

Н.Г. Губочкин, Е.Р. Калита, И.В. Чмырев

АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ АНАТОМИЧЕСКИХ И ЭСТЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВРЕЖДЕННОЙ ФАЛАНГИ ТРЕХСУСТАВНЫХ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ, УЛУЧШАЮЩЕГО КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ПОСТРАДАВШИХВоенно-медицинская академия им. С.М. Кирова
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Цель – оценить анатомические особенности покровных тканей и сосудов III порядка на протяжении всех трех фаланг трехсуставных пальцев кисти и изучить в анатомическом эксперименте возможности пластики дефекта мягких тканей дистальной фаланги перемещенным комплексом тканей для достижения функциональных и эстетических результатов.

Методология. Проводили антропометрические исследования и экспериментальное моделирование вариантов кожно-фасциальных лоскутов пальцев. Для исследования использовали III и IV пальцы кистей обеих рук умерших мужчин и женщин. Измеряли длину пальца, отдельных фаланг, окружность пальцев, изучены сосуды пальцев, паратенон, сухожильно-связочный аппарат, треугольная связка трехсуставных пальцев кисти. Провели моделирование пластики дефекта мягких тканей дистальной фаланги при помощи: 1) кожно-фасциальных лоскутов с боковой поверхности пальца; 2) кожно-фасциальных лоскутов для перекрестной пластики с соседнего пальца 3) видоизмененного кожно-фасциального лоскута для перекрестной пластики с соседнего пальца.

Результаты и их анализ. Анатомические исследования позволили получить новые данные о деталях морфологических характеристик пальцев, кровоснабжении кожи пальцев и подкожной клетчатки. Кроме того, установлено, что терминальные ветви сосудов III порядка образуют горизонтальную сеть кровоснабжения кожи пальца, т.е. непосредственно участвуют в кровоснабжении кожно-фасциальных лоскутов, выделяемых для замещения дефектов торцов культей пальцев. Полученные экспериментальные анатомические данные и обнаруженные особенности кровоснабжения позволяли выполнять формирование нескольких вариантов аутоотрансплантата комплексов тканей кожно-фасциальных лоскутов для успешной реконструктивно-пластической операции, направленной на восстановление утраченной части покровных тканей дистальной фаланги трехсуставных пальцев с достижением по окончании лечения визуального эффекта удлинения фаланги.

Заключение. Проведенное на анатомическом материале моделирование позволило выработать конкретные практические рекомендации по формированию лоскутов определенной формы для трансплантации без нарушения кровоснабжения вариантами их перемещения и фиксации для устранения дефектов и восстановления анатомических и эстетических параметров пальца.

Ключевые слова: травма, пальцы кисти, ногтевая фаланга, торцевой дефект, ожог, пластика ран, кожно-фасциальный лоскут, эстетический результат.

Введение

Травма кисти – актуальная экономическая и социальная проблема, так как эти травмы часто возникают у детей [15] и лиц трудоспособного возраста [1, 6, 8]. При этом кисть и пальцы составляют до 40 % от всех учтенных травм, в некоторых случаях (угольная промышленность) – до 60 %. Несмотря на очевидную актуальность проблемы, анализ литературных данных свидетельствует о том, что основными ошибками лечения подобных повреждений являются:

— легкомысленный подход к травме пальцев и, как следствие, необоснованный отказ от хирургического пособия;

— нерациональная хирургическая обработка травм пальцев в виде первичного укорочения костных культей с целью закрытия дефекта [6, 8, 17] и, тем самым, сокращения сроков лечения [2, 8, 13].

Многолетний анализ (2003–2019 гг.) травматизма военнослужащих Вооруженных сил России по XIX классу «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия

✉ Губочкин Николай Григорьевич – д-р мед. наук проф., каф. воен. травматологии и ортопедии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 1940044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

Калита Екатерина Романовна – пластический хирург, каф. термических поражений, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 1940044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: kalita.ekaterina@yandex.ru;

Чмырев Игорь Владимирович – д-р мед. наук проф., каф. термических поражений, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 1940044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: chmyrev@mail.ru

внешних причин» по Международной классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (МКБ-10) показал, что среднегодовой уровень травм запястья и кисти (S60–S69 по МКБ-10) у офицеров был $(2,73 \pm 0,25)\%$ с долей 15,5 % от всех травм при 4-м ранге значимости из 16 групп травм [4], у сержантов, старшин, проходящих военную службу по контракту, – $(3,17 \pm 0,47)\%$, 17,3 % и 2-й ранг соответственно [3], у военнослужащих, проходящих военную службу по призыву, – $(2,85 \pm 0,29)\%$, 17,5 % и 2-й ранг соответственно [4]. Среднегодовой уровень переломов костей запястья и кисти (S62 по МКБ-10) у офицеров составил $(1,31 \pm 0,11)\%$ с долей 7,4 %, у военнослужащих по контракту – $(1,52 \pm 0,20)\%$ и 8,2 % соответственно, у военнослужащих по призыву – $(1,17 \pm 0,09)\%$ и 7,2 % соответственно. В зависимости от категории личного состава Вооруженных сил России военно-эпидемиологическая оценка указанных травм определяла 4–7-й ранг значимости из 19 нозологий [4].

По данным литературы, ведется поиск путей выбора вариантов кожной пластики для сохранения анатомической целостности сегмента и функциональной пригодности пальцев [7, 14, 16, 18]. В ряде публикаций подчеркивается необходимость выработки определенного алгоритма тактики лечения с последующим выбором конкретного метода кожно-пластической операции [10–12]. Есть публикации и по консервативному лечению пострадавших [9].

Цель – оценить особенности анатомического строения покровных тканей и сосудов III порядка на протяжении всех трех фаланг трехсуставных пальцев, в анатомическом эксперименте изучить возможности пластического замещения дефекта мягких тканей дистальной фаланги перемещенным комплексом тканей для достижения полноценных функциональных и эстетических результатов.

Материал и методы

Исследование выполнили в два этапа. На I этапе провели антропометрические исследования с использованием средств оптического увеличения для изучения паратенона сухожилий сгибателей и разгибателей пальцев. Выбор III и IV пальцев для проведения эксперимента сделан осознанно. Эти пальцы длиннее остальных (II и V пальцы), поэтому их использование в качестве доноров более предпочтительно. Кроме того, для исследования использовали не всю длину пальца (анатомическая длина от щели пястно-фалангового

сустава до кончика ногтевой фаланги) и отдельно измеряли расстояние от межпальцевой складки до кончика пальца. Это важно, так как для целей кожно-фасциальной пластики можно использовать только свободную часть боковой поверхности пальца. Она начинается от межпальцевой складки. Отрабатывали также другие варианты перспектив формирования кожно-фасциальных лоскутов (КФЛ).

В ходе II этапа осуществили экспериментальное моделирование вариантов формирования КФЛ в пределах трехсуставных пальцев. Для этих целей использовали 7 нефиксированных трупов. Выполнили в общей сумме 28 экспериментов. Использовали III и IV пальцы кистей обеих рук, как наиболее подходящие для целей исследования. Экспериментальные оперативные вмешательства выполняли в дневное время суток при температуре воздуха в лабораторном помещении 20–22 °С при дополнительном освещении бестеневыми лампами. Трупное окоченение мягких тканей кистей рук устраняли путем массажа и разминания в течение 2–3 мин.

Проанализировали 3 варианта формирования КФЛ: 1) с боковой поверхности пальца (12 экспериментов); 2) для перекрестной пластики с соседнего пальца (8 экспериментов); 3) видоизмененный – для перекрестной пластики с соседних пальцев (8 экспериментов).

Результаты и их анализ

Необходимость углубленного изучения выделенного комплекса тканей была продиктована практической необходимостью. Во-первых, некоторые анатомические структуры в доступных литературных источниках описаны только в общих чертах: паратенон, его сосудистая сеть, треугольная связка, поперечные артерии тыльной поверхности пальцев.

Подлежали уточнению такие детали, как расположение пальцевых артерий относительно фасций и уровень ответвления от них сосудов тыла пальцев. В первую очередь необходимо было получить информацию о длине пальцев у разных субъектов, их толщине, длине отдельных сегментов (основная, средняя, дистальная фаланги), а также окружности пальцев на разных уровнях. Все это было необходимо для перспективного планирования формирования комплексов тканей с целью их перемещения в область дефекта дистальной фаланги и достижения желаемого результата. Полученные результаты антропометрических измерений III и IV пальцев у мужчин и женщин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты антропометрических измерений III и IV пальцев, мм

Измеряемый параметр	Min	Max	M ± σ	Min	Max	M ± σ
	III палец			IV палец		
	Мужчины					
Общая длина пальца, в том числе, фаланги:	88 ± 4	92 ± 4	90 ± 4	84 ± 3	95 ± 3	90 ± 3
основной	61 ± 3	67 ± 3	64 ± 3	40 ± 3	43 ± 3	42 ± 3
средней	35 ± 3	41 ± 2	38 ± 2	23 ± 3	28 ± 3	26 ± 3
ногтевой	25 ± 2	30 ± 2	28 ± 2	21 ± 2	24 ± 3	23 ± 2
Окружность пальца на уровне основной фаланги	73 ± 3	77 ± 3	75 ± 3	69 ± 3	71 ± 3	70 ± 3
Окружность пальца на уровне средней фаланги	65 ± 2	71 ± 3	68 ± 2	63 ± 2	68 ± 2	66 ± 2
	Женщины					
Общая длина пальца, в том числе, фаланги:	85 ± 2	103 ± 3	95 ± 3	81 ± 3	92 ± 3	87 ± 3
основной	38 ± 3	47 ± 2	42 ± 3	41 ± 2	42 ± 2	42 ± 2
средней	27 ± 3	33 ± 2	30 ± 2	22 ± 3	31 ± 3	26 ± 3
ногтевой	20 ± 2	25 ± 3	22 ± 3	18 ± 2	23 ± 3	20 ± 2
Окружность пальца на уровне основной фаланги	49 ± 2	51 ± 2	50 ± 2	42 ± 3	46 ± 3	44 ± 3
Окружность пальца на уровне средней фаланги	50 ± 2	51 ± 3	51 ± 3	42 ± 2	46 ± 3	44 ± 2

Морфометрические сведения, полученные при измерениях, имеют практическое значение.

Анализ пальцев у мужчин. Так, длина III пальца у мужчин – 88–92 мм, основной фаланги – 61–67 мм, средней фаланги – 35–41 мм, ногтевой фаланги – 25–30 мм. При этом следует отметить, что костная часть плоского отдела ногтевой фаланги во всех случаях имела более толстый кортикальный слой и широкую дистальную часть, чем у женщин (см. табл. 1). Эта площадка имеет важное значение для расположения на ней кожно-фасциального трансплантата.

Окружность III пальца в основании, на уровне межпальцевого промежутка не превышала 75 мм, на уровне середины средней фаланги – 65–71 мм. Морфометрические показатели размеров ногтевой фаланги были близки к значениям средней фаланги. IV палец у мужчин незначительно отличается от идентичных показателей III пальца, за исключением его длины. Кроме того, ригидность толстой кожи пальцев у мужчин создает дополнительные трудности при развороте КФЛ в сторону дефекта или перемещении на соседний палец.

Длина IV пальца мужской кисти, согласно данным проведенных исследований, была 84–95 мм, в том числе, основной фаланги – 40–43 мм, средней – 23–28 мм, ногтевой – 21–24 мм.

Окружность IV пальца составила в основании 69–71 мм, на уровне средней фаланги – 63–68 мм. Окружность ногтевой фаланги IV пальца морфологически практически не отличалась от средней фаланги того же сегмента у всех субъектов. На основании этих сведений,

сделано заключение, что оптимальная ширина перемещаемого КФЛ должна составлять около 12–13 мм.

Анализ пальцев у женщин. У женщин длина III пальца варьирует от 85 до 103 мм. При этом длина основной фаланги составляет 38–47 мм. Длина средней фаланги отличалась меньше, чем длина основной (по сумме измерений), и в среднем составила 27–33 мм. Ногтевая фаланга женской руки имела длину от 20 до 25 мм, среднее значение – 22 мм (см. табл. 1). Заключение: длина КФЛ для пластики дефекта должна быть не менее 25–30 мм.

Окружность III пальца на уровне середины средней фаланги составляла около 50 мм. Показатели ногтевой фаланги были близки к анатомическим значениям средней фаланги. Окружность IV пальца женской кисти, по данным измерений, была 81–96 мм, при этом длина основной фаланги – 41–42 мм, средней – 22–31 мм, ногтевой – 18–23 мм.

Окружность IV пальца составила в основании 42–44 мм, на уровне средней фаланги – 42–43 мм. Возможная ширина КФЛ для пластики могла быть не более 22 мм.

Окружность ногтевой фаланги IV пальца морфометрически почти не отличалась от окружности средней фаланги: различия составляли менее 3 мм.

Перечисленные подробности антропометрического анализа строения и размеров пальцев у мужчин и женщин обусловлены гендерными причинами – продиктованы меньшими размерами площади дефектов у женщин и, соответственно, меньшими масштабами оперативного вмешательства. На этом сегменте площадь дефекта измеряли

квадратными миллиметрами, каждый из них имеет большую значимость, чем квадратный сантиметр или даже несколько квадратных сантиметров дефекта на туловище или конечностях. Заслуживает внимания еще тот факт, что смещаемость кожных покровов пальцев имеет тенденцию к увеличению с возрастом из-за уменьшения выраженности подкожной клетчатки у пожилых субъектов.

Изучение анатомических деталей строения и размеров пальцев кистей рук позволило получить сведения о вариантной анатомии, морфометрических измерениях ногтевой, средней и основной фаланг трехсуставных пальцев. Они позволили с анатомических позиций обосновать целесообразность выделения понятия «кожно-фасциальный ладонно-боковой комплекс тканей трехсуставных пальцев кисти». Это будет подробно изложено при анализе антропометрических данных сформированных КФЛ.

На основании анализа данных изучения анатомических структур (см. табл. 1), сделаны ряд практических выводов, имеющих прикладное значение. Так, короткие пальцы у субъектов брахицефалического типа телосложения имеют меньший диапазон маневра покровными тканями на уровне основной и средней фаланг. В то же время, этот уровень – самый востребованный при выделении ладонно-бокового лоскута в интересах реконструктивно-пластического замещения дефектов дистальной фаланги. Соответственно пальцы, имеющие длинные фаланги, наилучшим образом могут быть использованы для

пластического восстановления визуального ощущения нормальной величины ногтевой фаланги. Количество пластического материала (толщина, площадь, форма), необходимого для перемещения на торцевую поверхность дефекта, у них на 4–8 мм (по длине) больше, чем на коротких пальцах. В процентном отношении это преимущество достигает 10 % от общей длины пальца. Это весьма существенно при малых размерах дефектов и дефиците пластического материала.

Еще одно умозаключение, также имеющее большое прикладное значение, было сделано при сравнении толщины КФЛ у мужчин и женщин. У женщин она, как правило, тоньше, чем у мужчин. При этом смещаемость мягких тканей больше за счет тонкой кожи, особенно у женщин старше 50 лет.

При экспериментальном моделировании созданы 3 варианта формирования КФЛ. В первом варианте проводили формирование полнослойного КФЛ на протяжении основной, средней и части ногтевой фаланг трехсуставного пальца кисти. Детали оперативных приемов показаны на рис. 1.

Во втором варианте формировали прямоугольный полнослойный КФЛ для выполнения перекрестной пластики с соседнего пальца. Детали оперативных приемов представлены на рис. 2.

В третьем варианте формировали полнослойный видоизмененный КФЛ для выполнения перекрестной кожной пластики с соседнего пальца. Основные этапы эксперимента представлены на рис. 3.

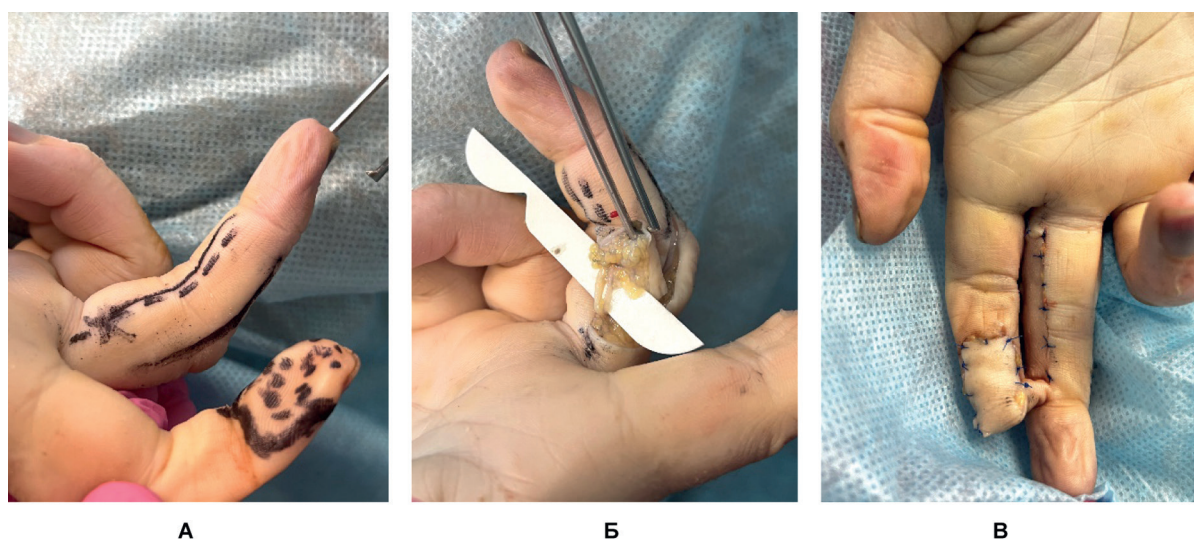


Рис. 1. Этапы формирования КФЛ из боковой поверхности III пальца.

А – разметка; Б – выделение сосудисто-нервного пучка, перевязка собственной ладонной пальцевой артерии; В – перемещение выделенного лоскута и закрытие донорского дефекта.

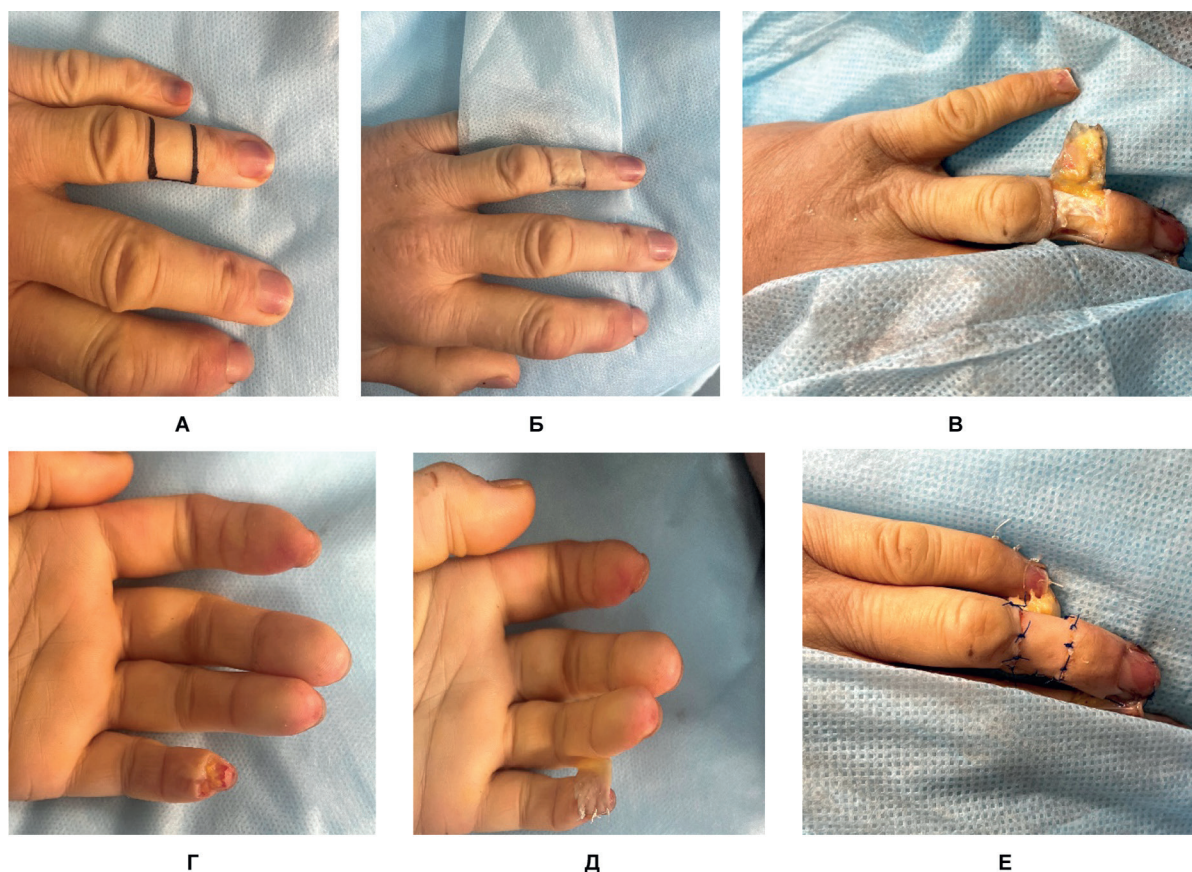


Рис. 2. Формирование прямоугольного КФЛ из тыльной поверхности соседнего пальца.

А – разметка; Б – выкраивание КФЛ по разметке; В – вид выкроенного КФЛ до перемещения; Г – торцевой дефект ногтевой фаланги; Д, Е – внешний вид КФЛ после перемещения на ладонную поверхность V пальца.

В процессе выполнения работы признано целесообразным объединить эксперименты по первому варианту формирования КФЛ с параллельным изучением анатомии подлежащих структур паратенона, визуализированной части сухожильно-связочного аппарата треугольной связки проксимального межфалангового сустава, обеих ножек поверхностного сгибателя в зоне их внутренней и наружной поверхностей, а также боковых порций разгибательного аппарата пальца.

Препаровку выполняли с использованием комплекта специальных хирургических инструментов (набор инструментов для операции на кисти и пальцах Розова). В 5 случаях из 8 экспериментальное выделение ладонно-бокового лоскута выполняли на 3–4 мм шире и 5–7 мм длиннее для удобства исследования подлежащих тканей. Такой прием позволил объединить решение двух относительно самостоятельных задач в один экспериментальный процесс.

В ходе проведения исследования остроко-нечным скальпелем рассекали мягкие ткани пальца. Формировали доступ на всю глубину

кожи, подкожной жировой клетчатки и фасции. После того отсепаровывали КФЛ с обнажением подлежащих структур. Обнаружено, что под КФЛ паратенон представляет собой полупрозрачную мембрану с хорошо различимой мелкопетливой сетью капиллярных сосудов, расположенных под ней. Через нее визуализируются сухожилия и связки пальца. В интересах применения в клинической практике из этих экспериментальных данных сделан вывод о возможности размещения на изучаемой поверхности полнослойного дерматомного трансплантата для эффективного замещения донорского дефекта. Мелкопетлистая сеть сосудов паратенона гарантирует его приживание, так как именно капилляры мелкопетливой сети будут служить источником прорастания сосудов в дерматомный лоскут и в итоге обеспечат его полноценное приживание (рис. 4). Сам же трансплантат по цвету и толщине будет идентичен окружающим его тканям. Обязательным условием успешности операции является прецизионная препаровка при выделении трансплантата. Фасциальную мембрану лоскута необходимо отделять с ис-



Рис. 3. Формирование косоугольного КФЛ с тыльной поверхности IV пальца.
А – разметка; Б – внешний вид выкроенного КФЛ; В – внешний вид КФЛ, расщепленного дерматомным трансплантатом и перемещенного на ладонную поверхность IV пальца;
Г – внешний вид III–IV пальцев после закрытия донорского дефекта.

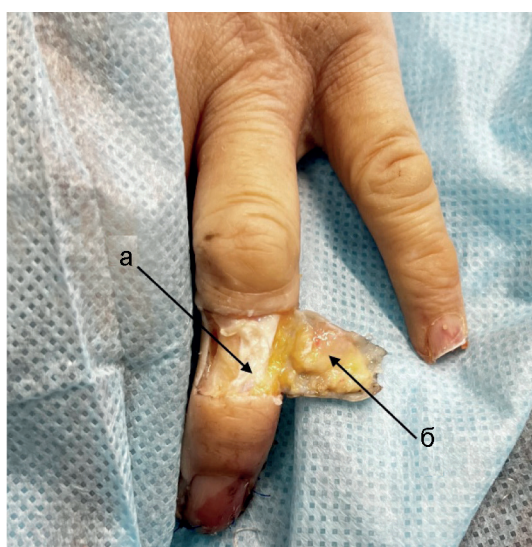


Рис. 4. Препарирование мягких тканей в зоне выделения трансплантата: а – фасциальная мембрана; б – место перехода сосудов паратенона с надкостницы на мягкие ткани.

пользованием средств оптического увеличения и микрохирургических инструментов.

При выполнении препаровки отмечена еще одна важная деталь. Мельчайшие сосуды с паратенона переходят на надкостницу и капсулы обоих межфаланговых суставов пальца. Из этого следует вывод, что выделение трансплантата КФЛ не ухудшает кровоснабжения костей и суставов трехсуставных пальцев. В изученной литературе об этой важной детали не обнаружено сведений, хотя это существенно улучшает приживление трансплантатов. В ходе эксперимента также установлено, что треугольная связка, располагающаяся на боковой поверхности проксимального межфалангового сустава, не участвует в формировании кожно-фасциального лоскута; на двух препаратах эта связка выполняла роль бокового стабилизатора межфалангового сустава и была представлена слабо выраженным сухожильным образованием толщиной не более

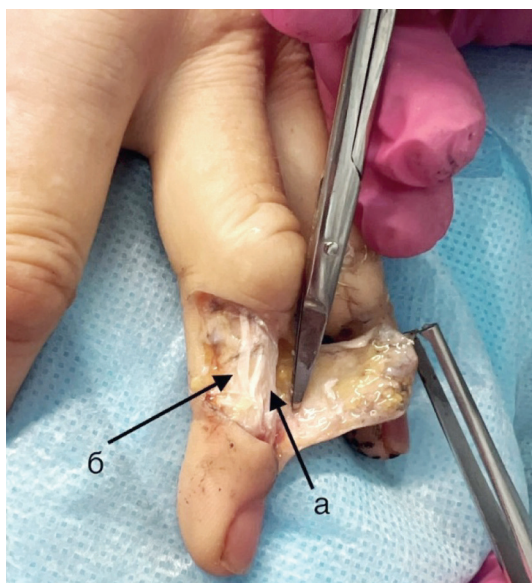


Рис. 5. Взаимоотношения донорского КФЛ с сухожильным разгибательным аппаратом на уровне средней трети фаланги: а – центральная и б – боковая порция сухожилия разгибателя ногтевой фаланги.

0,5 мм и формой, близкой к трапецевидной, а не треугольной. Еще три препарата также не имели четко выраженной треугольной формы и представляли собой прямоугольную связку, расположенную на боковой поверхности межфалангового сустава.

Сгибательный аппарат пальца, изученный после отсепаровывания от него покровных тканей, оказался интактным в смысле сосудистого кровоснабжения от КФЛ. На уровне межфаланговых суставов он был защищен связками поддерживающего аппарата пальца. Точки прикрепления боковых порций сухожилий поверхностных сгибателей в 2 случаях визуализировать не удалось, в 3 случаях они определялись на удалении 3–4 мм от щели проксимального межфалангового сустава по ладонно-боковой поверхности, что никак не препятствовало выделению кожно-фасциальных комплексов, предназначенных для транспозиции, так как их расположение было глубже фасции.

Сухожильные структуры разгибательного аппарата – центральная и боковые порции – тесно прилежали на уровне основной фаланги



Рис. 6. Формирование видоизмененного КФЛ, выкроенный лоскут.

и проксимального межфалангового сустава во всех 5 наблюдениях к надкостнице нижележащих структур. Они сохраняли свою автономную подвижность КФЛ независимо от формы и размеров (рис. 5).

Исследования КФЛ по первому варианту выполнены на 12 объектах (4 мужских и 8 женских). Размеры лоскутов формировали в зависимости от размеров донорской зоны пальцев. Морфометрические данные КФЛ приведены в табл. 2.

Формирование прямоугольных КФЛ для перекрестной пластики (второй вариант) выполнено на 8 объектах. В этой серии экспериментов выделение КФЛ выполняли, начиная с тыльной поверхности средней фаланги, учитывая топографию отхождения второй поперечной ветви от собственной ладонной пальцевой артерии. Она идет на тыльную поверхность пальца, где анастомозирует с аналогичной ветвью с противоположной стороны пальца. Лоскут практически нужной длины выделяли с захватом не только тыльной части, но и участка противоположной боковой поверхности пальца (рис. 6).

Наиболее пригодным для выделения искомого КФЛ оказался III палец – самый длинный палец кисти. Трансплантат из него можно было перемещать как на II, так и на IV пальцы той

Таблица 2

Морфометрические данные КФЛ по первому варианту

Измеряемый параметр	Мужчины			Женщины		
	Min	Max	$M \pm \sigma$	Min	Max	$M \pm \sigma$
Длина, мм	83 ± 2	97 ± 2	90 ± 2	80 ± 2	92 ± 2	86 ± 2
Ширина, мм	19 ± 3	26 ± 2	23 ± 2	17 ± 1	23 ± 2	20 ± 2
Толщина лоскута, мм	$3,5 \pm 3,0$	$4,2 \pm 2,0$	$7,7 \pm 3,0$	$3,3 \pm 3,0$	$4,0 \pm 3,0$	$3,6 \pm 2,0$

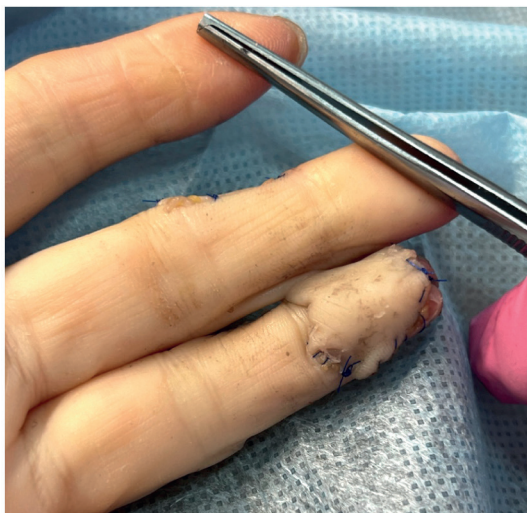


Рис. 7. Визуальный эффект удлинения пальца при косоугольном выкраивании лоскута.

же кисти. При закрытии торцевых дефектов с дефицитом мягких тканей на ладонной поверхности (подушка пальца) это давало существенное преимущество.

В 50% экспериментов (4 случая из 8) трансплантат полностью закрывал поверхность предварительно сформированного дефекта соседнего пальца и, кроме того, давал визуальное удлинение до 6–7 мм. С учетом того, что отрастающая ногтевая пластинка также дает визуальный эффект удлинения от 2 до 4 мм, то в конечном итоге эстетический результат оказывался вполне удовлетворительным (рис. 7).

Донорский дефект тыла пальца замещали с помощью расщепленного дерматомного трансплантата, выделенного из кожных покровов области локтевого сгиба. Толщина его не превышала 0,3–0,4 мм, а площадь рассчитывалась на 10% больше площади реципиентного дефекта. Такой прием позволял без натяжения фиксировать дерматомный трансплантат и накладывать компрессирующую повязку по Золтану.

В одном из экспериментов не удалось достичь полного закрытия культи пальца по причине того, что толщина лоскута была более 3 мм, а сами пальцы кисти были толстыми и короткими (брахицефалический тип телосложения). Попытка развернуть трансплантат, согнув палец, успеха не имела. Данный результат признан отрицательным. Отчасти по этой причине анатомический эксперимент был расширен.

Экспериментальное моделирование устранения таких дефектов торца культи трехсуставных пальцев (третий вариант), которые не могли быть закрыты двумя ранее представленными вариантами, выполнили на 8 операци-

ях (у 4 женщины и 4 мужчины). Планирование формирования лоскутов проводили, исходя из полученных анатомических сведений о кровоснабжении покровных тканей трехсуставных пальцев. Повторяющаяся недостаточность пластического материала для закрытия торцевых дефектов культей трехсуставных пальцев вызвала необходимость выработки нового подхода к решению задачи не только закрытия дефекта, но и улучшения эстетического вида поврежденного сегмента. С учетом положительного опыта выполнения второй части экспериментов мы вынуждены были видоизменить планирование выделения тыльно-бокового кожно-фасциального лоскута.

Основание трансплантата видоизменению не подлежало, так как в нем находились питающие сосуды лоскута. Принимая во внимание, что мельчайшие сосуды отдельных областей кровоснабжения отчасти перекрывают зоны автономного кровоснабжения, предпринята попытка выделить периферическую часть лоскута не под прямым углом, а под углом 40–50° (рис. 8).

Прием с изменением формы лоскута позволил увеличить его длину на периферическом участке более чем на 9 мм. Для такого небольшого сегмента, как палец, это имеет достаточно существенное значение. При перемещении трансплантата на соседний палец проксимальная остроугольная часть лоскута разворачивалась в центр зоны дефекта торцевой части культи и полностью закрывала ее. Оставалось только придать нужную форму дистальному участку трансплантата и фиксировать к ногтевой пластинке или дистальным отделам культи. Это давало визуальный эффект удлинения культи кончика пальца (рис. 9).

7 из 8 проведенных экспериментов были успешными. В одном эксперименте (короткие толстые пальцы у мужчины) существенного визуального удлинения фаланги достигнуть не удалось.

Точками выделен дефект ладонной поверхности ногтевой фаланги IV пальца.

На заключительном этапе эксперимента для уточнения результатов препаровки проведены дополнительные морфометрические действия: измерения длины и ширины той

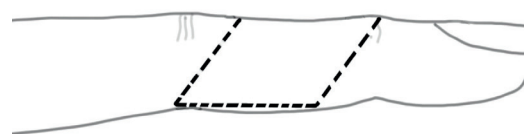


Рис. 8. Схема выкраивания видоизмененного лоскута.



Рис. 9. Пластика торцевой поверхности короткой культы дистальной фаланги видоизмененным трансплантатом с соседнего пальца. А, Б – разметка; В – донорский дефект (трансплантат перемещен на дефект ладонной поверхности IV пальца); Г – внешний вид после замещения донорского дефекта полнослойным дерматомным трансплантатом.

части перемещенного трансплантата, которая непосредственно обеспечивала устранение дефекта и визуальный эффект удлинения культы. Установлено, что невосполненный дефект длины ногтевой фаланги пальца не превышал 4–5 мм. Визуально это можно было определить только при полном отсутствии ногтевой пластинки. Сделан вывод, что при ее отрастании в процессе заживления и формирования рубцовой ткани анатомический дефект будет становиться еще менее заметным.

Обсуждение. Выполненное анатомическое исследование позволило получить новые данные о прецизионной анатомии и морфометрических характеристиках трехсуставных пальцев кисти, кровоснабжении кожи, подкожной клетчатки, оболочек сухожилий сгибателей и разгибателей, а также капсульно-связочного аппарата межфаланговых суставов. Исследо-

ваны не только основные артерии пальцев, но и их терминальные ветви, отходящие перпендикулярно к основным на уровне средней и основной фаланг пальца. Они принимают участие в образовании горизонтальной сети тыльной поверхности кожи пальца; из чего следует вывод о том, что они непосредственно участвуют в обеспечении достаточного кровоснабжения выделяемых кожно-фасциальных трансплантатов.

Определена не только роль каждой из исследованных структур в обеспечении функции пальца, но так же и их взаимодействие при перемещении отдельных участков покровных тканей (кожно-фасциальных комплексов тканей). Для обозначения неопisanного кожно-фасциального трансплантата введен термин «тыльно-боковой видоизмененный лоскут пальца».

Представленные анатомические обоснования позволяют успешно выполнять формирование нескольких вариантов единого аутотрансплантата комплекса тканей – кожно-фасциальных лоскутов для целей успешной реконструктивно-пластической операции восстановления утраченной части покровных тканей дистальной фаланги трехсуставных пальцев кисти с одновременным достижением визуального эффекта удлинения культи ногтевой фаланги.

Заключение

Проведенное моделирование операций на анатомическом материале и полученные прецизионные данные о кровоснабжении отдельных участков покровных тканей пальцев

позволили выработать конкретные практические рекомендации для пластических хирургов по формированию лоскутов определенной формы с сохранением кровоснабжения, вариантами их перемещения, фиксации при замещении дефекта и восстановления эстетических параметров культи дистальных фаланг пальцев.

Использование рекомендаций, основанных на полученных экспериментальных данных, в клинической практике может способствовать более обоснованному планированию оперативных вмешательств по замещению торцевых дефектов дистальных фаланг трехсуставных пальцев с достижением анатомических и эстетических результатов положительного характера.

Литература

1. Александров А.В., Гончарук П.В., Идрис Л.Я. [и др.]. Комплексная реконструкция мягких тканей ногтевых фаланг пальцев кисти у детей // Рос. вестн. детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2021. Т. 11, № 1. С. 27–38. DOI: 10.17816/psaic701.
2. Воробьев В.В., Питенин Ю.И., Овчинников Д.В. Пластическое восстановление глубоких дефектов мягких тканей пальцев кисти при использовании стационарозамещающих форм оказания медицинской помощи // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2010. Т. 1, № 29. С. 81–85.
3. Евдокимов В.И., Сивашенко П.П., Иванов В.В., Хоминец В.В. Медико-статистические показатели травм у военнослужащих контрактной службы (рядовых, сержантов и старшин) Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2019 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2020. № 4. С. 87–104. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-87-104.
4. Евдокимов В.И., Сивашенко П.П., Иванов В.В., Хоминец В.В. Медико-статистические показатели травм у офицеров Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2019 гг.) // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2020. № 4. С. 161–167.
5. Евдокимов В.И., Сивашенко П.П., Хоминец В.В. [и др.]. Медико-статистические показатели травматизма военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2019 гг.): монография. СПб.: Политехника-принт, 2021. 210 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих»; вып. 15).
6. Кокарев В.А., Шалин В.В. Травмы пальцев кисти: ампутация или артропластика? // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2022. № 4. С. 81–83. DOI: 10.48612/cgma/mgxf-avlp-a2eu.
7. Родоманова Л.А., Медведев Г.В., Афанасьев А.О., Цыбуль Е.С. Атипичные способы ревааскуляризации кровоснабжаемых комплексов тканей в реципиентной зоне // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. 2018. № 1. С. 100–101.
8. Ходжабаган З.С., Пшениснов К.П., Абраамян Д.О., Винник С.В. Хирургическая тактика при травмах дистальных фаланг пальцев кисти (обзор литературы) // Вопр. реконструктивной и пластической хирургии. 2016. Т. 19, № 1 (56). С. 74–92.
9. Allen M.J. Conservative management of finger tip injuries in adults // Hand. 1980. Vol. 12. P. 257–265. DOI: 10.1016/s0072.
10. Appukuttan A., Ragoowansi R. The unilateral perforator V-Y flap for fingertip reconstruction-a versatile technique // JPRAS Open. 2019. Vol. 5, N 23. P. 1–7. DOI: 10.1016/j.jpra.2019.10.004.
11. Borrelli M.R., Landin M.L., Agha R., Greig A. Composite grafts for fingertip amputations: A systematic review protocol // Int. J. Surg. Protoc. 2019. Vol. 16. P. 1–4. DOI: 10.1016/j.isjp.2019.05.001.
12. Cam N., Kanar M. Are cross finger and thenar flaps effective in the treatment of distal finger amputations with the reposition-flap method? // J. Dis. Relat. Surg. 2022. Vol. 33, N 3. P. 631–638. DOI: 10.52312/jdrs.2022.834.
13. Hawken J.B., Giladi A.M. Primary Management of Nail Bed and Fingertip Injuries in the Emergency Department // Hand Clin. 2021. Vol. 37, N 1. P. 1–10. DOI: 10.1016/j.hcl.2020.09.001.
14. Kawaiha A., Thakur M., Garg S. [et al.]. Fingertip Injuries and Amputations: A Review of the literature // Cureus. 2020. Vol. 12, N 5. P. 1–6. DOI: 10.7759/cureus.
15. Loewenstein S.N., Adkinson J.M. Pediatric Fingertip Injuries // Hand Clin. 2021. Vol. 37, N 1. P. 107–116. DOI: 10.1016/j.hcl.2020.09.009.

16. Mohsen I., Mahmoud M., Shaheen A. Modified Bilateral V-Y Rotation Advancement Flap for Coverage of Fingertip Amputations // J. Hand Surg. Asian Pac. 2022. Vol. 27, N 6. P. 1013–1020. DOI: 10.1142/S2424835522500977.

17. Tang J.B., Elliot D., Adani R. [et al.]. Repair and reconstruction of thumb and finger tip injuries: a global view // Clin. Plast. Surg. 2014. Vol. 41, N 3. P. 325–359. DOI: 10.1016/j.cps.2014.04.004.

18. Usami S., Kawahara S., Inami K., Hirase Y. Reconstructive Timing of Nail Preserved Fingertip Injury With Reverse Digital Artery Island Flap // Hand (N.Y.). 2023. Vol. 18, N 6. P. 1012–2018. DOI: 10.1177/15589447221081863.

Поступила: 18.12.2024 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: Н.Г. Губочкин – методология и планирование исследований, экспериментальное выполнение оперативных вмешательств на трупах, написание первого варианта статьи, подготовка рисунков; Е.Р. Калита – экспериментальное выполнение оперативных вмешательств на трупах; И.В. Чмырев – методология и планирование исследований, редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Губочкин Н.Г., Калита Е.Р., Чмырев И.В. Анатомическое обоснование способа восстановления анатомических и эстетических параметров поврежденной фаланги трехсуставных пальцев кисти, улучшающего качество жизни пострадавших // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2025. № 1. С. 61–72. DOI: 10.25016/2541-7487-2025-0-1-61-72.

Reconstruction of phalanx defects in three-joint hand fingers: cadaveric study justifying superior anatomy and aesthetics outcomes improving patient's quality of life

Gubochkin N.G., Kalita E.R., Chmyrev I.V.

Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Nikolai Grigor'evich Gubochkin – Dr. Med. Sci. Prof., Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia);

Ekaterina Romanovna Kalita – plastic surgeon, Department of Thermal Injuries, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: kalita.ekaterina@yandex.ru;

Igor' Vladimirovich Chmyrev – Dr. Med. Sci. Prof., Department of Thermal Injuries, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: chmyrev@mail.ru

Abstract

Objective. The study objective is to analyze the anatomy of third-order vessels and surrounding tissues in each phalanx of the three-joint fingers of the hand with the aim to assess prospects, as well as functional and aesthetic outcomes of soft tissue flap reconstruction of distal phalanx defects.

Methods. The study considered anthropometric and experimental modeling of various axial flap techniques for finger defect reconstruction. Cadaveric studies on the right and left middle and ring fingers from male and female cadavers were done. Measurements included finger length, phalangeal lengths, and finger circumference. Additionally, the vascular structures, paratenon, tendons and ligaments, including triangular ligaments were examined. The following types of soft tissue reconstruction of distal phalanx defects were used: 1) axial flap harvested from the lateral finger surface; 2) cross finger axial flap of the adjacent finger; 3) modified cross finger axial flap from the adjacent finger.

Results and discussion. Our cadaveric study provided new insights into finger tissue morphology, including blood supply of the skin and subcutaneous tissues. The findings revealed that the terminal branches of third-order vessels form a horizontal vascular network responsible for blood supply to the skin and therefore critical for axial flap survival in finger stump defect reconstruction. The obtained cadaveric findings on finger anatomy and blood supply parameters enabled the development of multiple options for autologous axial flap surgery in finger defect reconstruction. These techniques ensure successful surgery outcomes in patients with distal phalanx covering tissue defects of the three-joint fingers. The procedures allowed to achieve good aesthetics of phalanx elongation at the treatment final stage.

Conclusion. The cadaveric modeling allowed to elaborate practical recommendations on flap harvesting in order to ensure sustainable blood supply. Various flap transfer and fixation techniques were refined to maximize treatment efficiency in terms of finger anatomy and aesthetic appearance.

Keywords: trauma, hand fingers, distal phalanx, distal defect, burn, wound reconstruction, axial flap, aesthetics.

References

1. Aleksandrov A.V., Goncharuk P.V., Idris L.Ya. [et al.]. Kompleksnaya rekonstruktsiya myagkikh tkanei nogtevykh falang pal'tsev kisti u detei [A complex soft tissue reconstruction of distal phalanges in children]. *Rossiiskii vestnik detskoi khirurgii, anesteziologii i reanimatologii* [Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care]. 2021; 11(1):27–38. DOI: 10.17816/psaic701. (In Russ)

2. Vorob'ev V.V., Pitenin Yu.I., Ovchinnikov D.V. Plasticheskoe vosstanovlenie glubokikh defektov myagkikh tkanei pal'tsev kisti pri ispol'zovanii statsionarozameshchayushchikh fopm okazaniya meditsinskoj pomoshchi [Plastic reconstruction deep soft tissue defects of fingers by using hospitalization replacement forms of medical care]. *Vestnik Rossijskoi voenno-meditsinskoj akademii* [Bulletin of the Russian military medical academy]. 2010; 1(29):81–85. (In Russ)
3. Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Ivanov V.V., Khominets V.V. Mediko-statisticheskie pokazateli travm u voennosluzhashchikh kontraktnoi sluzhby (ryadovykh, serzhantov i starshin) Vooruzhennykh sil Rossijskoi Federatsii (2003–2019 gg.) [Medical and statistical indicators of injuries among contract military personnel (privates, sergeants and foreman) in the Armed forces of the Russian Federation (2003–2019)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2020; (4):87–104. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-87-104. (In Russ)
4. Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Ivanov V.V., Khominets V.V. Mediko-statisticheskie pokazateli travm u ofitserov Vooruzhennykh sil Rossijskoi Federatsii (2003–2019 gg.) [Medical and statistical indicators of injuries among officers in the Armed forces of the Russian Federation (2003–2019)]. *Vestnik Rossijskoi Voennomeditsinskoj akademii* [Bulletin of the Russian military medical academy]. 2020; (4): 161–167. (In Russ)
5. Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Khominets V.V. [et al.]. Mediko-statisticheskie pokazateli travmatizma voennosluzhashchikh Vooruzhennykh sil Rossijskoi Federatsii (2003–2019 gg.) [Medical and statistical indicators of injuries among military personnel of the Armed Forces of the Russian Federation (2003–2019): monograph]. St. Petersburg. 2021. 210 p. (Seriya «Zabolevaemost' voennosluzhashchikh» ; vypusk 15 [Series “Morbidity of military personnel”; iss. 15])). (In Russ)
6. Kokarev V.A., Shalin V.V. Travmy pal'tsev kisti: Amputatsiya ili artroplastika? [Traumas of hand fingers: amputation or arthroplasty?]. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskii vestnik* [Kremlin medicine journal]. 2022; (4):81–83. DOI: 10.48612/cgma/mgxf-avlp-a2eu. (In Russ)
7. Rodomanova L.A., Medvedev G.V., Afanas'ev A.O., Tsybul' E.C. Atipichnye sposoby revaskulyarizatsii krovosnabzhaemykh kompleksov tkanei v retsipientnoi zone [Atypical methods of revascularisation of blood-supplied tissue complexes in the recipient area]. *Annaly plasticheskoi, rekonstruktivnoi i esteticheskoi khirurgii* [Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery]. 2018; (1):100–101. (In Russ)
8. Khodzhabaghyan Z.S., Pshenishnov K.P., Abraamyan D.O., Vinnik S.V. Khirurgicheskaya taktika pri travmakh distal'nykh falang pal'tsev kisti (obzor literatury) [Surgical management of distal phalangeal injuries of fingers (review)]. *Voprosy rekonstruktivnoi i plasticheskoi khirurgii* [Issues of reconstructive and plastic surgery]. 2016; 19(1):74–92. (In Russ)
9. Allen M.J. Conservative management of finger tip injuries in adults. *Hand*. 1980; (12):257–265. DOI: 10.1016/s0072.
10. Appukuttan A., Ragoowansi R. The unilateral perforator V-Y flap for fingertip reconstruction-a versatile technique. *JPRAS Open*. 2019; 5(23):1–7. DOI: 10.1016/j.jpra.2019.10.004.
11. Borrelli M.R., Landin M.L., Agha R., Greig A. Composite grafts for fingertip amputations: A systematic review protocol. *Int. J. Surg. Protoc*. 2019; (16):1–4. DOI: 10.1016/j.isjp.2019.05.001.
12. Cam N., Kanar M. Are cross finger and thenar flaps effective in the treatment of distal finger amputations with the reposition-flap method? *J. Dis. Relat. Surg*. 2022; 33(3):631–638. DOI: 10.52312/jdrs.2022.834.
13. Hawken J.B., Giladi A.M. Primary Management of Nail Bed and Fingertip Injuries in the Emergency Department. *Hand Clin*. 2021; 37(1):1–10. DOI: 10.1016/j.hcl.2020.09.001.
14. Kawaiah A., Thakur M., Garg S. [et al.]. Fingertip Injuries and Amputations: A Review of the literature. *Cureus*. 2020; 12(5):1–6. DOI: 10.7759/cureus.
15. Loewenstein S.N., Adkinson J.M. Pediatric Fingertip Injuries. *Hand Clin*. 2021; 37(1):107–116. DOI: 10.1016/j.hcl.2020.09.009.
16. Mohsen I., Mahmoud M., Shaheen A. Modified Bilateral V-Y Rotation Advancement Flap for Coverage of Fingertip Amputations. *J. Hand Surg. Asian Pac*. 2022; 27(6):1013–1020. DOI: 10.1142/S2424835522500977.
17. Tang J.B., Elliot D., Adani R. [et al.]. Repair and reconstruction of thumb and finger tip injuries: a global view. *Clin. Plast. Surg*. 2014; 41(3):325–359. DOI: 10.1016/j.cps.2014.04.004.
18. Usami S., Kawahara S., Inami K., Hirase Y. Reconstructive Timing of Nail Preserved Fingertip Injury With Reverse Digital Artery Island Flap. *Hand (N.Y.)*. 2023; 18(6):1012–2018. DOI: 10.1177/15589447221081863.

Received 18.12.2024

For citing: Gubochkin N.G., Kalita E.R., Chmyrev I.V. Anatomicheskoe obosnovanie sposoba vosstanovleniya anatomicheskikh i esteticheskikh parametrov povrezhdennoi falangi trekhustavnykh pal'tsev kisti, uluchshayushchego kachestvo zhizni postradavshikh. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2025; (1):61–72. (In Russ.)

Gubochkin N.G., Kalita E.R., Chmyrev I.V. Reconstruction of phalanx defects in three-joint hand fingers: cadaveric study justifying superior anatomy and aesthetics outcomes improving patient's quality of life. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2025; (1):61–72. DOI: 10.25016/2541-7487-2025-0-1-61-72.