Раннее восстановление мягкотканного окружения позволяет выполнить более физиологичную внутреннюю фиксацию перелома, что обеспечивает условия для полной нагрузки конечности и предотвращает развитие контрактур смежных суставов. При проверке данных о длительности консолидации перелома выявлено, что различия между группами являются статистически значимыми.

5.4.5. Длительность стационарного лечения.

Средняя длительность стационарного лечения больных в исследуемой группе, с учетом повторных госпитализаций по поводу осложнений, была значительно меньше таковой в группе сравнения — 60,3 койко-дня против 90,2 койко-дня ($p < 0,05$). Среди причин этого можно выделить следующие:

раннее восстановление мягких тканей при наличии первичного дефекта в области открытого перелома, что позволяет избежать развития инфекции и этапа длительного местного лечения раневого дефекта;

раннюю некрэктомию при развитии некроза мягких тканей в области перелома с одномоментным закрытием дефекта мягких тканей;

использование лоскутов с более надежным кровоснабжением. Этому помогало и снижение частоты некрозов лоскутов.

В группе сравнения при частичном некрозе перемещенного лоскута, даже если не обнажалась костная ткань в зоне перелома, требовались некрэктомии, местное лечение, зачастую с последующей аутодермопластикой, что значительно увеличивало сроки лечения пациентов.

5.4.6. Хронический остеомиелит

При анализе отдаленных результатов лечения пациентов выявлено значительное снижение частоты развития хронического остеомиелита в исследуемой группе относительно группы сравнения (14,3% против 53,5%). Отмечена высокая статистическая значимость этих различий. Мы считаем,

что раннее восстановление мягкотканного покрова в области перелома костей голени позволяет предотвратить гибель и инфицирование костной ткани, т.е. избежать пускового момента в развитии хронического остеомиелита.

5.4.7. Функциональные результаты лечения

При анализе функциональных результатов лечения в исследуемой группе по отношению к группе сравнения выявлено некоторое снижение частоты ограничений движений в коленном (21,4% против 34,5%) и в голеностопном (53,6% против 84,5%) суставах. Улучшение функции по балльной шкале LEFS было статистически значимым: 64,8 в исследуемой группе, 57,7 в группе сравнения. Эти данные, по нашему мнению, являются интегральным показателем успешности лечения пациентов с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей. Снижение частоты развития раневой инфекции, предотвращение развития дефекта большеберцовой кости, уменьшение сроков лечения, улучшение консолидации переломов костей голени, все это в конечном счете приводит к улучшению функции конечности после реконструкции.

Резюме.

Состояние пострадавшего определяет тактику реконструкции мягкотканного покрова голени при тяжелом открытом переломе. Мы предлагаем следующий алгоритм неотложного пластического замещения покровных тканей голени у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами. Пациентам в стабильном состоянии показано применение всех методов пластического замещения дефекта при поступлении. У пациентов в пограничном состоянии после интенсивной терапии и стабилизации состояния возможно использование местных лоскутов для восстановления мягкотканного покрова голени. Пострадавшим в нестабильном состоянии операции по восстановлению покрова голени, преимущественно местными

лоскутами, должны проводиться спустя 4–5 сут. после поступления. Пациентам в критическом состоянии показано восстановление мягких тканей голени с отсрочкой на 10–15 сут., после окончательной стабилизации состояния и лечения сочетанных повреждений. Выбор определенного метода восстановления мы предлагаем осуществлять в соответствии со схемой, описанной в главе 4, в зависимости от величины и локализации дефекта мягких тканей голени.

Заключение.

Лечение пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, является актуальной проблемой на стыке двух специальностей: травматологии и ортопедии и реконструктивной и пластической хирургии. При анализе отечественной и зарубежной литературы выявлено, что до сих пор недостаточно разработаны вопросы раннего восстановления покровов у этой группы пострадавших. С одной стороны до сих пор активно дискутируются вопросы оптимального тканевого состава лоскута для восстановления мягких тканей, с другой стороны не разработаны четкие показания к применению различных местных и свободных реваскуляризированных лоскутов в зависимости от величины и локализации дефекта мягких тканей в области открытого перелома костей голени. Другим нерешенным вопросом выбор оптимальных сроков реконструкции. Раннее восстановление мягких тканей позволяет сократить количество гнойных осложнений и в короткие сроки восстановить функцию конечности. Однако пациенты с такими повреждениями часто поступают в тяжелом состоянии и имеют сочетанные повреждения и проведение ранних реконструктивных операций в этой группе сопряжено с большим риском.

Для решения этих вопросов выполнены: ретроспективный анализ результатов лечения 56 пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей (группа сравнения), исследование особенностей перфузии лоскутов различного тканевого состава и типа кровоснабжения у 20 пациентов методом лазерной доплерофлуометрии, морфометрическое исследование на 16 анатомических препаратах нижних конечностей, проспективный сравнительный анализ результатов лечения 28 пострадавших (исследуемая группа), которым применили разработанный алгоритм неотложного пластического замещения дефекта мягких тканей в области открытого перелома костей голени.

При анализе характера травмы у пострадавших группы сравнения выявлено, что открытый перелом костей голени, осложненный дефектом мягких тканей, является в подавляющем большинстве случаев результатом высокоэнергетической механизма. Повреждение мягких тканей сочетается с тяжелым повреждением кости и в некоторых случаях с травмами других областей тела, что значительно влияет на общее состояние пострадавшего и приводит к различным как местным, так и общим осложнениям. Показана важность дифференцированного подхода к проведению первичных реконструктивных операций, в зависимости от тяжести состояния пациента.

На основании анализа результатов лечения выявлено, что наилучшим методом восстановления покровных тканей голени при тяжелом открытом переломе является перемещение кровоснабжаемого лоскута в ранние сроки. При выполнении операций по восстановлению покровных тканей голени в поздние сроки после длительных попыток местного консервативного лечения значительно увеличивается частота раневой инфекции и частота некроза участков большеберцовой кости. При развитии вторичного дефекта мягких тканей наилучшие результаты получены при выполнении некрэктомии и одномоментном закрытии лоскутом.

Для выявления оптимального тканевого состава лоскута для неотложного восстановления мягкотканого окружения при переломах костей голени в группе сравнения проведен анализ частоты осложнений при применении мышечных и кожно-фасциальных лоскутов. Также было выполнено сравнение интенсивности кровотока в лоскутах различного тканевого состава методом лазерной доплер-флуометрии. Выявлено, что оптимальной тканью лоскута является мышечная ткань, как обладающая наилучшей васкуляризацией и санационными свойствами. Данное утверждение подтверждено клиническими данным о наименьшей частоте некротических осложнений при применении местных и свободных реvascularизированных мышечных лоскутов. Применение местных кожно-фасциальных лоскутов

показано в редких случаях при невозможности использования мышечных из-за тяжести состояния пострадавшего или выраженных атеросклеротических изменениях периферических сосудов голени.

Для разработки критериев выбора определенного метода восстановления мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени в зависимости от локализации и величины дефекта проведено морфометрическое исследование на препаратах нижних конечностей. По его результатам выработана схема выбора метода восстановления мягких тканей. Голень предложено разделить на 5 равных по протяженности уровней. Протяженность уровня примерно соответствует ширине кисти пострадавшего на уровне головок пястных костей. Дефекты мягких тканей предложено разделить на небольшие, по протяженности менее ширины кисти пациента и площадью менее половины ладонной поверхности кисти пострадавшего и обширные, протяженностью и площадью больше этих величин. Методом восстановления мягких тканей при небольших дефектах I уровня является закрытие лоскутами из медиальной и при необходимости латеральной головок икроножных мышц. Методом закрытия небольших дефектов II и III уровней является замещение лоскутом из медиальной половины камбаловидной мышцы. Для закрытия даже небольших дефектов мягких тканей IV и V уровней показано применение свободных реvascularизированных мышечных лоскутов, однако если это невозможно, то дефекты могут быть замещены икроножным кожно-фасциальным лоскутом на дистальной сосудистой ножке. Для пластики покровов при обширных дефектах мягких тканей альтернатив свободным реvascularизированным мышечным лоскутам практически нет.

Разработан алгоритм неотложного пластического замещения дефектов мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени. Основным фактором, определяющим тактику реконструкции голени при первичном дефекте мягких тканей, является тяжесть общего состояния.

Пострадавшим в стабильном состоянии показана реконструкция мягких тканей в полном объеме при поступлении пострадавшего. Выбор лоскута определяется схемой, разработанной в ходе морфометрического исследования. Пациентам, находящимся в пограничном состоянии, при небольших повреждениях покровных тканей возможно замещение местными лоскутами, но при наличии обширного дефекта мягких тканей и необходимости применения свободного реваскуляризированного лоскута рекомендована отсрочка пластики на 4-5 суток, до окончательной стабилизации витальных функций. При нестабильном состоянии необходимо отсроченное на 4-5 суток восстановление покровов. Пострадавшим, поступившим в критическом состоянии возможно восстановление мягких тканей голени только в отсроченном порядке, через 10-15 суток после травмы, после окончательной стабилизации состояния и лечения сопутствующих повреждений.

При развитии вторичного дефекта мягких тканей вследствие некроза показана ранняя некрэктомия в пределах здоровых тканей с одномоментным закрытием лоскутом.

Важнейшим моментом в лечении пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненных дефектами мягких тканей, являются показания к выполнению ампутации конечности. Ампутация необходима при невозможности замещения обширного дефекта мягких тканей с обнажением перелома большеберцовой кости. Другим показанием к выполнению ампутации являются распространенные некрозы передней и задней мышечных групп голени у пострадавшего с открытым переломом костей, осложненным дефектом мягких тканей. Реконструкция конечности не показана пострадавшим с обширными дефектами мягких тканей с обнажением области перелома большеберцовой кости при некорректируемой гипопротеинемии вследствие очень высокого риска развития раневого сепсиса и полиорганной недостаточности.

Описанный алгоритм раннего восстановления мягких тканей при тяжелых открытых переломах костей голени применен у 28 пострадавших (исследуемая группа). При сопоставлении результатов лечения этой групп с результатами лечения пострадавших группы сравнения выявлено значительное снижение частоты глубокой раневой инфекции, частоты некроза участков большеберцовой кости, частоты несращений большеберцовой кости. Выявлено также уменьшение сроков лечения и улучшение функциональных результатов.

Применение разработанного алгоритма неотложного пластического замещения покровных тканей у пострадавших с тяжелыми открытыми переломами костей голени позволило значительно снизить частоту развития осложнений, уменьшить сроки лечения и улучшить функциональные результаты.

Выводы

1. Анализ результатов лечения пострадавших с открытыми переломами костей голени, осложненными дефектами мягких тканей, выявил, что как **местное консервативное лечение** области повреждения, так и **пластика покровов в поздние сроки** (более 15 суток после травмы) приводят к развитию раневой **инфекции, вторичному некрозу участков большеберцовой кости**, способствуют **увеличению длительности лечения и ухудшению функциональных результатов**.
2. При изучении особенностей перфузии и результатов применения лоскутов различного тканевого состава установлено, что **местные и свободные реваскуляризированные мышечные лоскуты** являются наиболее **надежными методами** восстановления покровных тканей голени при **тяжелом открытом переломе**. Местные кожно-фасциальные лоскуты как на широком основании, так и на сосудистой ножке менее надежны и должны рассматриваться как **резервные** способы замещения при невозможности применения мышечных лоскутов.
3. В ходе морфометрического исследования, при изучении возможностей различных лоскутов на голени, получены данные, что **местные мышечные и кожно-фасциальные лоскуты могут применяться при площади дефекта в области перелома менее половины площади ладонной поверхности кисти** пострадавшего и протяженности обнаженного участка большеберцовой кости в ране менее ширины кисти пострадавшего. При размерах дефекта, **превышающих эти величины**, показано применение **свободных** реваскуляризированных лоскутов.

4. В соответствии с разработанным алгоритмом **восстановление** покровных тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени должно проводиться **в максимально ранние сроки (до 15 суток с момента травмы)** в зависимости от тяжести состояния и характеристик дефекта мягких тканей. Замещение дефекта мягких тканей после **некрэктомии** необходимо выполнять **одномоментно**.

5. Применение алгоритма неотложного пластического замещения дефектов мягких тканей у пострадавших с открытыми переломами костей голени позволило статистически значимо снизить частоту **раневой инфекции с 37,5 до 10,7%**, частоту **хронического остеомиелита с 53,5 до 14,3%**, частоту развития **дефектов большеберцовой кости с 39,3 до 10,7%**. В итоге констатировали **сокращение сроков консолидации перелома с 14,1 до 9,2 мес.** и значительное улучшение функциональных результатов лечения.

Практические рекомендации

1. Методом выбора для замещения дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени является **использование местных мышечных лоскутов**. Вторыми по предпочтению следует считать **свободные реваскуляризированные мышечные лоскуты**, и лишь при невозможности применения первых двух показано **использование местных кожно-фасциальных лоскутов**.

2. При замещении дефекта мягких тканей мышечным лоскутом **необходимо иссекать апоневроз** из плотной соединительной ткани по поверхности мышцы для обеспечения контакта костных отломков и кожных трансплантатов с хорошо васкуляризированной мышечной тканью.

3. Наличие **первичного дефекта мягких тканей** с обнажением отломков костей голени является показанием к **раннему**, в первые сутки после травмы, **восстановлению покровов**. Это позволяет сохранить **жизнеспособность**

обнаженных участков **кости** и свести к **минимуму** риск **гнойных осложнений**.

4. Небольшие дефекты (до **0,5%** поверхности тела) **I–III уровня** могут быть укрыты местными лоскутами из **икроножной и камбаловидной мышц**, **IV и V уровня** — **свободными реvascularизированными лоскутами** или, при невозможности их применения, икроножным кожно-фасциальным лоскутом на дистальной сосудистой ножке. Замещение **обширных** дефектов мягких тканей при открытых переломах костей голени может быть выполнено только с использованием **свободных реvascularизированных лоскутов**.

5. Пострадавшим в **стабильном** состоянии **реконструкция покровов** должна **быть выполнена в 1-е сутки** после травмы, в **пограничном** состоянии — на первичной операции **местными лоскутами** в условиях постоянного мониторинга состояния или с **отсрочкой на 4–5 сут.**, при **нестабильном** состоянии — также с **отсрочкой 4–5 сут.** Пациентам в **критическом** состоянии восстановление покровных тканей голени может быть отложено **на срок до 15 сут.** с момента травмы для стабилизации состояния и лечения сопутствующих повреждений.

Список литературы

1. Абакумов, М.М. Объективная оценка тяжести травмы у пострадавших с сочетанными повреждениями/ М.М. Абакумов, Н.В. Лебедев, В.И. Малярчук// Вестник хирургии им И.И. Грекова. – 2001.– № 6.– С. 42–45.
2. Первичная пластика обширных дефектов конечностей васкуляризованными лоскутами/ К.Г. Абалмасов, В.Г. Чичкин, Е.И. Гарелик, Т.Ю. Сухинин [и др.] //Анналы хирургии.– 2004.– № 6.– С.47–53.
3. Андреева, Т.М. Травматизм в Российской Федерации в начале нового тысячелетия/Т.М. Андреева, Е.В. Огрызко, И.А. Редько //Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.– 2007.– №2.– С. 59–63.
4. Применение сурального лоскута для замещения дефекта мягких тканей дистальных отделов конечностей/ А.А. Богов, Л.Я. Ибрагимова, Р.И. Муллин [и др.]//Анналы пласт. реконстр. и эстетич. хирургии.– 2011. – № 4. – С. 61–66.
5. Особенности лечения открытых переломов длинных костей у пострадавших с политравмой./ Е.И. Бялик, В.А. Соколов, М.Н. Семенова [и др.]//Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.- 2002.- 4.- С.3-8
6. Гайдук, С.В. Клинико-патофизиологическое обоснование ранней диагностики синдрома полиорганной недостаточности и висцеральных осложнений у пострадавших с политравмой: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук.- Санкт-Петербург, 2009.- 360 с
7. Гараев, Д.А. Синдром взаимного отягощения повреждений у пострадавших с сочетанной травмой и его влияние на выбор

тактики лечения повреждений опорно-двигательного аппарата:
 Автореф. дис. ... канд. мед. наук.- Москва, 2007.- 152 с.

8. Грицюк, А.А. Реконструктивная и пластическая хирургия боевых повреждений конечностей: Дис. ... д-ра мед. наук. мед. Наук.- Москва, 2006.- 476 с
9. Дрюк, Н.Ф. Микрохирургические методы коррекции гемолимфодинамики и аутоотрансплантации тканей при заболеваниях периферических сосудов и повреждениях нижних конечностей: Дис. ... д-ра мед. наук.- Киев, 1986.- 381 с.
10. Жуков, А.Ю. Хирургическое лечение посттравматических дефектов мягких тканей голени: Автореф. дис. ... канд. мед. наук./ А.Ю. Жуков.- Уфа, 2005.- 20 с.
11. Зелянин, А.С. Микрохирургическая аутоотрансплантация тканей в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей: дисс. ... док. мед. наук.- Москва, 2004.- 343 с.
12. Зелянин, А.С. Устранение дефектов мягких тканей в коленном суставе свободными реваскуляризированными аутоотрансплантатами при хроническом остеомиелите эпиметафиза/А.С. Зелянин, В.В. Филиппов, Н.А. Суворов//Анналы пластической, реконстр. и эстет. хир.- 2012.- 10.- С.62-69.
13. Иванов, П.А. Лечение открытых переломов длинных костей конечностей у пострадавших с множественной и сочетанной травмой: Дис. ... д-ра мед. наук.- Москва, 2009.- 234 с
14. Кованов, В.В. Хирургическая анатомия нижних конечностей. Том 2./ В.В. Кованов, А.А.Травин.- Москва, 1963.- 525 с.
15. Козлов, И.В. Пластическое замещение остеомиелитических дефектов голени и стопы лоскутами с осевым типом

- кровообращения: дис. ...канд. мед. наук.- Санкт- Петербург, 2008.- 185 с
16. Крылов, В.С. Пластическое устранение дефектов мягких тканей свободной пересадкой кожно-мышечных лоскутов с использованием микрохирургической техники/В.С. Крылов, А.И. Неробеев, Н.О. Миланов//Вестник хирургии им. И.И. Грекова.- 1982.-7 (Т128).- С. 8-12
 17. Куропаткин, А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей/А.И. Куропаткин, В.В. Сидоров.- М.: издательство "Медицина".- 2005.- 256 с.
 18. Лунев, В.П. Закономерности формирования инвалидности трудоспособного населения по обращаемости в бюро медико-социальной экспертизы Российской Федерации за период 1997-2005 годы/ В.П. Лунев//Медико-соц. экспертиза и реабилитация.- 2007.-2.- С.40-43
 19. М.Ю. Ханин, М.М. Валеев, С.А. Чистиченко, Т.Б. Минасов, Р.Р. Якупов Хирургическое лечение больных с посттравматическими дефектами мягких тканей голени при множественных и сочетанных повреждениях //Издательство журнала «Практическая медицина» М., 2011. -
 20. Масимов, М.О. Профилактика и лечение гнойно-некротических осложнений и последствий тяжелой огнестрельной травмы конечностей на этапе специализированной хирургической помощи/М.О. Масимов//Травматология и ортопедия России.- 2005.- 2(35).- С.26-34
 21. Минасов, Б.Ш. Функциональные и эстетические результаты замещения дефектов мягких тканей кровоснабжаемыми

- лоскутами/ Б.Ш. Минасов, М.М. Валеев// Травматология и ортопедия России.- 2006.- 1. -С. 30-35.
22. Минасов, Б.Ш. Функциональные и эстетические результаты замещения дефектов мягких тканей кровоснабжаемыми лоскутами/Б.Ш. Минасов, М.М. Валеев//Травматология и ортопедия России.- 2006.- 1(39)- С.30-35
 23. Хирургическое лечение остеомиелита/ Г.Д. Никитин, А.В. Рак, С.А. Линник [и др.].- Санкт-Петербург: издательство Русская графика, 2000.- 288 с.
 24. Лечение огнестрельных дефектов длинных костей нижних конечностей/В.К. Николенко, Н.И. Бабич, А.А Грицюк [и др.]//Вестник травматологии и ортопедии им.Н.Н. Приорова.- 2007.- 2.- С.64-70
 25. Прилучный, М.А. Тепловизионный контроль эффективности озонотерапии в коррекции ишемических нарушений в лоскутах на питающей ножке/М.А.Прилучный, И.Ю.Арефьев, Т.В.Поято [и др.]//Труды 9-й международной конференции «Прикладная Оптика-2010». – 2010. – С. 48–51.
 26. Использование технологий реконструктивно-пластической микрохирургии в системе лечения больных с патологией коленного сустава./ Л.А. Родоманова, А.Ю. Кочиш, Д.И. Кутянов [и др.] // Травматология и ортопедия России.- 2012.-1 (63).- С.5-13
 27. Родоманова, Л.А. Возможности реконструктивной микрохирургии в раннем лечении больных с обширными посттравматическими дефектами конечностей: дисс. док. мед. наук.- Санкт-Петербург, 2006- 375 с.
 28. Замена внешней фиксации на интрамедулярный блокируемый штифт при открытых переломах длинных костей у

- пострадавших с политравмой/В.А. Соколов, П.А. Иванов, Е.И. Бялик [и др.]//Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.- 2007.- 1.- С.3-7
29. Практическое применение концепции "Damage Control" при лечении переломов длинных костей конечностей у пострадавших с политравмой/В.А. Соколов, Е.И. Бялик, П.А. Иванов [и др.]//Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н.Приорова.- 2005.-1.- С. 3-7.
 30. Синдром взаимного отягощения повреждений у пострадавших с сочетанной травмой/ В.А. Соколов, В.И. Картавенко, Д.А. Гараев [и др.]//Вестник хирургии им. И.И.Грекова.- 2006.- 6.- С. 25-29.
 31. Соколов, В.А. Множественные и сочетанные травмы. Практическое руководство для врачей- травматологов/ В.А. Соколов.- М. : издательство ГЭОТАР- Медиа, 2006.- 512 С.
 32. Первичная экстренная и отсроченная аутотрансплантация свободных васкуляризированных тканей в восстановительной микрохирургии тяжелых травматических повреждений и отчленений конечностей/А.Г. Степанов, Р.О. Датишвили, Е.Ю. Шибяев [и др.]//Хирургия.- 1989.-3.- С.126-131
 33. Возможности современных методов реконструктивно-пластической хирургии в лечении больных с обширными дефектами тканей конечностей/ Р.М. Тихилов, А.Ю. Кочиш, Л.А. Родоманова [и др] //Травматология и ортопедия России.- 2011.- 2(60).- С. 164-170.
 34. Современные тенденции пластики лоскутами с осевым типом кровоснабжения на нижней конечности/Р.М.Тихилов, А.Ю Кочиш., Л.А.Родоманова [и др.]//Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н.Приорова.- 2007.-2.- С. 71-75

35. Ткаченко, М.В. Несвободные мышечно-надкостичная и мышечно-костная пластики как способы оптимизации остеорепаляции открытых (огнестрельных) переломов костей голени и их осложнений: автореф. дис. ... канд. мед наук.- Санкт-Петербург, 2002.- 36 с.
36. Фисталь, Н.Н. Лазерная доплеровская флоуметрия при лечении ожогов/Н.Н. Фисталь, В.В. Солошенко//Хирургия, журнал им. Н.И. Пирогова.- 2008.-11.- С. 53-57
37. Хоминец, В.В. Замещение дефектов мягких тканей голени кожно-фасциальными и мышечными лоскутами с осевым кровообращением: дис. ... кан. мед. наук.- Санкт-Петербург,1997- 151 с
38. Червяков, А.В. Хирургическое лечения обширных дефектов тканей голени: дисс. ... кан. мед. наук.- Москва, 2009.- 101 с
39. Шибаев, Е.Ю. Микрохирургическая аутотрансплантация тканей в лечении открытых переломов конечностей/ Е.Ю.Шибаев, П.А. Иванов, Д.А. Кисель//Транспланталогия.- 2010.- 3-4.- С. 23-26.
40. Шибаев, Е.Ю. Микрохирургическая реконструкция голени при обширных дефектах мягких тканей и большеберцовой кости/Е.Ю. Шибаев, В.И. Симаков, А.С. Зелянин//Анналы пластической, реконструкт. и эстет хир.- 2002.- 1.- С. 62-69
41. Шибаев, Е.Ю. Первичные реконструктивные операции на конечностях с использованием методов микрохирургической аутотрансплантации/Е.Ю. Шибаев//Анналы пласт. реконстр. и эстетич. хирургии.- 1998.- 3.- С. 112
42. Andreassen, G.S. A simple and cheap method for vacuum-assisted wound clousure/ G.S.Andreassen, J.E.Madsen//Acta Orthopaedica.- 2006.- 77 (5).- P. 820–824.

43. Measurement of blood flow in tibial fracture patients using positron emission tomography/ G.P. Ashcroft, N.T. Evans, D Roeda [et all]//J Bone Joint Surg Br.- 1992.- 74(5).- P. 673-677
44. Ata-ul-Haq Hemisoleus muscle flap, a better option for coverage of open fractures involving middle third of tibia/ Ata-ul-Haq, M.N. Tarar, F.S. Malik [et all]//J Ayub Med Coll Abbottabad.- 2009.- 21(4).- 154-158.
45. A realistic complication analysis of 70 sural artery flaps in a multimorbid patient group/ S.P. Baumeister, R. Spierer, D. Erdmann [et all]//Plast Reconstr Surg.- 2003.- 112(1).- P.129-140
46. Behrens F.F., Sirkin M.S. Fractures with Soft Tissue Injuries// Skeletal trauma : basic science, management, and reconstruction 3th ed.- Philadelphia: Elsevier Science (USA)2003.-Ch.13.- P. 293-319
47. Secondary internal osteosynthesis after external fixation for recent or old open fracture of the lower limb/ M. Bernat, C. Lecoq, M. Lempidakis [et all]//Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.- 1996.- 82(2).- P. 137-144.
48. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application/ J.M. Binkley, P.W. Stratford, S.A. Lott et all//Phys Ther.-1999.- 79(4).- P.371-383
49. Biochemical changes after trauma and skeletal surgery of the lower extremity: quantification of the operative burden/ H.C. Pape, R.E. Schmidt [et all]//Crit Care Med.- 2000.- 28(10).- P.3441-3448
50. Borgquist, O. Individualising the use of negative pressure wound therapy for optimal wound healing: a focused review of the literature/ O. Borgquist, R. Ingemansson, M. Malmsjö // Ostomy Wound Manage.--2011.- 57 (4).- P.44-54

51. Breugem, C.C. Is there evidence-based guidance for timing of soft tissue coverage of grade III B tibia fractures?/ C.C. Breugem, S.D. Strackee// *Int J Low Extrem Wounds*.- 2006.- 5(4).- P. 261-270
52. Cantu R.V., Koval K.J. Open Fractures: Initial Management//*The Poly-Traumatized Patient with Fractures*.- Berlin:Springer-Verlag 2011.- Ch 18.- P. 205-228
53. Carsenti-Etesse Epidemiology of bacterial infection during management of open leg fractures/ H Carsenti-Etesse, F Doyon, N. Desplaces [et all]//*Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. -1999.- 18(5).- P. 315-323
54. Celiköz, B. Subacute reconstruction of lower leg and foot defects due to high velocity- high energy injuries caused by gunshot missiles, and land mines/ B Celiköz, M Sengezer, S Işık, [et all] // *Microsurgery*.-2005.- 25(1).- C. 3-14.
55. Soft-tissue reconstruction of open fractures of the lower limb: muscle versus fasciocutaneous flaps/ J.K. Chan, L.Harry, G. Williams [et all]//*Plast Reconstr Surg*.- 2012.- 130(2).- P. 284e-295e
56. Effect of vacuum-assisted closure on wound microcirculation: an experimental study/ S.Z. Chen, J. Li, X.Y. Li [et all] // *Asian J Surg*.- 2005.- 28(3).- P.211-217.
57. Chung, D.W. Reconstruction of composite tibial defects with free flaps and ipsilateral vascularized fibular transposition/ D.W. Chung, C.S. Han, J.H. Lee// *Microsurgery*.- 2011.- 31(5).- P. 340-346.
58. Clifford R.P. Open fractures//*AO Principles of Fracture Management*.- Stuttgart-New York:Thieme 2000.- Ch 5.1.- P 617-638
59. Establishment of normal ranges of laser Doppler blood flow in autologous tissue transplants/ M.S. Clinton, R.S. Sepka, D. Bristol [et all] // *Plast Reconstr Surg*.- 1991.- 87(2).- C.299-309

60. Clough, T.M. Audit of open tibial diaphyseal fracture management at district accident centre/T.M. Clough, R.S. Bale//Ann K Coll Surg Engl.- 2000.- 82.- P. 436-440.
61. Court-Brown The Epidemiology of Open Fractures in adults. A 15-year review/ C.M. Court-Brown, K.E. Bugler, N.D. Clement [et all]//Injury.- 2012.- 43(6).- P.891-897
62. Court-Brown, C.M. The Epidemiology of Tibial Fractures/C.M. Court-Brown, J. McBirnie// J Bone Joint Surg [Br].- 1995.- 77-B.- P. 417-421.
63. Ebraheim, N.A. The tibialis anterior used as local muscle flap over the tibia soft tissue loss/ N.A. Ebraheim, T.D. Madsen, B. Humpherys// J Trauma.- 2003.- 55.- P. 959-961.
64. Use of genetically modified muscle and fat grafts to repair defect in bone and cartilage/C.H. Evans, F.J. Liu, V. Glat [et all]//Eur Cell Mater.- 2009.- 18.- P.96-111
65. Fischer, M.D. The timing of flap coverage, bone-grafting, and intramedullary nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft-tissue injury/ M.D. Fischer, R.B. Gustilo , T.F. Varecka//J Bone Joint Surg Am.- 1991.- 73(9).- P
66. Giannoudis, P.V. Surgical Priorities in Damage Control in Polytrauma/P.V.Giannoudis//J Bone Joint Surg [Br].- 2003.- 85-B.- P. 478-483.
67. Godina, M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities /M. Godina.//Plast Reconstr Surg. - 1986.- 78(3).- P. 285-292.
68. Treatment of open tibial fracture with soft tissue and bone defect caused by aircraft bomb- case report/ Z. Golubović, G. Vidić, S. Trenkić [et all]//Srp Arh Celok Lek.- 2010.- 138(7-8).- 510-514.

69. Fix and Flap: the radical orthopaedic and plastic treatment af severe open fractures of the tibia./S. Gopal, S Majumder, A.G.B. Batcjelor [et all] //J Bone Joint Surg [Br].-2000.-82-B.- P.959-966
70. The Functional Outcome of Severe, Open Tibia Fractures Managed with Early Fixation and Flap Coverage./S.Gopal, P.V. Giannouds, A. Murray [et all]/J Bone Joint Surg [Br].- 2004.- 86-B.- P. 861-867
71. A study of the relationship between blood flow and bacterial inoculation in musculocutaneous and fasciocutaneous flaps/ A. Gosain, N. Chang, S. Mathes [et all]//Plast Reconstr Surg.-1990.- 86(6).-P.1152-1162
72. Comparison of bacteria inoculation and transcutaneous oxygen tension in the rabbit S1 rerforator and latissimus dorsi musculocutaneous flap/ A.B.Guerra, P.S. Gill, C.G. Trahan [et all] //Journal of Reconstructive Microsurgery.- 2005.- 21(2).- P. 137-143
73. Gulsen, M. Angular Shortening and Delayed Gradual Distraction for the Treatment of Asymmetrical Bone and Soft tissue Defect of Tibia: A Case Series/ M. Gulsen, C. Ozakan//J Trauma.-2008.- 66(5).- P.61-66
74. Gustilo, R.B. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses/R.B. Gustilo , J.T. Anderson//J Bone Joint Surg Am.- 1976.- 58.-P. 453-458
75. Gustilo, R.B. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures/ R.B. Gustilo, R.M. Mendoza, D.N.Williams//J Trauma.-1984.- 24.-P.742-746
76. Management of soft tissue injury in IIIB open tibial fractures: are local muscle flap still up-to-date/ M Hakimi, D. Hollander, M.S. Kraemer [et all] //Zentralbl Chir.-2002.- 127(8).- P. 694-699

77. Hallock, G.G. A comparison of pulse oximetry and laser Doppler flowmetry in monitoring sequential vascular occlusion in rabbit ear model/ G.G.Hallock, D.C.Rice//Can J Plast Surg.- 2003.- 11(1).- P. 11-14
78. Hallock, G.G. Assessment of TRAM flap perfusion using laser Doppler flowmetry: an adjunct to microvascular augmentation/G.G. Hallock, J.A. Altobelli//Ann Plast Surg.- 1992.- 29(2).- P. 122-127
79. Hallock, G.G. Free-flap Monitoring using a chimeric sentinel muscle perforator flap / G.G. Hallock // Journal of Reconstructive Microsurgery.- 2005.- 21(6).- P. 351-354
80. Hammert, W.C. Free-flap reconstruction of traumatic lower extremity wounds/ W.C. Hammert, J. Minarchek, M.A.Trzeciak//Am J Orthop (Belle Mead NJ).-2000.- 29(9 Suppl).-P.22-26
81. The immune microenviroment of human fracture/soft-tissue hematomas and its relationship to systemic immunity/ C.J.Hausel, X. Zhou, P. Joshi [et all] //J Trauma.- 1997.- 42(5).- P. 895-903
82. Heller, L. Laser Doppler flowmeter monitoring of free-tissue transfers: blood flow in normal and complicated cases/ L. Heller, L.S. Levin, B. Klitzman//Plast Reconstr Surg.- 2001.- 107(7).- P.1739-1745
83. Distinct mechanisms of immunosuppression as a consequence of major surgery/ T. Hensler, H. Hecker, K. Heeg [et all] //Infect Immun.- 1997.- 65(6).- P. 2283-2291
84. Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the management of patients with high-energy soft tissue injuries/ D. Jr. Herscovici, R.W. Sanders, J.M. Scaduto [et all] //J Orthop Trauma.- 2003.- 17(10).- P.2683-2688
85. Damage Control: extremities/ F. Hildebrand, P. Giannoudis., C. Krettek [et all]// Injury.- 2004.- 35.- P. 678-689.

86. Free flap monitoring using simultaneous non-invasive laser Doppler flowmetry and tissue spectrophotometry//F Hölzle , D.J. Loeffelbein, D. Nolte [et all]//J Craniomaxillofac Surg.-2006.- 34(1).-P.25-33
87. Delayed Flap Reconstruction With Vacuum-Assisted Clousure Management of the Open IIIB Tibial Fracture/ Z. Hou, K. Irgit ,K.A. Strohecker [et all]// J Trauma.- 2011.- 71-6.- P.1705-1708
88. Infectious complications and soft tissue injury cotribute to late amputation after severe lower extremity trauma/ J. Huh , D. Stinner , T.C. Burns [et all]//J Trauma.- 2011.- 71.- P.47-51.
89. Jemes, E.L. Reconstruction of a large upper tibial wound extending to knee with a free latissimus dorsi flap: optimizing the outcomes/ E.L. Jemes, L.Q. Lee// Microsurgery.- 2007.- 6.- P. 548-552.
90. Jones, E.B. Anatomical studies and five years clinical experience with the distally based medial fasciocutaneous flap of the lower leg/ E.B. Jones, K. Cronwright, A. Lalbahadur//Br J Plast Surg.-1993.-46(8).- C.639-643
91. Soft tissue coverage in open fractures of tibia/ J.B. Kamath, M.S. Shetty, T.V. Joshua [et all] //Indian J Orthop.- 2012.- 46.- P.462-469
92. The efficacy of negative pressure wound therapy in the management of lower extremity trauma: Review of clinical evidence/N.K. Kanakaris, C. Thanasas, N. Keramaris [et all] //Injury.-2007.- 38S.- S8-S17.
93. Kannon, G.A. Moist wound healing with occlusive dessing a clinical review/G.A. Kannon, A.B. Garrett// Dermatol Surg.- 1995.- 21(7).- P. 583-590.
94. Klebuc, M Muscle flaps and their role in limb salvage/ M. Klebuc, Z. Menn// Methodist Debakey Cardiovasc J.- 2013.- 9(2).- P. 95-99

95. Korompilias Microsurgery for lower extremity injuries/A.V. Korompilias, M.G. Lykassas, M.D. Vekris [et al.] // Injury. – 2008. – 39 (1). – P. 103–108.
96. Evidence-based recommendations for use of Negative Pressure Wound Therapy in traumatic wounds and reconstructive surgery: Step towards an international consensus/ E. Krug, L. Berg, C. Lee [et al.] //Injury.-2011.-42.-S.1.-P.1-12
97. Effect of soft-tissue trauma on the early periosteal response of bone to injury/P.S. Landry , A.A. Marino, K.K. Sadasivan [et al.] //J Trauma.- 2000.- 48-3.- P. 479-483
98. The FLARE intraoperative near-infrared fluorescence imaging system: a first-in-human clinical trial in perforator flap breast reconstruction/B.T. Lee, M. Hutteman, S.Gioux [et al.]//Plast Reconstr Surg.- 2010.- 126(5).- P. 1472-1481
99. Lerner Acute Shortening: Modular Treatment Modality For Severe Combined Bone and Soft Tissue Loss of The Extremities/A. Lerner, L. Fodor, M. Soudry [et al.]//J Trauma.- 2004.- 57.- P.603-608.
100. Using the Ilizarov external fixation device for skin expansion/A. Lerner, Y. Ullmann, H. Stein [et al.]//Ann Plast Surg.- 2000.- 45(5).- P.535-537
101. Lerner, A. Severe Injuries to the Limbs. Staged Treatment/ A. Lerner, D. Reis, M. Soudry.-Berlin, Heidelberg, New York:Springer, 2007.- 231 P.
102. Levin, L.S. Early versus delayed closure of open fractures/ L.S. Levin//Injury.- 2007.- 38.- C. 896-899
103. Free flap transplantation combined with skin grafting and vacuum sealing drainage for repair of circumferential or sub-circumferential soft tissue wounds of the lower leg/ R-g. Li, G-h Ren, X-j Tan [et al.] //Med Sci Monit.- 2013.- 19.- P.510-517

104. Superabsorbent polysaccharide hydrogels based on pullulan derivate as antibacterial release wound dressing/ H. Li, J. Yang, X. Hu [et all] //J Biomed Mater Res A.- 2011.- 98(1).- P.31-39
105. Limb salvage of lower-extremity wounds using free gracilis muscle reconstruction/ R.J. Redett, B.C. Robertson , B. Chang [et all] //Plast Reconstr Surg.- 2000.- 106(7).- P. 1507-1513.
106. Tissue oximetry monitoring in microsurgical breast reconstruction decreases flap loss and improves rate of flap salvage/ S.J.Lin, M.D.Nguyen, C. Chen [et all]//Plast Reconstr Surg.- 2011.- 127(3).- P. 1080-1085
107. Early soft tissue coverage and negative pressure wound therapy optimizes patient outcomes in lower limb trauma/ D.H.Liu, F. Sofiadelis, M.Ashton [et all] //Injury.-2012.- 43(6).- P.772-778
108. Staged external and internal locked plating for open distal tibial fractures/ C.H. Ma, S.W. Yu ,Y.K. Tu [et all] // Acta Orthop.- 2010.- 81(3).- P. 382-386.
109. Masquelet, A.C. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg/ A.C. Masquelet, M.C. Romana, G. Wolf//Plast Reconstr Surg.-1992.- 89(6).- P.1115-1121
110. Mathes, S.J. Classification of the vascular anatomy of muscles: experimental and clinical correlation/ S.J. Mathes, F. Nahai //Plast Reconstr Surg.- 1981.- 67(2).- P.177-187
111. Mehrotra, S. Perforator plus flaps: Optimizing results while preserving function and esthesis/ S. Mehrotra//Indian J Plast Surg.- 2010.-43(2).-P.141-148
112. Rectus abdominis free-tissue transfer in lower extremity reconstruction: review of 40 cases/R. Musharafieh , G. Macari, S. Hayek [et all] //J Reconstr Microsurg.- 2000.- 16(5).- P.341-345.

113. Muscule flap transfer of treatment of infected tibial and malleolar fractures and chronic osteomyelitis of the tibia/A. Nejedlý, V. Dzupa , J. Záhorka [et all] //Acta Chir Orthop Traumatol Cech.-.- 2007.-.-4(3).- P.162-170.
114. Ogun, T.C An Easy and Versatile Method of Coverage for Distal Tibial Soft Tissue Defects/T.C. Ogun ,M. Arazi, A. Kutlu//J Trauma.- 2001.- 50.- P. 53-59.
115. Priming, second-hit priming, and apoptosis in leukocytes from trauma patients/H.Ogura , H Tanaka ., T. Koh [et all] //J Trauma.- 1999.- 45(6).-P.774-781
116. Okike, K Trends in the management of open fractures. A critical analysis/ K. Okike , T. Bhattacharyya//J Bone Joint Surg Am.- 2006.- 88(12).- P. 2739-2748
117. Ozkan, O Flow-Through, functioning, free musculocutaneous flap transfer for restoration of a mangled extremity/ O Ozkan, H. E. Ozgentas, M. B. Dikici//Journal of Reconstructive Microsurgery.- 2005.- 3.- P 167-172
118. Pallua N., Bozkurt A. Techiques of soft tissue coverage in open fractures//The Poly-Traumatized Patient with Fractures.- Berlin:Springer-Verlag 2011.- Ch 21.- P 243-263
119. Pape, H.C. The timing of fracture treatment in polytrauma patients: relevance of damage control orthopedic surgery/ H.C.Pape, P. Giannoudis, C. Krettek//Am J Surg.-2002.- 183.- P.622-629
120. Online rapid sampling microdialysis (rsMD) using enzymebased electroanalysis for dynamic detection of ischaemia during free flap reconstructive surgery/ M. L. Rogers, P. A. Brennan, C. L. Leong [et all]//Anal Bioanal Chem.- 2013.- 405.- P.3881–3888

121. Simultaneous treatment of tibial bone and soft-tissue defects with the Ilizarov method/ R.S. Rozbruch, A.M. Weitzman,T.J Watson [et all] /J Orthop Trauma.- 2006.- 20(3).- P.197-205
122. Experimental evaluation of the antibiotic carrying capacity of a muscle flap into a fibrotic cavity/R.C. Russell, D.R. Graham, A.M. Feller [et all]//Plast Reconstr Surg.- 1988.- 81(2).- P.162-170
123. Muscle versus nonmuscle flaps in the reconstruction of chronic osteomyelitis defects/ C.J. Salgado, S Mardini, A.A. Jamali [et all] //Plast Reconstr Surg.- 2006.- 118(6).- P. 1401-1411
124. Schenk R.K. Biology of Fracture Repair// Skeletal trauma : basic science, management, and reconstruction 3th ed.- Philadelphia: Elsevier Science (USA)2003.-Ch 2.- P 29-73
125. Schmidt-Rohling B., Pfieifer R., Pape H.C. Fracture Management//The Poly-Traumatised Patient with Fractures.- Berlin:Springer-Verlag 2011.- Ch 12.- P 127-134
126. Schöttle,P.B. Two-stage reconstruction with free vascular soft tissue transfer and convenuonal bone graft for infected nonunions of the tibia: 6 patients followed for 1.5 to 5 years/ P.B. Schöttle , C.M. Werner, C.E. Dumont// Acta Orthop.-2005.-76(6).-
127. Bifocal compression-distraction in the acute treatment of grage III open tibia fractures with bone and soft tissue loss: a report of 24 cases/ C. Sen, M. Kocaoglu , L. Eralp [et all] //J Orthop Trauma.- 2004.- 18(3).- P. 150-157.
128. Cost analysis of 109 microsurgical reconstructions and flap monitoring with microdialysis/L. Setala, H. Koskenvuori, D. Gudaviciene [et all]//J Reconstr Microsurg.- 2009.- 25(9).- P.521-526

129. Shah, A. Laser-assisted indocyanine green evaluation of paramedian forehead flap perfusion prior to pedicle division/A. Shah, A. Au//Eplasty.-2013.- 13.- e8.
130. Shapiro Damage Control: Collective Review/ M.B. Shapiro, D.H. Jenkins, C.W. Schwab [et all] //J Trauma.- 2000.-49.-P.969-978
131. Sherman R. Soft Tissue Coverage/ Skeletal trauma : basic science, management, and reconstruction 3th ed.- Philadelphia: Elsevier Science (USA)2003.-Ch14.- P 320-349
132. Służalek, M. External fixation in treatment of severe tibial fractures complicated by soft tissue injury/M Służalek, T.S. Gaździk,S. Mrozek, J. Ryba//Ortop Traumatol Rehabil.- 2004.- 6(1).- P. 103-112.
133. Stannard, J.P. Fix and flap in the era of vacuum suction devices: what do we know in terms of evidence based medicine?/J.P. Stannard, N. Singanamala, D.A. Volgas//Injury.- 2010.-41(8).- P. 780-786
134. The role of the tibial nutrient artery. Microsphere estimation of blood flow in the osteotomised canine tibia/ R.K. Strachan, I. McCarthy, R. Fleming [et all]//J Bone Joint Surg Br.- 1990.- 72(3).- P.391-394
135. Sural perforator flap for reconstructive surgery in the lower leg and the foot: a clinical study of 86 patients with post-traumatic osteomyelitis/ N.Tajsiç, R Winkel, R Hoffmann, [et all]// J Plast Reconstr Aesthet Surg.-2009.-62(12).- P.1701-170
136. Thornton, B.P. Reconstruction of limited soft tissue defect with open tibial fracture in the distal third of the leg: a cost and outcome study/ B.P.Thornton, W.J. Rosenblum , L.L. Pu//Ann Plast Surg.- 2005.- 54(3).- P. 276-280.
137. Trafton P.G. Tibial Shaft Fractures// Skeletal trauma : basic science, management, and reconstruction 3th ed.- Philadelphia: Elsevier Science (USA)2003.-Ch 57.- P 2131-2256

138. Tsuchida, Y. Regional differences in the skin blood flow at various sites of the body studied by xenon 133/ Y.Tsuchida//Plast Reconstr Surg.- 1987.- 80(5).- P. 705-710.
139. Occlusive vs gauze dressing for local wound care in surgical patients: a randomized clinical trial/ D.T. Ubbink, H. Vermeulen , A Goossens [et all] //Arch Surg.- 2008.- 143(10).- P. 950-955.
140. Vongsavan, N. Some aspects of the use of laser Doppler flow meters for recording tissue blood flow/ N. Vongsavan, B. Matthews//Exp Physiol.- 1993.- 78.- P.1-14
141. Influence of flap factors on partial necrosis of reverse sural artery flap: a study of 179 consecutive flaps/J.W. Wei, Z.G. Dong, J.D. Ni [et all] //J Trauma Acute Care Surg.- 2012.-72(3).-P.744-750
142. Vascularized composite tissue transfers on open tibia fractures with massive soft tissue defects in the lower extremities/ H Yajima, S Tamai, Y Kobata [et all] //Microsurgery.- 2002.- 22(3).- P. 114-121.
143. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures/ S. Yazar, C.H. Lin, Y.T. Lin [et all] //Plast Reconstr Surg.- 2006.- 117(7).- P. 2468-2475.
144. Yazar, S. One-stage reconstruction of composite bone and soft-tissue defects in traumatic lower extremities/ S. Yazar ,C.H. Lin ,F.C. Wei// Plast Reconstr Surg.- 2004.- 114(6).- P.1457-1466
145. Yuen, J. Distinguishing laser doppler flowmetric responses between arterial and venous obstruction in flaps/ J.C.Yuen, Z. Feng //Journal of Reconstructive Microsurgery. 2000.-16(8).- P.629-635
146. Yuen, J.C. Techniques of external monitoring of buried free flaps/ J.C. Yuen//Ann Plast Surg.- 2005.- 55(5).- P. 460-465

147. Yuen, J.C. Monitoring free flaps using the laser Doppler flowmeter: five-year experience/ J.C. Yuen, Z. Feng//Plast Reconstr Surg.- 2000.- 105(1).- P.55-61
148. Yunus, A. Repair of soft tissue defect by reverse soleus muscle flap after Pilon fracture fixation/A. Yunus, A. Yusuf, G. Chen//Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.- 2007.- 21(90).- 925-927.