

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ И ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСЕВЫХ КРОВΟΣНАБЖАЕМЫХ ЛОСКУТОВ В РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ КОНЕЧНОСТЕЙ

Д.И. Кутянов¹, Л.А. Родоманова^{1,2}

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427

² ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Реферат

На основании данных научной литературы выделены и проанализированы современные принципы и тенденции использования осевых кровоснабжаемых комплексов тканей у больных с дефектами конечностей в зависимости от их характера и локализации, а также стоящих реконструктивных задач. На сегодняшний день существует три тесно связанные между собой тенденции. Важнейшая из них заключается в снижении травматичности вмешательств, что выражается в отказе от широкого применения свободной пересадки кровоснабжаемых тканевых комплексов в пользу несвободной пластики островковыми лоскутами. Вторая тенденция преследует цель получения наиболее благоприятных функциональных результатов при дефектах покровных структур относительно аналогичной патологии костей и мышечно-сухожильного аппарата. Третья выражается в минимизации негативных эстетических результатов.

Ключевые слова: осевые кровоснабжаемые лоскуты, дефекты мягких тканей конечностей, пластика островковыми лоскутами, свободная пересадка комплексов тканей.

Реконструктивно-пластическая микрохирургия конечностей является одним из наиболее молодых направлений травматологии и ортопедии. Однако, несмотря на это, опыт применения у таких пациентов лоскутов с осевым кровоснабжением, накопленный различными исследователями и представленный на страницах многочисленных изданий, можно назвать, поистине, огромным.

Целью настоящей работы стало определение основных тенденций развития реконструктивно-пластической микрохирургии конечностей, а также современных принципов использования при таких операциях осевых кровоснабжаемых комплексов тканей.

На сегодняшний день широкий спектр мнений относительно выбора типа микрохирургической операции (пластика островковым лоскутом или свободная пересадка комплекса тканей), а также наиболее подходящего по виду и составу лоскута (кожно-мышечный, мышечный, кожно-фасциальный «классический», кожно-фасциальный на перфорантных сосудистых ветвях) существует лишь в сфере лечения пациентов с поражениями покровных и глуб-

жележащих мягких тканей конечностей. Этот факт во многом объясняется тем, что при наличии соответствующих показаний микрохирургические реконструкции мышечно-сухожильного аппарата и костных структур являются, по сути, безальтернативным вариантом органосохраняющего и функционально благоприятного лечения. С другой стороны, спектр лоскутов, обладающих такими специфическими свойствами, довольно узок, а общая их доля в структуре кровоснабжаемых тканевых комплексов, используемых, например, при наиболее часто встречающейся травматической патологии конечностей, не превышает 5,3% [6].

Одной из объективных общих тенденций развития современной реконструктивно-пластической хирургии конечностей является постепенный отказ от широкого выполнения у больных с поражением покровных и глуболежащих мягких тканей свободной пересадки кровоснабжаемых лоскутов в пользу менее травматичных и технически более простых операций несвободной пластики. Эта закономерность наиболее четко прослеживается на нижней конечности за исключением области голеностопного

Кутянов Д.И., Родоманова Л.А. Современные принципы и тенденции использования осевых кровоснабжаемых лоскутов в реконструктивной хирургии конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (1):106-115.

Кутянов Денис Игоревич. Ул. Ак. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427; e-mail: kutianov@rambler.ru

Рукопись поступила: 26.12.2014; принята в печать: 19.01.2015

сустава и стопы [3, 6, 8, 9]. Однако на верхней конечности она выражена слабее, поскольку выделение островковых лоскутов предплечья сопровождается повышенным риском нарушения кровоснабжения дистальных ее отделов, а в ряде случаев может оказаться невозможным. Но и здесь общая доля операций несвободной пластики при первичных реконструкциях может достигать 90%, а у пациентов с последствиями повреждений – 54% [7, 29]. Кроме того, при лечении патологии нижних конечностей характерно значительное расширение арсенала островковых комплексов тканей, в основном за счет осевых мышечных лоскутов, и использование для свободной пересадки больших лоскутов с крупной сосудистой ножкой либо префабрикованных аутотрансплантатов с заданными свойствами [6, 8]. С другой стороны, у пострадавших с тяжелыми травмами нижних конечностей даже в современную эпоху прогресса микрохирургии не утратила своего значения несвободная перекрестная пластика, и при отсутствии местных пластических ресурсов единичные авторы до сих пор рассматривают ее как реальную альтернативу методикам свободной пересадки [35].

Свободная пересадка кровоснабжаемых комплексов тканей на сегодняшний день остается практически единственным вариантом реконструкции покровов и глубжележащих мягкотканых структур при реализации концепции органосохраняющего хирургического лечения больных со злокачественными новообразованиями конечностей; причем она особенно актуальна при дистальной локализации этой патологии [11, 12, 13, 28]. В ходе таких операций некоторые авторы отдают предпочтение кожно-мышечным и мышечным лоскутам, обосновывая свою позицию необходимостью тщательной тампонады «мертвого пространства» глубоких пострезекционных дефектов [39, 45]. Однако у лиц с поражением дистальных отделов конечностей возрастает значение тонких кожно-фасциальных лоскутов, и прежде всего – на перфорантных сосудистых ветвях [41]. С другой стороны, у пациентов со злокачественными опухолевыми поражениями скелета для укрытия массивных костных аллотрансплантатов преимущественно применяют островковые кожно-мышечные и значительно реже – кожно-фасциальные лоскуты [38].

При выборе способов замещения дефектов кожи и глубжележащих мягких тканей конечностей важным общим критерием является их расположение относительно суставов, а также зон напряжения и смещения кожи. Помимо этого необходимо оценивать возможное влияние

реконструктивного вмешательства на функциональное состояние и внешний вид конечности в послеоперационном периоде [2]. У больных с параартикулярной локализацией патологии для этой цели лучше всего подходят сложные кожные лоскуты с осевым кровоснабжением [3]. При этом с морфологических позиций оптимальными следует считать те из них, которые имеют небольшую толщину, эластичны, а также устойчивы к длительным циклическим нагрузкам и последующим хирургическим воздействиям [4, 58]. Такими свойствами в наибольшей степени обладают кожно-фасциальные лоскуты [53, 55]. Кроме того, для замещения дефектов кожи в области голеностопного сустава отдельные авторы указывают на возможность не менее эффективного применения островковых фасциально-жировых лоскутов голени в сочетании с пластикой расщепленными кожными аутотрансплантатами [48, 50]. Действительно, в свое время свободная пересадка кровоснабжаемых фасциальных лоскутов рассматривалась отдельными исследователями в качестве одного из удачных решений для замещения дефектов покровных тканей в функционально значимых зонах конечностей, каковыми являются и области крупных суставов [5, 17]. Однако на сегодняшний день, помимо указанной выше патологии области голеностопного сустава, пластика фасциальными кровоснабжаемыми лоскутами показана лишь пострадавшим с обширными повреждениями дистальных отделов верхней конечности, когда существует необходимость сохранения скользящей функции обнаженных сухожилий [26].

Некоторые авторы высказывают мнение о возможности получения хороших функциональных и косметических исходов при использовании у больных с поражением покровных и глубжележащих мягких тканей конечностей тонких мышечных лоскутов (прежде всего *m. Gracilis*), пересаживаемых в свободном варианте. Для этого они рекомендуют тщательнее подходить к выбору донорской мышцы, прежде всего – с точки зрения ее морфологических характеристик, а также максимально точно распределять ее в реципиентной зоне, полностью удаляя при этом эпимизий и отсекая при необходимости выступающий над поверхностью окружающей кожи избыток мышечной ткани [37, 46, 57]. Однако, несмотря на все свои положительные стороны, эти микрохирургические операции не обеспечивают необходимого косметического результата [41]. Кроме того, прижившиеся мышечные лоскуты, в отличие от кожно-фасциальных, об-

ладают значительно меньшей устойчивостью к хирургическим воздействиям, вызванным необходимостью выполнения последующих ортопедических вмешательств в данной области конечности [4, 59].

В последние годы среди зарубежных специалистов, занимающихся реконструкциями покровных и глубжележащих мягких тканей конечностей, отмечается устойчивая тенденция к увеличению доли микрохирургических вмешательств с применением кожно-фасциальных лоскутов на перфорантных сосудистых ветвях, что связано, прежде всего, с их наилучшими косметическими результатами [15, 19, 36]. Это обстоятельство вызвало и кардинальные изменения видовой структуры пересаживаемых тканевых комплексов. Так, у больных с поражением нижних конечностей за последние 5 лет частота использования лоскутов, содержащих в своем составе мышечную ткань, снизилась с 82,8% до 36,4%, а величина этого показателя для лоскутов на перфорантных сосудистых ветвях достигла 49,6% [23]. Наиболее строгие с функциональных позиций показания к выполнению таких операций существуют у лиц с дефектами в области крупных суставов. Они включают в себя небольшую их глубину и отсутствие рубцовых изменений окружающих и глубжележащих мягкотканых структур [42]. При этом для так называемых пропеллерных лоскутов в случаях четкого соблюдения этих условий послеоперационная амплитуда движений в суставе может даже превышать таковую, получаемую при использовании «классических» островковых комплексов тканей [40]. Но, с другой стороны, вариабельность микрососудистой анатомии конечностей вряд ли позволит таким лоскутам стать универсальным средством их реконструкции [47].

Транспозиция и аутоотрансплантация иннервированных мышечных лоскутов занимают на сегодняшний день довольно весомое место среди методик хирургического лечения больных с отсутствием активных движений в суставах конечностей [16, 51]. Львиная доля таких операций выполняется у лиц с последствиями травм нервных структур верхней конечности и опухолевыми поражениями мышц независимо от их локализации [22, 54]. Более редкими показаниями являются острые и застарелые травматические повреждения мышечного аппарата верхней конечности [33, 61]. Однако в этих случаях отдаленные результаты аутоотрансплантации активных мышц могут быть менее благоприятными по причине функциональной неполноценности реципиентных нервов, поврежденных при травме или вслед-

ствие развития посттравматического рубцово-спаечного процесса [34]. Что же касается травматической патологии нижней конечности, то, несмотря на преимущественное использование у таких пациентов различных методик мышечно-сухожильной пластики, микрохирургическая свободная пересадка иннервированных мышечных лоскутов также дает возможность получить высокие функциональные результаты [32, 56].

В структуре микрохирургических операций, выполняемых у больных с полными циркулярными дефектами длинных костей конечностей, ведущие позиции на сегодняшний день прочно заняли методики, основанные на использовании кровоснабжаемых аутоотрансплантатов из малоберцовой кости. Однако направленность мнений, высказываемых относительно целесообразности и эффективности таких реконструкций, в значительной степени определяется научными интересами их авторов. Так, специалисты в сфере чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза хотя и не отрицают некоторой их привлекательности, связанной с отсутствием необходимости длительного стационарного лечения и наблюдения, но все же указывают на крайнюю их сложность, длительность и травматичность, высокую частоту тромбозов питающих сосудов и микроанастомозов, ограниченность материала и формирование обширных дефектов тканей в донорской зоне, а также значительный риск несращения трансплантата с реципиентными костями, его отторжения или патологического перелома [1]. Позиция исследователей микрохирургического профиля характеризуется гораздо большим оптимизмом, крайним выражением которого можно считать утверждение, что подобные аутоотрансплантаты выступают в роли «...не просто рабочей, но к тому же еще и породистой лошади» при реконструкциях длинных костей конечностей [49]. По причине возникновения гиперперфузии этих костных фрагментов после их включения в кровоток реципиентной области отдельные авторы даже рассматривают раннюю пересадку сформированных на их основе кожно-костных лоскутов в качестве серьезной альтернативы методикам внешнего компрессионно-дистракционного остеосинтеза при тяжелых открытых переломах диафиза большеберцовой кости [60]. Широкому клиническому использованию кровоснабжаемых аутоотрансплантатов из малоберцовой кости не препятствует и детский возраст пациентов, поскольку после полной консолидации костей успешно восстановить длину конечности можно по методу Илизарова, в том числе и за счет формирования

дистракционного регенерата самого аутоотрансплантата [18, 27]. Более того, возможно даже сочетать эти два метода и начинать удлинение оперированного сегмента в аппарате, не дожидаясь полного приживления пересаженного костного фрагмента [20]. Но все же некоторые микрохирурги также акцентируют внимание и на негативных сторонах реконструкции костей аутоотрансплантатами из малоберцовой кости, не умаляя, однако, общей ценности данного метода [10].

В последние годы в научной литературе появились сообщения, в которых представлены варианты дальнейшего развития «классических» микрохирургических методик пересадки кровоснабжаемых аутоотрансплантатов из малоберцовой кости. Так, например, их использовали в качестве интрамедуллярно расположенного связующего звена между реципиентными костями и массивными аллотрансплантатами, улучшая тем самым результаты операций традиционной костной аллопластики [14, 31]. Отдельные специалисты успешно выполняли свободную пересадку кровоснабжаемых фрагментов малоберцовой кости у больных с нарушениями консолидации и переломами ранее установленных костных аллотрансплантатов [21]. Причем сформированные в результате таких комбинированных реконструкций костные структуры способны к удлинению по методу Илизарова, что делает возможным применение этой методики даже у детей [24]. Это же техническое решение оказалось эффективным и у пациентов с опухолевыми поражениями длинных костей, оперируемых на основе методики Вредена – Икономова с реимплантацией как термически обработанных, так и облученных патологически измененных костных фрагментов [43, 44, 52].

В случае отсутствия метаэпифиза и смежной с ним части диафиза длинных костей конечностей васкуляризированные аутоотрансплантаты из малоберцовой кости традиционно используют для замыкания соответствующих суставов [30]. Однако при дефектах собственно метаэпифизарных сегментов микрохирургические пересадки костных лоскутов с сохранением функции суставов в настоящее время выполняются достаточно редко, поскольку ведущие позиции в этой сфере принадлежат технологиям эндопротезирования. Такие реконструкции могут быть актуальными лишь для лиц с поражением суставов верхней конечности, и, пожалуй, единственным их вариантом исследователи считают свободную пересадку кровоснабжаемых аутоотрансплантатов из гребня подвздошной кости [7, 25].

Заключение

Таким образом, в структуре реконструктивных задач, стоящих перед специалистами, выполняющими микрохирургические операции на конечностях, на сегодняшний день существенно преобладает необходимость замещения дефектов покровных и глубжележащих мягких тканей. Причем в этой сфере, на наш взгляд, уже четко обозначились как минимум три взаимосвязанные тенденции использования осевых кровоснабжаемых лоскутов.

Первая из них отражает общий вектор развития не только оперативной ортопедии, но и хирургии в целом. Речь идет о снижении травматичности проводимых микрохирургических вмешательств, основным результатом чего стал отказ от широкого выполнения операций свободной пересадки кровоснабжаемых тканевых комплексов в пользу несвободной пластики островковыми лоскутами. Причины произошедших изменений вполне понятны. Нет никакой необходимости их детального перечисления, достаточно лишь указать, что они затрагивают интересы как отдельно взятых врача и пациента, так и здравоохранения в целом. Но, с другой стороны, в силу довольно выраженной специфики лечебных целей и задач к микрохирургии вряд ли можно будет когда-либо применить термин «малоинвазивная», что на сегодняшний день уже является полноправным атрибутом изначально «открытых» технологий внутреннего остеосинтеза переломов костей и эндопротезирования крупных суставов конечностей.

Увеличение доли относительно малотравматичных операций несвободной пластики в значительной степени повлекло за собой появление второго направления развития рассматриваемой области микрохирургии, которое можно назвать «функциональным». Причем это определение вовсе не относится к ситуациям, предполагающим применение лоскутов, содержащих в своем составе специфические функциональные элементы (активную мышцу, костные, сухожильные и сосудисто-нервные структуры), поскольку здесь ведущие позиции принадлежали и будут принадлежать свободной пересадке кровоснабжаемых комплексов тканей. В аспекте произошедшего увеличения «функциональности» микрохирургических операций интересным является то обстоятельство, что в последние годы специалисты стали более тщательно подходить к выбору пластического материала именно для замещения дефектов покровных и глубжележащих мягких тканей. С одной стороны, это нашло свое

выражение в обязательной оценке степени возможного влияния планируемой операции на функцию конечности и качество жизни больного, с другой стороны – в обеспечении максимального соответствия используемого лоскута стоящим реконструктивным задачам. И здесь, помимо традиционных вопросов, связанных с эффективностью микрохирургических вмешательств в плане купирования местного инфекционного процесса, все большую клиническую значимость начинают приобретать такие характеристики прижившегося лоскута, как его устойчивость к переменным циклическим нагрузкам и последующим хирургическим воздействиям. Причем актуальность этих двух факторов становится особенно заметной в свете постоянно возрастающей потребности в проведении многоэтапного лечения, включающего в себя различные открытые ортопедические операции на конечностях с установкой массивных внутренних конструкций, и, прежде всего, при поражениях крупных суставов.

Возникновение и последующее распространение третьего направления развития реконструктивно-пластической микрохирургии конечностей было обусловлено стремлением минимизировать негативные эстетические составляющие не только этих неизбежно обширных вмешательств, но и собственно тех видов патологии, по поводу которых они выполняются. Несомненно, эта тенденция во многом связана с двумя уже отмеченными выше, но основной «движущей силой» здесь все же являются вопросы качества жизни пациента. Ее объективным проявлением стало увеличение доли операций по замещению дефектов покровных и глубжележащих мягких тканей лоскутами на перфорантных сосудистых ветвях. Причем это произошло даже несмотря на то, что они предъявляют значительно более высокие требования к материально-техническому оснащению лечебного учреждения и мастерству хирурга по сравнению с «традиционными» способами несвободной пластики и свободной пересадки комплексов тканей.

Однако, даже несмотря на наличие этих закономерностей, реконструктивно-пластическая микрохирургия конечностей в силу тяжести, обширности и значительного многообразия патологии, с одной стороны, и сложности реконструктивных задач – с другой, была и по-прежнему остается крайне индивидуализированной отраслью травматологии и ортопедии. И поэтому, в силу такой ее «природы», в ней никогда не будет возможным формирование «технологий» в том смысле, который мы подразумеваем, говоря о других сферах оператив-

ной ортопедии, и особенно тех, что основаны на использовании внешних и внутренних конструкций.

Литература

1. Борзунов Д.Ю., Макушин В.Д., Чевардин А.Ю. Несвободная костная пластика по Илизарову в проблеме возмещения гетерогенных дефектов длинных костей. *Гений ортопедии*. 2006; (4):43-46.
2. Делиникайтис С.В., Островский Н.В. Пластика травматических дефектов кожи конечностей. В кн.: *Лечение сочетанных травм и заболеваний конечностей*. М.; 2003. с. 95-97.
3. Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А., Польшкин А.Г., Валетова С.В., Козлов И.В. Возможности пластики осевыми кожными лоскутами в области крупных суставов нижней конечности. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2005; (3):72-73.
4. Кутянов Д.И. Использование технологий реконструктивно-пластической микрохирургии в системе лечения больных с патологией крупных суставов и околоуставных структур конечностей: дис. д-ра мед. наук. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2014. 386 с.
5. Миланов Н.О., Шилов Б.Л., Шибяев Е.Ю. Возможности использования васкуляризированной фасции в реконструктивной хирургии. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 1997;(1):33-39.
6. Родоманова Л.А. Возможности реконструктивной микрохирургии в раннем лечении больных с обширными посттравматическими дефектами конечностей: дис. д-ра мед. наук. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2010. 375 с.
7. Родоманова Л.А., Польшкин А.Г. Реконструктивная микрохирургия верхней конечности. *Травматология и ортопедия России*. 2006; (4):15-19.
8. Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А., Разоренов В.Л., Козлов И.В. Современные тенденции пластики лоскутами с осевыми типом кровоснабжения на нижней конечности. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2007; (2):71-75.
9. Шибяев Е.Ю., Иванов П.А., Кисель Д.А., Неведров А.В. Закрытие дефектов мягких тканей при тяжелых открытых переломах костей голени. *Политравма*. 2012; (1):21-31.
10. Arai K., Toh S., Tsubo K., Nishikawa S., Narita S., Miura H. Complications of vascularized fibula graft for reconstruction of long bones. *Plast Reconstr Surg*. 2002; 109(7):2301-2306.
11. Bannasch H., Haivas I., Momeni A., Stark G.B. Oncosurgical and reconstructive concepts in the treatment of soft tissue sarcomas: a retrospective analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009; 129:43-49.
12. Barner-Rasmussen I., Popov P., Böhling T., Blomqvist C., Tukiainen E. Microvascular reconstructions after extensive soft tissue sarcoma resections in the upper limb. *Eur J Surg Oncol*. 2010; 36:78-83.
13. Barner-Rasmussen I., Popov P., Böhling T., Tarkkanen M., Sampo M., Tukiainen E. Microvascular reconstruction after resection of soft tissue sarcoma of the leg. *Br J Surg*. 2009; 96:482-489.
14. Capanna R., Campanacci D.A., Belot N., Beltrami G., Manfrini M., Innocenti M., Ceruso M. A new reconstructive technique for intercalary defects of long bones: the association of massive allograft with vascularized fibular autograft. Long-term results and

- comparison with alternative techniques. *Orthop Clin North Am.* 2007; 38:51-60.
15. Chaput B., Gandolfi S., Ho Quoc C., Chavoïn J.P., Garrido I., Grolleau J.L. Reconstruction of cubital fossa skin necrosis with radial collateral artery perforator-based propeller flap (RCAP). *Ann Chir Plast Esthet.* 2014; 59(1):65-69.
 16. Chuang D.C. Nerve transfer with functioning free muscle transplantation. *Hand Clin.* 2008; 24(4):377-388.
 17. Colen L.B., Pessa J.E., Potparic Z., Reus W.F. Reconstruction of the ex-tremity with the dorsal thoracic fascia free flap. *Plast Reconstr Surg.* 1998;101(3):738-744.
 18. Courvoisier A., Sailhan F., Mary P., Damsin J.P. Case reports: lengthening of a vascularized free fibular graft. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467(5):1377-1384.
 19. Demirtas Y., Kelahmetoglu O., Cifci M., Tayfur V., Demir A., Guneren E. Comparison of free anterolateral thigh flaps and free muscle-musculocutaneous flaps in soft tissue reconstruction of lower extremity. *Microsurgery.* 2010; 30:24-31.
 20. El-Gammal T.A., El-Sayed A., Kotb M.M. Telescoping vascularized fibular graft: a new method for treatment of congenital tibial pseudarthrosis with severe shortening. *J Pediatr Orthop B.* 2004; 13(1):48-56.
 21. Friedrich J.B., Moran S.L., Bishop A.T., Wood C.M., Shin A.Y. Free vascularized fibular graft salvage of complications of long-bone allograft after tumor reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90(1):93-100.
 22. Grinsell D., Di Bella C., Choong P.F. Functional reconstruction of sarcoma defects utilising innervated free flaps. *Sarcoma.* 2012;2012:315190. doi: 10.1155/2012/315190.
 23. Hallock G.G. A paradigm shift in flap selection protocols for zones of the lower extremity using perforator flaps. *J Reconstr Microsurg.* 2013; 29(4):233-240.
 24. Han C.S., Chung D.W., Lee J.H., Jeong B.O. Lengthening of intercalary allograft combined with free vascularized fibular graft after reconstruction in pediatric osteosarcoma of femur. *J Pediatr Orthop B.* 2010;19(1):61-65.
 25. Hattori Y., Doi K., Pagsaligan J.M., Takka S., Ikeda K. Arthroplasty of the elbow joint using vascularized iliac bone graft for reconstruction of massive bone defect of the distal humerus. *J Reconstr Microsurg.* 2005; 21(5):287-291.
 26. Hazani R., Brooks D., Buntic R.F. Resurfacing of a complex upper extremity injury: an excellent indication for the dorsal thoracic fascial flap. *Microsurgery.* 2009; 29(2):128-232.
 27. Ilizarov S., Blyakher A., Rozbruch S.R. Lengthening of a free fibular graft after sarcoma resection of the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 457:242-246.
 28. Kim J.Y., Subramanian V., Yousef A., Rogers B.A., Robb G.L., Chang D.W. Upper extremity limb salvage with microvascular reconstruction in patients with advanced sarcoma. *Plast Reconstr Surg.* 2004; 114:400-410.
 29. Kim K.S., Kim E.S., Kim D.Y., Lee S.Y., Cho B.H. Resurfacing of a totally degloved hand using thin perforator-based cutaneous free flaps. *Ann. Plast. Surg.* 2003; 50:77-81.
 30. Leblebicioglu G. Reliability of vascularized fibula in maintaining arthrodesis following extra-articular wide excisions of malignant musculoskeletal tumors. *Saudi Med J.* 2006; 27(8):1204-1211.
 31. Li J., Wang Z., Guo Z., Chen G.J., Li S.W., Pei G.X. The use of massive allograft with intramedullary fibular graft for intercalary reconstruction after resection of tibial malignancy. *J Reconstr Microsurg.* 2011; 27(1):37-46.
 32. Lin C.H., Lin Y.T., Yeh J.T., Chen C.T. Free functioning muscle transfer for lower extremity posttraumatic composite structure and functional defect. *Plast Reconstr Surg.* 2007; 119(7):2118-2126.
 33. Lin C.H., Zhu Z.S., Lin C.H., Hsu C.C., Yeh J.T., Lin Y.T. Primary free functioning muscle transfer for fingers with accompanying tendon transfer for thumb provide one-stage upper extremity composite reconstruction in acute open wound. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 72(3):737-743.
 34. Lin S.H., Chuang D.C., Hattori Y., Chen H.C. Traumatic major muscle loss in the upper extremity: Reconstruction using functioning free muscle transplantation. *J Reconstr Microsurg.* 2004; 20(3):227-235.
 35. Lu L., Liu A., Zhu L., Zhang J., Zhu X., Jiang H. Cross-leg flaps: Our preferred alternative to free flaps in the treatment of complex traumatic lower extremity wounds. *J Am Coll Surg.* 2013; 217:461-471.
 36. Maciel-Miranda A., Morris S.F., Hallock G.G. Local flaps, including pedicled perforator flaps: anatomy, technique, and applications. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 131(6):896e-911e.
 37. Marek C.A., Pu L.L. Refinements of free tissue transfer for optimal outcome in lower extremity reconstruction. *Ann Plast Surg.* 2004; 52(3):270-275.
 38. Mastorakos D.P., Disa J.J., Athanasian E., Boland P., Healey J.H., Cordeiro P.G. Soft-tissue flap coverage maximizes limb salvage after allograft bone extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2002; 109:1567-1573.
 39. Misra A., Mistry N., Grimer R., Peart F. The management of soft tissue sarcoma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2009;62:161-174.
 40. Misra A., Niranjana N.S. Fasciocutaneous flaps based on fascial feeder and perforator vessels for defects in the patellar and peripatellar regions. *Plast Reconstr Surg.* 2005; 115(6):1625-1632.
 41. Momeni A., Kalash Z., Stark G.B., Bannasch H. The use of the anterolateral thigh flap for microsurgical reconstruction of distal extremities after oncological resection of soft-tissue sarcomas. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011; 64:643-648.
 42. Moscatiello F., Masià J., Carrera A., Clavero J.A., Larrañaga J.R., Pons G. The "propeller" distal anteromedial thigh perforator flap. Anatomic study and clinical applications. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60(12):1323-1330.
 43. Mottard S., Grimer R.J., Abudu A., Carter S.R., Tillman R.M., Jeys L., Spooner D. Biological reconstruction after excision, irradiation and reimplantation of diaphyseal tibial tumours using an ipsilateral vascularised fibular graft. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(9):1282-1287.
 44. Muramatsu K., Ihara K., Hashimoto T., Seto S., Taguchi T. Combined use of free vascularised bone graft and extracorporeally-irradiated autograft for the reconstruction of massive bone defects after resection of malignant tumor. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60(9):1013-1018.
 45. Muramatsu K., Ihara K., Taguchi T. Selection of myocutaneous flaps for reconstruction following oncologic resection of sarcoma. *Ann Plast Surg.* 2010; 64:307-310.
 46. Nayak B.B., Mohanty N. Muscle conserving free gracilis transfer (mini-gracilis free flap). *Indian J Plast Surg.* 2012; 45(1):130-133.
 47. Papaioannou K., Lалlos S., Mavrogenis A., Vasiliadis E., Savvidou O., Efstathopoulos N. Unilateral or bilateral V-Y fasciocutaneous flaps for the coverage of soft tissue defects following total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2010; 5:82.
 48. Parodi P.C., De Biasio F., Rampino Cordaro E., Guarneri G.F., Panizzo N., Riberti C. Distally-based superficial

- sural flap: advantages of the adipofascial over the fasciocutaneous flap. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2010; 44(1):37-43.
49. Pederson W.C., Person D.W. Long bone reconstruction with vascularized bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 2007; 38(1):23-35.
 50. Schmidt K., Jakubietz M., Djalek S., Harenberg P.S., Zeplin P.H., Jakubietz R. The distally based adipofascial sural artery flap: faster, safer, and easier? A long-term comparison of the fasciocutaneous and adipofascial method in a multimorbid patient population. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130(2):360-368.
 51. Seal A., Stevanovic M. Free functional muscle transfer for the upper extremity. *Clin Plast Surg.* 2011; 38(4):561-575.
 52. Sugiura H., Takahashi M., Nakanishi K., Nishida Y., Kamei Y. Pasteurized intercalary autogenous bone graft combined with vascularized fibula. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 456:196-202.
 53. Taniguchi Y., Kitano T., Shimoe T., Asai Y., Yoshida M. Superior lateral genicular artery flap for coverage of a soft tissue defect after total knee arthroplasty. *J Reconstr Microsurg.* 2009; 25:479-482.
 54. Terzis J.K., Barmptsioti A. Secondary shoulder reconstruction in patients with brachial plexus injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011; 64(7):843-853.
 55. Tsai J., Liao H.T., Wang P.F., Chen C.T., Lin C.H. Increasing the success of reverse sural flap from proximal part of posterior calf for traumatic foot and ankle reconstruction: Patient selection and surgical refinement. *Microsurgery.* 2013; 33(5):342-349.
 56. Tu Y.K., Yen C.Y., Ma C.H., Yu S.W., Chou Y.C., Lee M.S., Ueng S.W. Soft-tissue injury management and flap reconstruction for mangled lower extremities. *Injury.* 2008; 39, Suppl. 4:75-95.
 57. Vranckx J.J., Misselyn D., Fabre G., Verhelle N., Heymans O., Van den hof B. The gracilis free muscle flap is more than just a «graceful» flap for lower-leg reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2004; 20:143-148.
 58. Wiedner M., Koch H., Scharnagl E. The superior lateral genicular artery flap for soft-tissue reconstruction around the knee: clinical experience and review of the literature. *Ann Plast Surg.* 2011; 66:388-392.
 59. Yazar S., Lin C.H., Lin Y.T., Ulusal A.E., Wei F.C. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 117:2468-2477.
 60. Zhen P., Hu Y.Y., Luo Z.J., Liu X.Y., Lu H., Li X.S. One-stage treatment and reconstruction of Gustilo Type III open tibial shaft fractures with a vascularized fibular osteoseptocutaneous flap graft. *J Orthop Trauma.* 2010; 24(12):745-751.
 61. Zuker R.M., Manktelow R.T. Functioning free muscle transfers. *Hand Clin.* 2007; 23(1):57-72.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кутянов Денис Игоревич – канд. мед. наук научный сотрудник научного отделения хирургии кисти с микрохирургической техникой ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Родоманова Любовь Анатольевна – д-р мед. наук профессор научный руководитель научного отделения хирургии кисти с микрохирургической техникой ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России»; ассистент кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова»

CURRENT PRINCIPLES AND TRENDS OF USING AXIAL PATTERN FLAPS IN RECONSTRUCTIVE SURGERY OF THE EXTREMITIES

D.I. Kutyanov¹, L.A. Rodomanova^{1,2}

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
Ak. Baykova ul., 8, St. Petersburg, Russia, 195427

² Mechnikov North Western State Medical University
Kirochnaya ul., 41, St. Petersburg, Russia, 191015

Abstract


On the basis of published data, we identified and analyzed current principles and trends of using axial pattern tissue complexes in patients with limb defects, depending on the nature and localization of the defect, and also objectives of reconstructive surgery. Today, there are three closely related trends. The most important one is to reduce injury caused by intervention; this results in using non-free island flaps instead of the widespread use of free perfused tissue complexes. The second trend is aimed at obtaining the most favorable functional results in treating defects of the covering structures relative to similar defects of bones and muscle-tendon units. The third trend is minimizing the negative aesthetic results.

Key words: axial pattern grafts, limb soft tissue defects, island flap plasty, free tissue complex transfer.

Conflict of interest: none.

References

1. Borzunov DYu, Makushin VD, Chevardin AYu. Nesvobodnaya kostnaya plastika po Ilizarovu v probleme vozmeshcheniya geterogennykh defektov dlinnykh kostey [Unfree bone grafting by Ilizarov in the problem of compensation of heterogeneous defects of long bones]. *Geniy ortopedii* [The genius of orthopedics]. 2006; (4):43-46. [in Rus.]
2. Delinikaytis SV, Ostrovskiy NV. Plastika travmaticheskikh defektov kozhi konechnostey [Plastic of traumatic skin defects of the extremities]. In: Lecheniye sochetannykh travm i zabolevaniy konechnostey [Treatment of multiple traumas and diseases of extremities]. Moscow; 2003. p. 95-97. [in Rus.]
3. Kochish AYu, Rodomanova LA, Pol'kin AG, Valetova SV, Kozlov IV. Vozmozhnosti plastiki osevmi kozhnymi loskutami v oblasti krupnykh sustavov nizhney konechnosti [Possibilities of plastic by axial skin flaps in the area of large joints of the lower limb]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoy i esteticheskoy khirurgii* [Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery]. 2005; (3):72-73. [in Rus.]
4. Kutyanov DI. Ispol'zovaniye tekhnologiy rekonstruktivno-plasticheskoy mikrokhirurgii v sisteme lecheniya bol'nykh s patologiyey krupnykh sustavov i okolosustavnykh struktur konechnostey [Plastic and reconstructive microsurgery in treatment of patients with pathology of large joints and periarticular structures of extremities]: Dis. for the degree of doctor of medical sciences]. St. Petersburg, 2014. 386 p. [in Rus.]
5. Milanov NO, Shilov BL, Shibayev YeYu. Vozmozhnosti ispol'zovaniya vaskulyarizirovannoy fastsii v rekonstruktivnoy khirurgii [Possibilities of using vascularized fascia in reconstructive surgery]. *Annaly plasticheskoy, rekonstruktivnoy i esteticheskoy khirurgii* [Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery]. 1997; (1):33-39. [in Rus.]
6. Rodomanova LA. Vozmozhnosti rekonstruktivnoy mikrokhirurgii v rannem lechenii bol'nykh s obshirnymi posttravmaticheskimi defektami konechnostey. Dis. d-ra med nauk [Possibilities of reconstructive microsurgery in the early treatment of patients with extensive post-traumatic defects of the extremities. Dr. med. sci. diss]. St. Petersburg; 2010. 375. [in Rus.]
7. Rodomanova LA, Pol'kin AG. Rekonstruktivnaya mikrokhirurgiya verkhney konechnosti [Reconstructive microsurgery of the upper limb]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2006; (4):15-19. [in Rus.]
8. Tikhilov RM, Kochish AYu, Rodomanova LA, Razore-nov VL, Kozlov IV. Sovremennyye tendentsii plastiki loskutami s osevm tipom krovosnabzheniya na nizhney konechnosti [Modern trends in the use of axial flaps on the lower limb]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2007; (2): 71-75. [in Rus.]
9. Shibayev YeYu, Ivanov PA, Kisel' DA, Nevedrov AV. Zakrytiye defektov myagkikh tkaney pri tyazhelykh otkrytykh perelomakh kostey goleni [Closure of soft tissue defects in severe open tibial fractures]. *Politrauma* [Polytrauma]. 2012; (1):21-31. [in Rus.]
10. Arai K, Toh S, Tsubo K, Nishikawa S, Narita S, Miura H. Complications of vascularized fibula graft for reconstruction of long bones. *Plast Reconstr Surg*. 2002; 109(7):2301-2306.
11. Bannasch H, Haivas I, Momeni A, Stark GB. Oncosurgical and reconstructive concepts in the treatment of soft tissue sarcomas: a retrospective analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009; 129:43-49.

 **Cite as:** Kutyanov DI, Rodomanova LA [Modern principles and trends of flap surgery on extremities] *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015; (1):106-115. [in Russian]

 *Kutyanov Denis I.* Ak. Baykova ul., 8, St. Petersburg, Russia, 195427; e-mail: kutianov@rambler.ru

 Received 26.12.2014; Accepted for publication 19.01.2015

12. Barner-Rasmussen I, Popov P, Böhling T, Blomqvist C, Tukiainen E. Microvascular reconstructions after extensive soft tissue sarcoma resections in the upper limb. *Eur J Surg Oncol*. 2010; 36:78-83.
13. Barner-Rasmussen I, Popov P, Böhling T, Tarkkanen M, Sampo M, Tukiainen E. Microvascular reconstruction after resection of soft tissue sarcoma of the leg. *Br J Surg*. 2009; 96:482-489.
14. Capanna R, Campanacci DA, Belot N, Beltrami G, Manfrini M, Innocenti M, Ceruso M. A new reconstructive technique for intercalary defects of long bones: the association of massive allograft with vascularized fibular autograft. Long-term results and comparison with alternative techniques. *Orthop Clin North Am*. 2007; 38:51-60.
15. Chaput B, Gandolfi S, Ho Quoc C, Chavoin JP, Garrido I, Grolleau JL. Reconstruction of cubital fossa skin necrosis with radial collateral artery perforator-based propeller flap (RCAP). *Ann Chir Plast Esthet*. 2014; 59(1):65-69.
16. Chuang DC. Nerve transfer with functioning free muscle transplantation. *Hand Clin*. 2008; 24(4):377-388.
17. Colen LB, Pessa JE, Potparic Z, Reus WF. Reconstruction of the ex-tremity with the dorsal thoracic fascia free flap. *Plast Reconstr Surg*. 1998; 101(3):738-744.
18. Courvoisier A, Sailhan F, Mary P, Damsin JP. Case reports: lengthening of a vascularized free fibular graft. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467(5):1377-1384.
19. Demirtas Y, Kelahmetoglu O, Cifci M, Tayfur V, Demir A, Guneren E. Comparison of free anterolateral thigh flaps and free muscle-musculocutaneous flaps in soft tissue reconstruction of lower extremity. *Microsurgery*. 2010; 30:24-31.
20. El-Gammal TA, El-Sayed A, Kotb MM. Telescoping vascularized fibular graft: a new method for treatment of congenital tibial pseudarthrosis with severe shortening. *J Pediatr Orthop B*. 2004; 13(1):48-56.
21. Friedrich JB, Moran SL, Bishop AT, Wood CM, Shin AY. Free vascularized fibular graft salvage of complications of long-bone allograft after tumor reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90(1):93-100.
22. Grinsell D, Di Bella C, Choong PF. Functional reconstruction of sarcoma defects utilising innervated free flaps. *Sarcoma*. 2012; 2012:315190. doi: 10.1155/2012/315190.
23. Hallock GG. A paradigm shift in flap selection protocols for zones of the lower extremity using perforator flaps. *J Reconstr Microsurg*. 2013; 29(4):233-240.
24. Han CS, Chung DW, Lee JH, Jeong BO. Lengthening of intercalary allograft combined with free vascularized fibular graft after reconstruction in pediatric osteosarcoma of femur. *J Pediatr Orthop B*. 2010; 19(1):61-65.
25. Hattori Y, Doi K, Pagsaligan JM, Takka S, Ikeda K. Arthroplasty of the elbow joint using vascularized iliac bone graft for reconstruction of massive bone defect of the distal humerus. *J Reconstr Microsurg*. 2005; 21(5):287-291.
26. Hazani R, Brooks D, Buntic RF. Resurfacing of a complex upper extremity injury: an excellent indication for the dorsal thoracic fascial flap. *Microsurgery*. 2009; 29(2):128-232.
27. Ilizarov S, Blyakher A, Rozbruch SR. Lengthening of a free fibular graft after sarcoma resection of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2007; 457:242-246.
28. Kim JY, Subramanian V, Yousef A, Rogers BA, Robb GL, Chang DW. Upper extremity limb salvage with microvascular reconstruction in patients with advanced sarcoma. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114:400-410.
29. Kim KS, Kim ES, Kim DY, Lee SY, Cho BH. Resurfacing of a totally degloved hand using thin perforator-based cutaneous free flaps. *Ann. Plast. Surg*. 2003; 50:77-81.
30. Leblebicioglu G. Reliability of vascularized fibula in maintaining arthrodesis following extra-articular wide excisions of malignant musculoskeletal tumors. *Saudi Med J*. 2006; 27(8):1204-1211.
31. Li J, Wang Z, Guo Z, Chen GJ, Li SW, Pei GX. The use of massive allograft with intramedullary fibular graft for intercalary reconstruction after resection of tibial malignancy. *J Reconstr Microsurg*. 2011; 27(1):37-46.
32. Lin CH, Lin YT, Yeh JT, Chen CT. Free functioning muscle transfer for lower extremity posttraumatic composite structure and functional defect. *Plast Reconstr Surg*. 2007; 119(7):2118-2126.
33. Lin CH, Zhu ZS, Lin CH, Hsu CC, Yeh JT, Lin YT. Primary free functioning muscle transfer for fingers with accompanying tendon transfer for thumb provide one-stage upper extremity composite reconstruction in acute open wound. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 72(3):737-743.
34. Lin SH, Chuang DC, Hattori Y, Chen HC. Traumatic major muscle loss in the upper extremity: Reconstruction using functioning free muscle transplantation. *J Reconstr Microsurg*. 2004; 20(3):227-235.
35. Lu L, Liu A, Zhu L, Zhang J, Zhu X, Jiang H. Cross-leg flaps: Our preferred alternative to free flaps in the treatment of complex traumatic lower extremity wounds. *J Am Coll Surg*. 2013; 217:461-471.
36. Maciel-Miranda A, Morris SF, Hallock GG. Local flaps, including pedicled perforator flaps: anatomy, technique, and applications. *Plast Reconstr Surg*. 2013; 131(6):896e-911e.
37. Marek CA, Pu LL. Refinements of free tissue transfer for optimal outcome in lower extremity reconstruction. *Ann Plast Surg*. 2004; 52(3):270-275.
38. Mastorakos DP, Disa JJ, Athanasian E, Boland P, Healey JH, Cordeiro PG. Soft-tissue flap coverage maximizes limb salvage after allograft bone extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2002; 109:1567-1573.
39. Misra A, Mistry N, Grimer R, Peart F. The management of soft tissue sarcoma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2009; 62:161-174.
40. Misra A, Niranjana NS. Fasciocutaneous flaps based on fascial feeder and perforator vessels for defects in the patellar and peripatellar regions. *Plast Reconstr Surg*. 2005; 115(6):1625-1632.
41. Momeni A, Kalash Z, Stark GB, Bannasch H. The use of the anterolateral thigh flap for microsurgical reconstruction of distal extremities after oncosurgical resection of soft-tissue sarcomas. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2011; 64:643-648.
42. Moscatiello F, Masià J, Carrera A, Clavero JA, Larrañaga JR, Pons G. The "propeller" distal anteromedial thigh perforator flap. Anatomic study and clinical applications. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2007; 60(12):1323-1330.
43. Mottard S, Grimer RJ, Abudu A, Carter SR, Tillman R.M, Jeys L, Spooner D. Biological reconstruction after excision, irradiation and reimplantation of diaphyseal tibial tumours using an ipsilateral vascularised fibular graft. *J Bone Joint Surg Br*. 2012; 94(9):1282-1287.
44. Muramatsu K, Ihara K, Hashimoto T, Seto S, Taguchi T. Combined use of free vascularised bone graft and extracorporeally-irradiated autograft for the reconstruction of massive bone defects after resection of malignant tumor. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2007; 60(9):1013-1018.
45. Muramatsu K, Ihara K, Taguchi T. Selection of myocutaneous flaps for reconstruction following oncologic resection of sarcoma. *Ann Plast Surg*. 2010; 64:307-310.

46. Nayak BB, Mohanty N. Muscle conserving free gracilis transfer (mini-gracilis free flap). *Indian J Plast Surg.* 2012; 45(1):130-133.
47. Papaioannou K, Lалlos S, Mavrogenis A, Vasiliadis E, Savvidou O, Efstathopoulos N. Unilateral or bilateral V-Y fasciocutaneous flaps for the coverage of soft tissue defects following total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2010; 5:82.
48. Parodi PC, De Biasio F, Rampino Cordaro E, Guarneri GF, Panizzo N, Riberti C. Distally-based superficial sural flap: advantages of the adipofascial over the fasciocutaneous flap. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2010; 44(1):37-43.
49. Pederson WC, Person DW. Long bone reconstruction with vascularized bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 2007; 38(1):23-35.
50. Schmidt K, Jakubietz M, Djalek S, Harenberg PS, Zeplin PH, Jakubietz R. The distally based adipofascial sural artery flap: faster, safer, and easier? A long-term comparison of the fasciocutaneous and adipofascial method in a multimorbid patient population. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130(2):360-368.
51. Seal A, Stevanovic M. Free functional muscle transfer for the upper extremity. *Clin Plast Surg.* 2011; 38(4):561-575.
52. Sugiura H, Takahashi M, Nakanishi K, Nishida Y, Kamei Y. Pasteurized intercalary autogenous bone graft combined with vascularized fibula. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 456:196-202.
53. Taniguchi Y, Kitano T, Shimoe T, Asai Y, Yoshida M. Superior lateral genicular artery flap for coverage of a soft tissue defect after total knee arthroplasty. *J Reconstr Microsurg.* 2009; 25:479-482.
54. Terzis JK, Barmitsiotti A. Secondary shoulder reconstruction in patients with brachial plexus injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011; 64(7):843-853.
55. Tsai J, Liao HT, Wang PF, Chen CT, Lin CH. Increasing the success of reverse sural flap from proximal part of posterior calf for traumatic foot and ankle reconstruction: Patient selection and surgical refinement. *Microsurgery.* 2013; 33(5):342-349.
56. Tu YK, Yen CY, Ma CH, Yu SW, Chou YC, Lee MS, Ueng SW. Soft-tissue injury management and flap reconstruction for mangled lower extremities. *Injury.* 2008; 39,Suppl. 4:75-95.
57. Vranckx JJ, Misselyn D, Fabre G, Verhelle N, Heymans O, Van den hof B. The gracilis free muscle flap is more than just a «graceful» flap for lower-leg reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2004; 20:143-148.
58. Wiedner M, Koch H, Scharnagl E. The superior lateral genicular artery flap for soft-tissue reconstruction around the knee: clinical experience and review of the literature. *Ann Plast Surg.* 2011; 66:388-392.
59. Yazar S, Lin CH, Lin YT, Ulusal AE, Wei FC. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 117:2468-2477.
60. Zhen P, Hu YY, Luo ZJ, Liu XY, Lu H, Li XS. One-stage treatment and reconstruction of Gustilo Type III open tibial shaft fractures with a vascularized fibular osteoseptocutaneous flap graft. *J Orthop Trauma.* 2010; 24(12):745-751.
61. Zuker RM, Manktelow RT. Functioning free muscle transfers. *Hand Clin.* 2007; 23(1):57-72.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Kutyaynov Denis I. – research scientist of the department of hand surgery and microsurgery, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Rodomanova Lyubov' A. – professor, head of the Department of hand surgery and microsurgery, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics, Mechnikov North Western State Medical University