УДК 611.08:616.718.6/.716.4

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ ДЕФЕКТОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ АУТОТРАНСПЛАНТАТОМ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И НАВИГАЦИИ

¹Калакуцкий Н.В., ²Петришин В.Л., ¹Приходько В.И.¹ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург;²Курс топографической анатомии и оперативной хирургии кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии имени профессора М.Г. Привеса, e-mail: kalakutsky@yandex.ru

Изучены антропометрические данные малоберцовой кости применительно к задачам, стоящим при замещении протяженных дефектов нижней челюсти и создании оптимальных условий для протезирования на основе дентальных имплантатов с использованием методики прототипирования. Проведен анализ 32 препаратов малоберцовой кости, взятых от 16 трупов людей (9 мужчин, 7 женщин). Методика изучения заключалась в использовании современных анатомических приёмов, общей антропометрии, частных измерений и специальных измерений, протоколировании, зарисовке и фотографировании препаратов, математической обработке полученных данных. Ширину и толщину малоберцовой кости измеряли соответственно во фронтальной и сагиттальной плоскостях в стандартно определенных семи уровнях. Знание антропометрических данных малоберцовой кости позволяет оптимизировать планирование реабилитации больных с протяженными костными дефектами нижней челюсти. Применение методики прототипирования и использование навигационной аппаратуры обеспечивает прецизионную точность выполнения реконструкции костных структур и уменьшает время проведения оперативного вмешательства, что улучшает качество лечения больных.

Ключевые слова: малоберцовая кость, антропометрические данные, аутотрансплантация нижней челюсти, зубная имплантация, прототипирование, навигация

STUDY OF THE FIBULAR BONE ANTHROPOMETRIC DATA TO JUSTIFY APPLICABILITY OF DENTAL IMPLANTS IN THE MANDIBULAR BONE DEFECT REPLACEMENT WITH AN AUTOLOGOUS GRAFT OF THE FIBULAR BONE USING PROTOTYPING AND NAVIGATION METHOD

¹Kalakutskiy N.V., ²Petrishin V.L., ¹Prikhodko V.I.¹The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Academician I.P. Pavlov St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Health of Russia, St. Petersburg;²The course of Topographic Anatomy and Operative Surgery of Clinical Anatomy and Operative Surgery Department named after Professor M.G. Prives, e-mail: kalakutsky@yandex.ru

Studied the anthropometric data of the fibula in relation to the tasks that the replacement of the long defects of the lower jaw and create the optimum conditions for the prosthesis based on dental implants using the method of prototyping. The analysis of the 32 drugs of the fibula, taken from the corpses of 16 people (9 men, 7 women). The study technique consisted in the use of modern anatomical techniques, General anthropometry, private measurements and special measurements, recording, sketching and photographing of the preparations, mathematical processing of the obtained data. Width and thickness of the fibula were measured, respectively, in the frontal and sagittal planes, in standard defined seven levels. Knowing the anthropometric data of the fibular bone helps to optimize rehabilitation planning for patients with expanded mandibular bone defects. Application of prototyping technique and use of navigation devices ensure precision accuracy of bone structure reconstruction and reduce time of surgical intervention, which improves quality of patient treatment.

Keywords: the fibular bone, anthropometric data, the mandibular bone auto-transplantation, dental implantation, prototyping, navigation

Восстановление дефектов нижней челюсти всегда было сложной хирургической задачей. В связи с развитием микрохирургии и внедрением в клиническую практику метода свободной пересадки реvascularизированных костных аутотрансплантатов открылись новые возможности, позволившие уменьшить угрозу развития гнойных осложнений и ускорить консолидацию до

сроков, близких к времени сращения при закрытых переломах [1, 2]. Перечень костных трансплантатов, используемых при реконструкции нижней челюсти, широк: фрагменты IX–X ребра на дистальном межрёберном пучке, гребень подвздошной кости, латеральный край лопатки, диафизарный отдел малоберцовой кости. Последний в настоящее время многие хи-

рурги относят к трансплантату выбора при замещении протяженных дефектов нижней челюсти [3], он имеет следующие преимущества: значительная длина (до 25 см); выкрашенная, по сравнению с другими костными трансплантатами, прочность; более компактная структура кости, что позволяет производить протезирование с использованием зубных имплантатов; большой диаметр малоберцовых сосудов, что обеспечивает хорошее кровоснабжение трансплантата и облегчает микрохирургический этап; минимальные осложнения со стороны донорской зоны [4]. Несмотря на значительное количество работ, посвященных исследованию малоберцовой кости, как аутотрансплантату вообще, так и применительно к проблемам замещения дефектов именно нижней челюсти, есть некоторые вопросы, требующие уточнения [5]. В частности, не решен вопрос выбора оптимальных зон для введения в кость дентальных имплантатов для последующего зубного протезирования. Н.В. Калакуцкий (2004) отмечает, что моделирование лоскута из МБК хирурги выполняют эмпирическим способом. Ранее авторы предлагали проводить расчет иссекаемых участков и углов остеотомии при моделировании лоскута в одной плоскости. В работах же Н.В. Калакуцкого (2004), А.С. Герасимова (2011) имеются данные не только о длине, но и о ширине и толщине малоберцовой кости. Но авторы производили измерения кости на трех уровнях: посередине и на расстоянии 10 см от начала и конца кости. Н.В. Калакуцкий (2004), А.С. Герасимов (2011), В.И. Приходько (2014) произвели математические расчёты и разработали оригинальную методику выполнения клиновидных поднадкостничных остеотомий донорского костного лоскута на сохранённом кровотоке с целью придания фрагменту кости формы формируемого сегмента нижней челюсти при выполнении реконструкции. В дальнейшем авторы разработали алгоритм оптимального проведения костной пластики нижней челюсти с целью получения наилучших функциональных и эстетических результатов, предполагающий: 1) обязательное выполнение МСКТ-исследования черепа и донорских зон до начала комплексного лечения больного по разработанной методике; 2) проведение «виртуального оперативного вмешательства» и планирование «виртуального зубного протезирования», при необходимости – с использованием дентальных имплантатов; 3) обязательное изготовление стереолитографических моделей и операционных шаблонов, по-

зиционером, используя методику прототипирования, для достижения максимальной точности выполнения всех этапов комплексного лечения, уменьшения времени аноксии васкуляризированного костного лоскута, улучшения результатов оперативного вмешательства и всего комплексного лечения и реабилитации больного. В последние годы при выполнении костно-пластических и реконструктивных оперативных вмешательств в челюстно-лицевой области все активнее обсуждается необходимость использования методик быстрого прототипирования, обеспечивающих максимальную точность моделирования костного трансплантата и его позиционирования в реципиентной зоне относительно культи нижней челюсти, уменьшение срока проведения операции. Однако, по нашему мнению, для достижения максимальной прецизионности, более высокого уровня соответствия топографо-анатомических данных, результатов компьютерного томографического исследования костных структур и проведенных виртуальных расчетов с интраоперационной картиной, целесообразно дополнительное применение навигационной аппаратуры. Совмещение в базе аппарата полученных при перечисленных выше исследованиях параметров костных структур челюстей и предполагаемых для использования трансплантатов позволит не только повысить точность моделирования трансплантата, его позиционирования относительно культи нижней челюсти, но и соотнести расположение альвеолярной части челюсти с осями верхней челюсти. Этот шаг, в свою очередь, повысит точность зубного протезирования, а следовательно, и улучшит качество функциональной реабилитации больных с дефектами нижней челюсти. К сожалению, нам не встретились работы, посвященные данному аспекту проблемы.

Цель исследования

Изучение антропометрических данных малоберцовой кости применительно к задачам, стоящим при замещении протяженных дефектов нижней челюсти и создания оптимальных условий для протезирования на основе дентальных имплантатов с использованием методики прототипирования и навигационной аппаратуры.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили препараты малоберцовой кости (32), взятые от 16 трупов людей (9 мужчин, 7 женщин), умерших от причин, не связанных с патологией костно-связочной системы. Методика изучения заключалась в использовании со-

временных анатомических приёмов, общей антропометрии, частных измерений и специальных измерений, протоколировании, зарисовке и фотографировании препаратов, математической обработке полученных данных. Длину малоберцовой кости от верхнего края головки малоберцовой кости до нижнего края наружной лодыжки производили с помощью стандартной рулетки. Ширину и толщину малоберцовой кости измеряли соответственно во фронтальной и сагиттальной плоскостях в стандартно определенных семи уровнях. После установки реперных точек в начале и в конце участка измерения делили длину малоберцовой кости на восемь равных частей. Установленным уровням (после исключения точек в начале и конце малоберцовой кости) присваивали порядковые номера от № 1 до № 7, начиная сверху и по направлению вниз. Измерения малоберцовой кости производили на целой конечности с сохраненными мягкими тканями и затем на изолированном, извлеченном препарате кости. На целой конечности морфологические измерения производили с помощью разработанного нами устройства, позволяющего производить замеры костных тканей до и после препарирования (рационализаторское предложение № 1461 от 14.09.2005 г., оформлено и принято в ГОУ ВПО СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова ФАСиСР). В клинической части работы при комплексном планировании функциональной реабилитации больных с протяженными дефектами нижней челюсти нами использовался принцип, который мы назвали «принципом планирования от конечного результата», или «принципом обратного планирования». Суть его сводится к следующему. При проведении первичного осмотра больного единой командой специалистов, состоящей из челюстно-лицевого хирурга, онколога, ортопеда-стоматолога, специалиста по лучевой диагностике (МСКТ-исследование), специалиста по методике прототипирования и навигации, осуществляется «теоретическое обсуждение» всех необходимых (а при наличии альтернатив – всех возможных) этапов оперативного лечения и ортопедической реабилитации пациента. В итоге утверждается конечный (желаемый) результат. Все планы обсуждаются с больным, согласовывается окончательный вариант. После этого предпринимаются «шаги в обратном направлении» – от конечного результата к исходному, первичному осмотру. При реальном выполнении запланированных шагов поэтапно выполняется вначале компьютерно-томографическое исследование донорской и реципиентных зон (в том числе малоберцовой кости), проведение «виртуального оперативного вмешательства» (основного этапа), а затем «виртуального протезирования». При проведении этапного лечения, предполагающего выполнение повторных оперативных вмешательств, перечисленные этапы планирования повторяются несколько раз. После проведения всех этапов планирования реализуется интраоперационный этап. Для максимально точного соответствия индивидуальных топографо-анатомических параметров костных структур конкретного больного (в том числе и антропометрические данные донорских костей, например малоберцовой) «загружают» в базу данных навигационной установки.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении топографо-анатомического исследования во всех на-

блюдениях длина малоберцовой кости составила от 29,0 до 48 см (средняя $M = 35,98 \pm 0,2$; справа $M = 36,07 \pm 0,2$; слева $M = 35,82 \pm 0,2$). При формировании трансплантата для костной пластики необходимо оставлять каудальный и краниальный концы малоберцовой кости в области суставов до 8,0 см. С учётом этого максимальная длина возможного для забора костного трансплантата из малоберцовой кости (без учёта длины каудального и краниального сегментов) варьировала от 21,4 до 36,0 см (средняя $M = 27,0 \pm 0,2$ см). Ширина малоберцовой кости (измерение во фронтальной плоскости) на середине её длины составила $M = 11,0 \pm 0,2$ мм; толщина (измерение в сагиттальной плоскости) $M = 11,5 \pm 0,2$ мм. На семи стандартных уровнях данные средних значений ширины малоберцовой кости менялись незначительно от 1,05 до 1,30 см. В средней трети МБК была выявлена выраженная прямая корреляционная зависимость между длиной и шириной (поперечными размерами во фронтальной плоскости). На уровнях середины МБК коэффициент корреляции был равен 0,56–0,71. В верхнем и нижнем концах кости связь была недостоверной. Таким образом, между длиной и шириной МБК на уровне середины диафиза кости выявлена прямая, сильно выраженная связь (коэффициент корреляции до 0,71). В пределах средней трети кости, выше и ниже её середины, выраженность этой зависимости уменьшается, но остается достаточно большой (коэффициент корреляции 0,56). В пределах верхней и нижней третей МБК зависимость недостоверная (коэффициент корреляции равен 0,25 и меньше). На семи стандартных уровнях толщина малоберцовой кости изменялась незначительно (от 1,1 до 1,3 см). Между длиной и толщиной МБК (поперечные измерения в сагиттальной плоскости) имеется обратная корреляционная зависимость. Эта связь выражена неодинаково на разных уровнях кости. Так, обратная зависимость с умеренным значением коэффициента корреляции наблюдалась на уровне диафиза и нижнего сегмента кости (коэффициент корреляции равен минус 0,29–0,41). В области верхнего сегмента коэффициент корреляции был положительным (0,3). Это свидетельствует о наличии умеренно выраженной равномерной обратной зависимости между линейными и поперечными размерами МБК на протяжении всей длины диафиза кости и её нижнего эпифиза (коэффициент корреляции минус 0,29–0,41). У верхнего сегмента кости имелась умеренно выра-

женная прямая зависимость (коэффициент корреляции 0,3). Таким образом, при проведении топографо-анатомических исследований установлено, что:

1. Длина малоберцовой кости варьировала от 29,0 до 48,0 см (в среднем $M = 36,0 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см}$, справа $M = 36,07 \pm 0,2$; слева $M = 35,82 \pm 0,2$). Длина участка малоберцовой кости, возможного для формирования трансплантата, без учёта длины верхнего и нижнего сегментов, составила 21,4–36,0 см (в среднем $M = 27,0 \pm 0,2 \text{ см}$).

2. Ширина (измерения во фронтальной плоскости) малоберцовой кости варьировала на 7 стандартных уровнях от 1,05 до $1,30 \pm 0,20 \text{ см}$. Наибольшие величины (1,2 и 1,3 см) были на верхнем и нижнем уровнях измерений. Наименьшие величины наблюдались на середине диафиза (1,10 и 1,05 см). Средняя величина ширины (измерения во фронтальной плоскости) была относительно равномерной на всем протяжении диафиза малоберцовой кости и составила 1,10 см.

3. Толщина (измерения в сагиттальной плоскости) малоберцовой кости варьировала от 1,1 до $1,3 \pm 0,2 \text{ см}$. Наибольшие величины были на верхнем и нижнем уровнях измерений (1,2 и 1,3 см). Наименьшие величины отмечены на середине диафиза (1,1 см). Средняя толщина составила $1,1 \pm 0,2 \text{ см}$. На всем протяжении диафиза малоберцовой кости толщина была относительно равномерной.

4. Между длиной и шириной малоберцовой кости (поперечными измерениями во фронтальной плоскости) существует сильная прямая зависимость, более выраженная в средней трети кости, по мере удаления от середины эта связь значительно уменьшается к зонам прикрепления кости в области суставов.

5. При выборе малоберцовой кости для трансплантации следует учитывать, что толщина (размеры в передне-заднем направлении в сагиттальной плоскости) наиболее стабильна, а ее ширина (фронтальная плоскость) наиболее вариабельна и непостоянна.

Результаты, приведённые в последнем пункте, следует учитывать при фиксации трансплантата из малоберцовой кости в области дефекта нижней челюсти. Так, передний край малоберцовой кости, как наиболее прочный и стабильный по размерам, целесообразно располагать по верхнему краю. При этом контрфорсы (линии прочности), ориентированные на нижней челюсти от корней зубов кзади и книзу, будут проходить от переднего края транс-

плантата также сверху вниз. Таким образом, оптимальным следует признать ориентирование переднего края малоберцовой кости кверху. При этом сагиттальная плоскость на малоберцовой кости измерения транслоцируется в вертикальную. Полученные результаты измерений средних величин ширины и толщины МБК, а также относительную равномерность измерений на всем протяжении диафиза малоберцовой кости позволяют констатировать, что указанные размеры достаточны для введения в трансплантат малоберцовой кости зубных имплантатов соответствующей длины и диаметра. Полученные топографо-анатомические данные целесообразно использовать применительно к методикам прототипирования с целью изготовления стереолитографических моделей и операционных шаблонов костных структур челюстей, а также костей, используемых в качестве донорских для формирования ревааскуляризованных и аваскулярных костных трансплантатов при устранении протяженных дефектов челюстей. Кроме того, точные параметры используемых для пластики донорских костей возможно «загружать» в базу данных навигационной установки. Знание антропометрических данных донорских костей позволяет оптимизировать планирование реабилитации больных с протяженными костными дефектами нижней челюсти. Применение методики прототипирования при планировании оперативного вмешательства и ортопедической реабилитации, а также использование навигационной аппаратуры интраоперационно обеспечивает прецизионную точность выполнения реконструкции костных структур и уменьшает время проведения оперативного вмешательства, что улучшает качество лечения больных.

Выводы

1. Малоберцовый трансплантат оптимально располагать в дефекте нижней челюсти передним краем вверх, что наиболее рационально для сохранения распределения линий прочности (контрфорсов).

2. Малоберцовый трансплантат целесообразно использовать для устранения протяженных дефектов нижней челюсти, включая тотальные (протяженностью до 27,0 см).

3. Для введения зубных имплантатов с целью дальнейшего рационального зубного протезирования с опорой на них, включая максимальные параметры последних (длина 11,0 мм, диаметр 4,5 мм), пригодна малоберцовая кость.

4. При замещении протяженных дефектов нижней челюсти и создания оптимальных условий для протезирования на основе дентальных имплантатов целесообразно использование методики прототипирования и навигационной аппаратуры.

Список литературы

1. Себякин Ю.В. Топографо-анатомическое обоснование хирургического лечения диафизарных переломов голени: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2008. – 24 с.
2. Швальб П.Г., Калинин Р.Е., Шанаев И.Н., Пучкова Г.А., Сучков И.А. Топографоанатомические особенности

перфорантных вен голени // Флебология. – 2015. – № 2. – С. 18–24.

3. Калакуцкий Н.В. Костная пластика нижней челюсти васкуляризованными аутооттрансплантатами: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 58 с.

4. Герасимов А.С. Планирование реконструктивных операций при протяженных дефектах нижней челюсти с использованием современных технологий: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2011. – 161 с.

5. Приходько В.И. Использование современных технологий в комплексной реабилитации больных после замещения протяженных дефектов нижней челюсти васкуляризованными костными аутооттрансплантатами: дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2014. – 192 с.