

## FOOT ARCH SHAPE IN CHILDREN AGED 2–5 YEARS ACCORDING TO THE DATA OF PLANTOGRAPHY AND HOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY

*O.P.Bol'shakov<sup>1</sup>, I.R.Kotov<sup>1</sup> and Ye.L.Polyakova<sup>2</sup>*

25 children aged 2 to 5 years were examined orthopedically using the methods of plantometry and holographic interferometry of three-dimensional casts of footprints. The computer maps of the foot arch surface were obtained and the graphic reconstruction

of the arch shape was performed in normal cases and in children with flatfoot. Most significant deviations of the foot arch shape, probably associated with the development delay, were detected in 4–5-year-old children under the dynamic load. Some additional advantages of holographic interferometry for the early diagnosis of flatfoot in children were demonstrated.

**Key words:** *foot, foot arch shape, holographic interferometry*

<sup>1</sup> Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy, First I. P. Pavlov State Medical University, St. Petersburg;

<sup>2</sup> «Orto-C» Orthopedic Center, St. Petersburg

© И. В. Гайворонский, С. И. Микитюк, Н. Г. Губочкин, 2014  
УДК 611.717-089.843

*И. В. Гайворонский<sup>1,4</sup>, С. И. Микитюк<sup>2</sup> и Н. Г. Губочкин<sup>3</sup>*

## АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НЕСВОБОДНЫХ КОСТНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ НА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

<sup>1</sup> Кафедра нормальной анатомии (зав. — проф. И. В. Гайворонский), <sup>2</sup> кафедра военно-полевой хирургии (зав. — проф. И. М. Самохвалов), <sup>3</sup> кафедра военной травматологии и ортопедии (зав. — проф. В. М. Шаповалов), Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург; <sup>4</sup> кафедра морфологии (зав. — проф. И. В. Гайворонский), Санкт-Петербургский государственный университет

Изучение сосудистого русла верхней конечности проводили методом препарирования на 24 препаратах, фиксированных формалином, полученных от трупов 5 мужчин и 7 женщин, а также на 16 препаратах, полученных от трупов 4 мужчин и 4 женщин, артериальное русло которых было инъецировано черным латексом. Изучали артерии, непосредственно питающие кости, и артерии, обеспечивающие кровоснабжение мышц, прикрепляющихся к костям. Исследованы большая грудная мышца, круглый и квадратный пронаторы предплечья, червеобразные и межкостные мышцы кисти. Затем проводили экспериментальные оперативные вмешательства по формированию и перемещению костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке. Установлено, что питающими артериями несвободных костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке являются: на ключице — ветви грудноакромиальной артерии, на плече — мышечные ветви плечевой артерии, на проксимальных отделах костей предплечья — мышечные ветви лучевой и локтевой артерии, на дистальных отделах костей предплечья — ветви передней межкостной артерии, на костях пясти — ветви тыльной и ладонной пястных артерий. Размер костных трансплантатов определяется величиной дефекта реципиентной области и варьирует от 3 до 8 см. Перемещение кровоснабжаемого костного трансплантата возможно на расстояния от 4 до 8 см.

**Ключевые слова:** *верхняя конечность, костный кровоснабжаемый трансплантат, мышечно-сосудистая ножка, дефекты костей*

Лечению ложных суставов и дефектов костей посвящено большое количество работ. Большинство существующих методик оперативного лечения направлены, прежде всего, на стабильную фиксацию отломков [2, 7]. Изучение анатомии сосудов малого диаметра отдельных областей человеческого организма существенным образом повлияло на разработку и внедрение более эффективных способов лечения ложных

суставов и дефектов костей с использованием кровоснабжаемых трансплантатов [4, 10].

Пересаживаемые кровоснабжаемые костные аутооттрансплантаты не подвергаются длительным процессам перестройки и рассасыванию, а срастаются с реципиентными костями в сроки, близкие к среднестатистическим срокам сращения переломов [1]. На протяжении последних десятилетий такие операции успешно выполняются в клинике

### Сведения об авторах:

Гайворонский Иван Васильевич (e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru), кафедра нормальной анатомии,

Микитюк Сергей Иванович (e-mail: smikityuk@yandex.ru), клиника военно-полевой хирургии,

Губочкин Николай Григорьевич (e-mail: Gubochkin\_NG@mail.ru), отделение реконструктивной и восстановительной хирургии, кафедра военной травматологии и ортопедии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6

с целью сращения ложных суставов и замещения дефектов длинных костей конечностей [9]. Однако свободная пересадка кровоснабжаемых костных аутотрансплантатов с использованием микрохирургической техники отличается технической сложностью и специфическими осложнениями в виде тромбозов в области выполненных микрососудистых анастомозов. При этом некротизированный костный трансплантат, лишенный кровоснабжения, становится препятствием для сращения костных отломков [11].

Более простым и надежным оперативным вмешательством является несвободная пересадка кровоснабжаемого костного аутотрансплантата. Операция не предусматривает вмешательства на сосудах с их микроанастомозированием. Однако этот вопрос требует дальнейшего исследования, так как недостаточно разработаны методики формирования и пересадки трансплантатов [8]. Все это свидетельствует о необходимости проведения специального исследования.

Целью настоящего исследования явилось анатомическое обоснование возможности формирования несвободных костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке на верхней конечности.

**Материал и методы.** Изучение сосудистого русла верхней конечности проводилось методом препарирования на 24 препаратах от трупов 12 людей (5 женщин и 7 мужчин), фиксированных формалином, а также на 16 препаратах от трупов 8 людей (4 женщины и 4 мужчин) II периода зрелого возраста (от 35 до 60 лет), артериальное русло которых было инъецировано латексом. Материал для исследования получен из патологоанатомического отделения больницы № 14 Санкт-Петербурга. Все умершие имели мезоморфное телосложение и скончались от заболеваний, не связанных с патологией опорно-двигательного аппарата. Исследованные конечности не имели повреждений или их последствий. Для контрастирования сосудов использовали смесь натурального латекса с черной тушью в соотношении 5:1, которую вводили в плечевую артерию. Инъекцию выполняли шприцем Жане, соединенным с манометром и канюлей под давлением не более 120 мм рт. ст. Расход контрастного вещества составлял 50–60 мл. Препарирование проводили через 18–20 ч с использованием бинокулярной лупы ЛБВО-2 (ЛОМО, Россия) при увеличении до 3,8 и микроскопа OPTON (Carl Zeiss, Германия) при увеличении до 24. С помощью измерительных инструментов (линейка, измерительная лента, штангенциркуль, микрометр) определяли размер и расположение сосудов по отношению к костям. Мышцы подвергали препарированию с целью изучения распространенности внутримышечных сосудов и близости их к кости. Исследованы большая грудная мышца, круглый и квадратный пронаторы предплечья, червеобразные и межкостные мышцы кисти, прослежен ход сосудов в области ключицы, локтевого сгиба, предплечья, кисти и пальцев.

Проведение экспериментальных оперативных вмешательств по формированию и перемещению костных трансплантатов на сосудистой ножке осуществляли с учетом полу-

ченных данных о кровоснабжении костей верхней конечности. В качестве источника донорских тканей исследованы область ключицы, плеча, предплечья и кисти. Измеряли диаметры питающих сосудов, длину выделенных сосудистых ножек, возможные направления их перемещения.

Дефект кости моделировали осциллирующей пилой ПКТ-1 (Россия) и острым долотом. Выделяли мышцу с идущими в ее составе сосудами к надкостнице и участком кости в области ее прикрепления. Формировали костный трансплантат прямоугольной формы осциллирующей пилой и острым долотом толщиной на одну треть костной трубки донорской кости и длиной, соответствующей длине дефекта реципиентной кости. Затем сформированный трансплантат помещали в дефект реципиентной кости и фиксировали спицами. Выделенные трансплантаты и их сосудистые ножки фотографировали дважды — сначала на месте выделения, затем на месте транспозиции.

Собранные количественные данные были подвергнуты вариационно-статистической обработке с определением средних значений, средних квадратичных отклонений и критерия Стьюдента ( $t$ ).

**Результаты исследования.** Установлено, что к грудинной части ключицы фиксируются часть волокон большой грудной мышцы, к акромиальной — волокна передней порции дельтовидной мышцы. К надкостнице идут постоянные сосуды из этих мышц. В выделенных мышцах сосуды располагаются продольно по отношению к волокнам мышечной ткани, разветвляясь в их толще. Это мышечно-надкостничные ветви грудоакромиальной артерии — *rami deltoidei et acromiale*. Протяженность участка прикрепления дельтовидной мышцы к наружному краю ключицы составляет 3,0–3,5 см (1 препарат); 3,5–4,0 см (5 препаратов); 4,0 см и более (3 препарата). Количество сосудов, достигающих надкостницы: 2 сосуда (6 препаратов); 3 сосуда (2), 4 и более (1 препарат). Диаметр надкостничных артерий варьирует от 0,4 до 0,6 мм (в среднем  $0,5 \pm 0,11$  мм). Диаметр сопутствующих вен всегда был несколько больше. Длина надкостничных ветвей грудоакромиальной артерии от места отхождения до точки проникновения в надкостницу ключицы колеблется от 7 до 12 мм и составляет в среднем  $10,2 \pm 0,8$  мм. Длина мышечной ножки, пригодной к перемещению, — до 5 см (2 препарата); до 6 см (4 препарата); более 6 см (3 препарата). Выделение этих мышц из окружающих тканей с резекцией участка ключицы дает возможность переместить выделенный трансплантат размером 3–5 см на мышечно-сосудистой ножке на 4,7–5,9 см (в среднем на 5,3 см) к середине той же ключицы.

К надкостнице лучевой кости в составе мышцы круглого пронатора идут постоянные ветви от плечевой артерии. В выделенных мышцах сосуды располагаются продольно по отношению к волокнам мышечной ткани, разветвляясь в их толще. Получены следующие морфометрические

данные: длина круглого пронатора составляет от 8 до 12 см. Протяженность прикрепления к лучевой кости варьирует от 4 до 5 см (2 препарата); 5–6 см (3 препарата); 7–8 см (1 препарат). Длина питающего эту мышцу артериального сосуда составляет до 3 см (3 препарата); до 3,5 см (2 препарата); до 3,7 см (1 препарат). Выделение этой мышцы из окружающих тканей с резекцией участка лучевой кости дает возможность переместить выделенный трансплантат размером 4–8 см на мышечно-сосудистой ножке на 8–11 см (в среднем на  $10,3 \pm 0,3$  см) до середины плечевой кости.

К надкостнице лучевой и локтевой костей в составе мышцы квадратного пронатора идут постоянные сосуды — ветви передней межкостной артерии (a. interossea anterior). В выделенных мышцах сосуды располагаются продольно по отношению к волокнам мышечной ткани, разветвляясь в их толще. Получены следующие морфометрические данные: длина квадратного пронатора составляет от 4 до 6 см. Протяженность прикрепления к лучевой кости — 4,5 см (2 препарата); 4–5 см (3 препарата); 6 см (1 препарат), к локтевой кости — 4,5 см (2 препарата); 4–5 см (3 препарата); 6 см (1 препарат). Длина питающего эту мышцу артериального сосуда составляет до 1,5 см (2 препарата); до 1,7 см (3 препарата); до 1,8 см (1 препарат). Выделение этой мышцы из окружающих тканей с резекцией участка лучевой кости дает возможность переместить выделенный трансплантат размерами 4–6 см на мышечно-сосудистой ножке на тот же уровень локтевой кости. Также возможно выделение этой мышцы из окружающих тканей с

резекцией участка локтевой кости с перемещением выделенного трансплантата размером 4–6 см на мышечно-сосудистой ножке на тот же уровень лучевой кости (рис. 1).

На локтевой кости имеются участки, получающие кровоснабжение от локтевой артерии. Это многочисленные мышечные ветви (4–6), представляющие собой мелкие извитые сосуды. Они сначала располагаются в составе фасциального футляра, окутывающего локтевой сосудисто-нервный пучок, а затем из него проникают в мышечную часть глубокого сгибателя пальцев, начинающегося в пределах верхней и средней трети локтевой кости от ее переднего края и передней поверхности. Под микроскопом измерен диаметр этих сосудов. В верхней трети предплечья он составил  $0,30 \pm 0,15$  мм, в средней трети  $0,20 \pm 0,10$  мм. Для выделения кровоснабжаемого трансплантата локтевой кости вначале находят локтевую артерию, а затем с использованием средств оптического увеличения визуализируют ее мышечно-надкостничные ветви. Формируют трансплантат необходимой величины, производят перевязку локтевой артерии на 3 см проксимальнее верхнего края трансплантата, что позволяет переместить выделенный трансплантат размером 4–8 см на сосудистой ножке на 8–12 см (в среднем на 10,9 см) до пястных костей.

К пястным костям, включая головку, в составе межкостных мышц идут постоянные сосуды — ветви тыльной и ладонной пястных артерий. Сосуды располагаются продольно по отношению к волокнам мышечной ткани, разветвляясь в их толще. В этой серии исследований получены

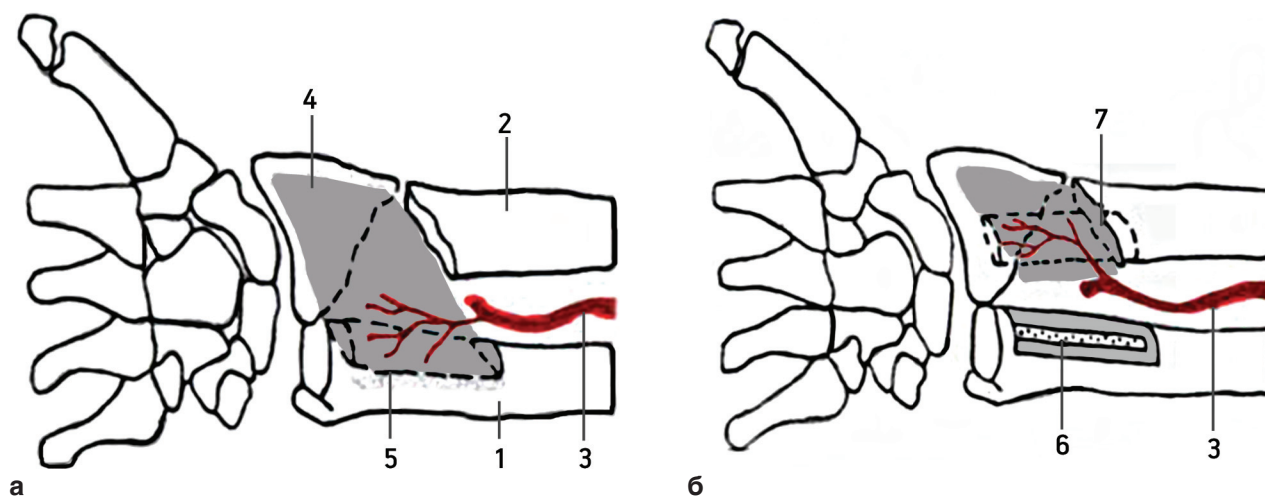


Рис. 1. Места формирования и перемещения костного трансплантата на мышечно-сосудистой ножке, сформированного на основе квадратного пронатора.

Выделение донорского трансплантата в дистальном отделе лучевой кости (а), подготовка реципиентного ложа и перемещение трансплантата (б). 1 — локтевая кость; 2 — лучевая кость; 3 — передняя межкостная артерия; 4 — квадратный пронатор (заштриховано); 5 — контуры трансплантата, предназначенного к выделению; 6 — выделенный трансплантат; 7 — трансплантат локтевой кости перемещен в реципиентное ложе

**Морфометрические характеристики несвободных костных трансплантатов верхней конечности  
и питающих их артерий**

| Локализация<br>костного<br>трансплантата | Питающий сосуд                                                       | Характеристика питающего сосуда |                  | Характеристика<br>трансплантата |                           |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|
|                                          |                                                                      | диаметр сосуда, мм              | длина сосуда, мм | размеры, мм                     | радиус<br>перемещения, мм |
| Ключица                                  | Мышечно-надкостничные ветви<br>грудноакромиальной артерии            | $0,50 \pm 0,11$                 | $10,2 \pm 0,8$   | $30 \times 8 \times 5$          | $53,0 \pm 6,0$            |
| Проксимальный<br>отдел лучевой<br>кости  | Мышечно-надкостничные ветви<br>плечевой артерии                      | $0,80 \pm 0,2$                  | $30,0 \pm 0,7$   | $40 \times 7 \times 5$          | $103 \pm 10$              |
| Дистальный отдел<br>лучевой кости        | Мышечно-надкостничные ветви<br>передней межкостной артерии           | $0,50 \pm 0,15$                 | $16,5 \pm 1,5$   | $35 \times 7 \times 5$          | $45 \pm 13$               |
| Дистальный отдел<br>локтевой кости       | Мышечно-надкостничные ветви<br>передней межкостной артерии           | $0,40 \pm 0,13$                 | $11,2 \pm 0,9$   | $34 \times 7 \times 5$          | $44 \pm 12$               |
| Диафиз локтевой<br>кости                 | Надкостничные ветви локтевой<br>артерии                              | $0,15 \pm 0,10$                 | $7,0 \pm 1,7$    | $40 \times 8 \times 5$          | $68 \pm 15$               |
| Диафизы пястных<br>костей                | Мышечно-надкостничные ветви<br>тыльной и ладонной пястных<br>артерий | $0,10 \pm 0,05$                 | $0,20 \pm 0,03$  | $25 \times 5 \times 2$          | $18,0 \pm 0,5$            |

следующие морфометрические данные: длина мышц составила  $4,2 \pm 0,7$  см. Длина сухожильной части от места прикрепления к боковой поверхности основных фаланг до перехода в мышечную часть —  $1,5 \pm 0,3$  см. Прикрепление занимает 3,0–4,0 см по длине и 0,2–0,3 см по ширине каждой из пястных костей. Точки фиксации мышц к основным фалангам отстоят от суставной поверхности на  $9,0 \pm 1,5$  мм. Диаметр артерий составля-

ет 0,05–0,1 мм (таблица). Количество обнаруженных нитевидных сосудов — 4–6 на каждой мышце, которые распределяются равномерно по всей длине мышцы. Выделение этих мышц из окружающих тканей с резекцией участка пястной кости дает возможность переместить выделенный трансплантат размером 2,0–3,0 см на мышечно-сосудистой ножке на соседнюю пястную кость (рис. 2).

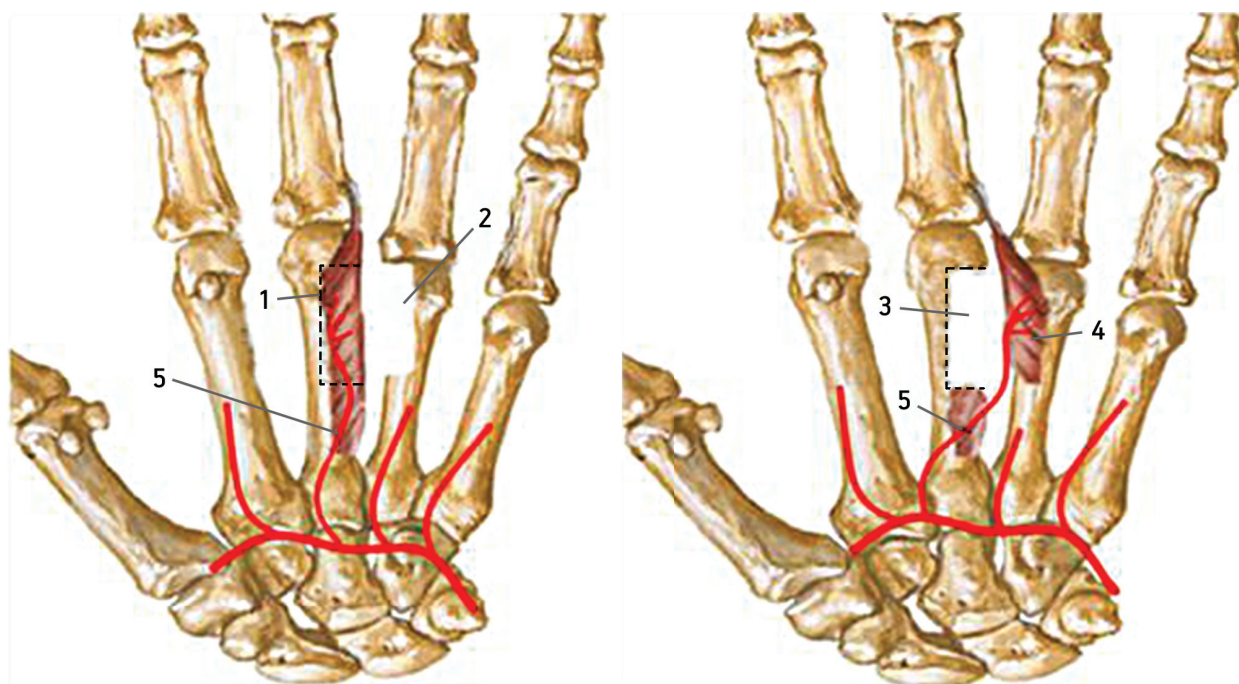


Рис 2. Места формирования и перемещения кровоснабжаемого костного трансплантата прилежащей пястной кости.

1 — ладонная межкостная мышца; 2 — дефект пястной кости; 3 — донорский дефект; 4 — трансплантат III пястной кости; 5 — ладонная пястная артерия

Обсуждение полученных данных. Выполненные топографоанатомические исследования позволили обосновать возможности формирования на ключице кровоснабжаемых костных трансплантатов на анатомически постоянных источниках питания — надкостничных ветвях грудноакромиальной артерии. При этом длина мобилизованной постоянной сосудистой ножки может варьировать от 45 до 60 мм, что обеспечивает возможность перемещения сформированного костного трансплантата к области дефекта ключицы практически любой локализации. Формирование и перемещение костного трансплантата ключицы происходит через тот же операционный доступ, который выполнен для ревизии области ложного сустава или дефекта, что позволяет снизить травматичность операции. Наши данные о диаметре питающих сосудов и длине сосудистых ножек совпадают с данными В.М. Шаповалова и соавт. [4].

Прикладные анатомические исследования в зоне кровоснабжения плечевой артерии показали, что к надкостнице проксимального отдела лучевой кости в составе мышцы круглого пронатора идут постоянные сосуды — мышечно-надкостничные ветви плечевой артерии. Проведенное моделирование на анатомическом материале по выделению этой мышцы из окружающих тканей с резекцией участка лучевой кости в месте ее прикрепления и перемещению выделенного трансплантата на мышечно-сосудистой ножке на 8–11 см (в среднем на 10,3 см) до середины плечевой кости подтвердило достоверность и практическую значимость полученных данных о деталях сосудистого снабжения лучевой кости. О перемещении кровоснабжаемого трансплантата проксимального отдела лучевой кости с использованием лучевого сосудистого пучка имеются данные Л.А. Родомановой и соавт. [5]. Выполнение оперативного вмешательства предложенного нами предполагает сохранение магистральных сосудистых пучков предплечья.

Было также показано, что в составе мышцы квадратного пронатора к надкостнице лучевой и локтевой кости в нижней трети идут постоянные сосуды — мышечно-надкостничные ветви передней межкостной артерии. Результаты проведенных топографоанатомических исследований свидетельствуют о целесообразности взятия кровоснабжаемых костных трансплантатов из рассматриваемой донорской области. Выделение трансплантата лучевой кости размером 4–6 см на мышечно-сосудистой ножке позволяет его переместить на тот же уровень локтевой кости. Помимо этого, имеется возможность перемеще-

ния кровоснабжаемого костного трансплантата, формируемого на переднемежкостном сосудистом пучке, фрагмента диафиза локтевой кости длиной до 6 см. О костных трансплантатах предплечья с использованием лучевого сосудистого пучка имеются данные Р.М. Тихилова [6], однако сведения о трансплантатах с использованием переднемежкостного сосудистого пучка в литературе отсутствуют.

Анализ собранных анатомических сведений о кровоснабжении пястных костей позволил обосновать различные варианты формирования и пересадки костных трансплантатов в этой области. В частности, в случае использования в качестве питающих сосудов трансплантата мышечно-надкостничных ветвей тыльной и ладонной пястных артерий и сопутствующих вен, идущих в составе межкостных мышц, возможны операции несвободной пересадки костного трансплантата пястной кости длиной до 3 см на соседнюю пястную кость. В условиях ограниченных донорских возможностей кисти (последствия тяжелых механических травм с разрушением или отсутствием двух и более пястных костей, а также при тотальном дефекте пястной кости) принципиально возможны пластические операции по перемещению кровоснабжаемого трансплантата локтевой кости. Костный трансплантат размерами 4–8 см на локтевом сосудистом пучке возможно переместить на 8–12 см (в среднем на 10,9 см) дистально до пястных костей. Необходимым условием является сохранение кровоснабжения кисти по оставшимся осевым сосудистым пучкам.

Таким образом, питающими артериями несвободных костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке являются: на ключице — ветви грудноакромиальной артерии, на плече — мышечные ветви плечевой артерии, на проксимальных отделах костей предплечья — мышечные ветви лучевой и локтевой артерии, на дистальных отделах костей предплечья — ветви передней межкостной артерии, на костях пясти — ветви тыльной и ладонной пястных артерий. Размер костных трансплантатов определяется величиной дефекта реципиентной области и варьирует от 3 до 8 см. Перемещение кровоснабжаемого костного трансплантата возможно на расстояния от 4 до 8 см.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов А. Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия. СПб., Гиппократ, 1998.
2. Гайдуков В. М. Ложные суставы. СПб., Наука, 1995.
3. Миланов Н. О. Реконструкция дистального отдела плечевой кости при несросшихся и неправильно сросшихся внутрисуставных переломах с использованием надкостнично-кортикальных

- аутоотрансплантатов на сосудистой ножке. Вестн. травматол. и ортопед., 2002, № 2, с. 49–53.
4. Патент 2465852 РФ МПК А61В17/56 (2006.01). Способ несвободной пластики островковым костным аутоотрансплантатом для лечения дефектов ключицы. В.М.Шаповалов, Н.Г.Губочкин, А.Л.Кудяшев, М.В.Ткаченко, А.А.Остапченко, В.В.Дубовик. № 2010145967/14. Заявл. 10.11.2010; опубл. 10.11.2012.
  5. Родоманова Л.А. и Полькин А.Г. Реконструктивная микрохирургия верхней конечности. Травматол. и ортопед. России, 2006, № 4, с. 15–19.
  6. Тихилов Р.М. Анатомо-клинические обоснования вариантов реконструкции кисти и предплечья лоскутами на лучевом сосудистом пучке. Травматол. и ортопед. России, 2008, № 2 (прил.), с. 40.
  7. Шаповалов В.М. Военная травматология и ортопедия. СПб., Морсар, 2004.
  8. Шведовченко И.В., Кочиш А.Ю. и Голяна С.И. Анатомо-клинические обоснования пластики лоскутами с осевым кровоснабжением у детей с мягкотканно-костными дефектами верхней конечности. Травматол. и ортопед. России, 2005, № 3 (прил.), с. 4–10.
  9. Шведовченко И.В. и Соколов А.Ф. Использование кровоснабжаемых аутоотрансплантатов при ликвидации дефектов трубчатых костей. В кн.: Проблемы микрохирургии: тезисы III Всесоюз. симп. по микрохирургии. Саратов, изд. Саратовск. мед. ин-та, 1989, с. 200–201.
  10. Steinmann S.P. Bishop A.T. and Berger R.A. Use of the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. J. Hand Surg. Am., 2002, v. 27, № 3, p. 391–401.
  11. Wood M.B. and Bishop A.T. Massive bone defects of the upper limb: reconstruction by vascularized bone transfer. Hand Clin., 2007, v. 23, № 1, p. 49–56.

Поступила в редакцию 24.04.2014  
Получена после доработки 07.06.2014

## THE ANATOMICAL BASIS OF THE FORMATION OF THE PEDICLED BONE GRAFTS ON THE UPPER EXTREMITY

*I.V.Gaivoronskiy<sup>1, 4</sup>, S.I.Mikityuk<sup>2</sup> and N.G.Gubochkin<sup>3</sup>*

The study of the vascular bed of the upper extremities was performed by the method of anatomical preparation of 24 formalin-fixed cadaver specimens from 5 men and 7 women and by the injection of black latex into the arterial bed of 4 male and 4 female cadavers (16 specimens). The arteries, directly feeding the bones, and the arteries that provide blood supply to the muscles, attached to the bones, were studied. M. pectoralis major, m. pronator teres, m. pronator quadratus, mm. lumbricalis and interosseus were examined. These studies were followed by the experimental surgeries during which bone grafts on vascular pedicle were formed and moved. It was found that the feeding arteries of the bone grafts on musculo-vascular pedicle were: on the clavicle — the branches of a. thoracoacromialis, on the brachium — muscular branches of a. brachialis, on the proximal parts of forearm bones — muscular branches of a. radialis and ulnaris, on the distal parts of forearm bones — the branches of a. interosseous anterior, on the metacarpal bones — the branches of aa. metacarpalis palmaris and dorsalis. The size of the bone transplants is determined by the size of the defect of recipient field and varies from 3 to 8 cm. The displacement of vascularised bone graft can be made over the distance from 4 to 8 cm.

**Key words:** *pseudoarthroses, bone defects, vascularised bone graft, musculo-vascular pedicle, upper extremity*

<sup>1</sup> Department of Normal Anatomy, <sup>2</sup> Department of Field Surgery, <sup>3</sup> Department of Military Traumatology and Orthopedics, S.M.Kirov Military Medical Academy, St.Petersburg; <sup>4</sup> Department of Morphology, St.Petersburg State University