

ПРИКЛАДНАЯ АНАТОМИЯ КАНАЛА НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

© Григорьянц А.Г., Хатыпова А.Э., Макалиш Т.П., Кутя С.А.

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского (КФУ им. В.И. Вернадского)

Россия, 295051, Республика Крым, г. Симферополь, бул. Ленина, д. 5/7

Канал нижней челюсти (canalis mandibulae) проходит в толще нижней челюсти от отверстия нижней челюсти (foramen mandibulae) до подбородочного отверстия (foramen mentale). Знание его топографии и взаимоотношения с верхушками корней зубов имеет важное практическое значение для предотвращения ятрогенных повреждений нижнего альвеолярного сосудисто-нервного пучка при эндодонтическом и ортодонтическом лечении и при целом ряде хирургических манипуляций, таких как экстракция, резекция верхушек корней зубов, цистэктомия, удаление внутрикостных новообразований, а также во время проводниковой анестезии. Целью данной работы является обобщение информации о вариантах строения и топографии нижнечелюстного канала. В статье рассмотрены варианты строения, хода, топографии канала нижней челюсти, в том числе и при адентии, выявленные на основании различных методов исследования. Помимо использования натуральных препаратов (распилы нижних челюстей) для изучения топографии нижнечелюстного канала широко применяются современные лучевые методы исследования, такие как рентгенография, компьютерная томография и конусно-лучевая компьютерная томография. Канал нижней челюсти характеризуется значительной вариабельностью хода и сложными взаимоотношениями с окружающими структурами. Наиболее частой вариацией строения канала является его раздвоение, которое связано с особенностями эмбрионального развития и имеет большое клиническое значение. На сегодняшний день существует несколько классификаций вариантов его строения, которые можно использовать в клинической практике. Дальнейшее накопление и систематизация данных о его анатомо-топографических особенностях имеют важное значение для диагностики и осуществления лечебных манипуляций в этой области.

Ключевые слова: канал нижней челюсти; нижний альвеолярный нерв; эндодонтия; вариантная анатомия; раздвоенный нижнечелюстной канал.

Григорьянц Александра Гаевна – студентка института «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь. ORCID iD: 0000-0001-8633-9483. E-mail: agrigoryantss@gmail.com

Хатыпова Асия Энверовна – студентка института «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь. ORCID iD: 0000-0002-2574-8213. E-mail: hatypovaasya947@gmail.com

Макалиш Татьяна Павловна – канд. биол. наук, доцент кафедры анатомии человека, «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь. ORCID iD: 0000-0003-1884-2620. E-mail: makalisht@mail.ru (автор, ответственный за переписку).

Кутя Сергей Анатольевич – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой нормальной анатомии института «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского», КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь. ORCID iD: 0000-0002-1145-4644. E-mail: sergei_kutya@mail.ru

Канал нижней челюсти (canalis mandibulae – в соответствии с Terminologia anatomica (TA) (код A02.1.15.030)) представляет собой внутрикостный ход, простирающийся от отверстия нижней челюсти (foramen mandibulae – TA код A02.1.15.028) до подбородочного отверстия (foramen mentale – TA код A02.1.15.007), который содержит в себе нижний альвеолярный сосудисто-нервный пучок, за счет которого осуществляются кровоснабжение и иннервация нижних зубов, их периодонта и парадонта. В неанатомической литературе распространены также иные наименования первых двух упомянутых образований – нижнечелюстной канал и нижнечелюстное отверстие соответственно.

Особый интерес для практикующих стоматологов представляет знание анатомии и топографии канала нижней челюсти, его взаимоотношений с корнями зубов. Это позволяет повысить безопасность манипуляций в ходе эндодонтического и ортодонтического лечения: при экстракции зубов, резекции верхушек корней

зубов, удалении внутрикостных новообразований и кист. Также предотвратить повреждение сосудов и нервов при ряде хирургических вмешательств и во время проводниковой анестезии. Для планирования и проведения дентальной имплантации и реконструктивных операций на нижней челюсти важно учитывать, что после утраты зуба расположение канала внутри кости может несколько измениться [1].

Целью обзора являются систематизация и обобщение данных об особенностях строения и топографии канала нижней челюсти.

Материалом для обзора послужили научные публикации из баз eLIBRARY.ru, PubMed, Web of Science, Scopus.

Топографоанатомические особенности нижнечелюстного канала были предметом многих исследований, проводившихся как с использованием натуральных препаратов (распилы нижних челюстей), так и рентгенографии, компьютерной томографии и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) [2-12].

Исследования Сирак С.В. и Копыловой И.А. [2] показали, что существует несколько вариантов расположения канала в теле нижней челюсти. Типичным считается его S-образный ход в теле кости. При этом от основного магистрального канала могут отходить слепые ответвления, преимущественно в ретромолярной области, а также могут иметься дополнительные, идущие параллельно основному, более узкие слепо заканчивающиеся каналы. Их число может составлять от 2 до 4. Основной канал начинается от *foramen mandibulae*, и вначале идет близко к язычной поверхности кости, вдоль кортикальной пластинки между альвеолярной дугой и телом нижней челюсти, достигая уровня первого или второго моляра, после чего отклоняется вниз и латерально на 25-30°. Дойдя таким образом до первого или второго премоляров канал поворачивает снова и открывается подбородочным отверстием. Второй изгиб при этом имеет различную степень выраженности, от 90° и круче до отсутствия четко выраженного угла поворота [1, 5-7]. Диаметр канала составляет от 1,27 до 2,2 мм. Длина канала составляет в среднем от 4,97 мм до 16,9 мм [1].

При изучении вариантов хода канала при помощи КЛКТ было выявлено, что существует три основных варианта его прохождения: прямой канал, канал в виде «клюшки» и канал в виде провисающей петли. В вертикальной плоскости прямой канал встречался чаще справа (30,7%), чем слева (15,8%). Частоты прохождения канала в виде «клюшки» и провисающей петли различий по сторонам не имели и наблюдались суммарно в 37,1% и 39,6% случаев соответственно [3].

Выделяют различные типы положения канала по отношению к компактной костной ткани с язычной и вестибулярной стороны. В горизонтальной плоскости язычный тип выявлялся чаще на уровне нижних моляров, чем вторых премоляров. Щечный тип, напротив, встречался чаще на уровне вторых премоляров. Максимальная толщина компактной костной ткани с язычной стороны выявлена на уровне второго премоляра (3,3 мм), со стороны преддверия полости рта — на уровне второго моляра (5,5 мм). Канал был более удален от основания тела нижней челюсти на уровне третьего моляра и второго премоляра, чем на уровне второго и первого моляров. Чаще встречались случаи смещения канала к язычной стороне (74,6%), реже канал располагался центрально (7,6%) [3].

У некоторых пациентов (по данным Naas L.F. et al. [1] у 16% пациентов) обнаруживается раздвоенный канал нижней челюсти. Раздвоение канала тесно связано с эмбриогенезом нижней челюсти. Скелет первой жаберной дуги (нижне-

челюстной) формируется из Меккелева хряща. Тело парной закладки нижней челюсти развивается из центров окостенения, расположенных латеральнее Меккелева хряща. Предполагается, что нижний альвеолярный нерв играет важную роль в индукции остеогенеза. По данным исследования Chavez-Lomeli M.E. et al. [13], проведенного на 302 челюстях плодов второй половины внутриутробного периода, сначала канал появляется в области молочных резцов, затем в области молочных моляров и, наконец, в области постоянных моляров. Авторы пришли к выводу, что *canalis mandibulae* развивается как минимум из трех независимых каналов. Дальнейшее развитие обычно приводит к их слиянию, но нарушение данного процесса может привести к образованию двойного или тройного нижнечелюстного канала [14, 15].

Дополнительные каналы могут содержать только кровеносные сосуды или только нервы, или же полноценные сосудисто-нервные пучки. Они представляют собой ответвления нижнего альвеолярного нерва и сосудов и снабжают слизистую полости рта и десны в области нижних премоляров и моляров [16].

Одной из вариаций канала нижней челюсти является его раздвоение.

Различные типы раздвоенного канала описаны и классифицированы в соответствии с анатомическим расположением и на основе панорамных рентгенограмм или КЛКТ. Наиболее популярные и используемые из них классификации Langlais R.P. et al. (1985) и Naitoh M. et al. (2009) [15]. В соответствии с первой из них различают четыре типа [17]: к типу I относятся случаи одно- или двусторонней бифуркации канала, достигающего области третьего моляра. Тип II характеризуется одно- или двусторонней бифуркацией, проходит вдоль основного канала и затем сливается с ним в пределах ветви или тела нижней челюсти. Тип III представляет собой комбинацию первых двух типов, а тип IV состоит из двух каналов, начинающихся от двух отдельных *foramen mandibulae* и сливающихся впоследствии в единый широкий канал.

Miličević A. et al. [15] на основании собственных исследований дополнили данную классификацию еще двумя типами. Тип V представляет собой одностороннее или двустороннее разветвление, в результате которого образуется дополнительный канал. Оба параллельных канала начинаются общим нижнечелюстным отверстием и заканчиваются двумя отдельными подбородочными отверстиями. Тип VI представлен слепым ответвлением от основного канала, которое заканчивается в углу нижней челюсти.

По классификации Naitoh M. et al. [18] выделяют четыре типа добавочных каналов: перед-

ний канал, щечно-язычный канал, дентальный канал и ретромолярный канал. Передний канал начинается от верхнего контура канала нижней челюсти на уровне ее угла, на небольшом протяжении направляется вперед практически параллельно основному каналу, после чего сливается с ним. Щечно-язычный канал отходит от щечной или язычной стенки нижнечелюстного канала. Дентальный канал от места своего отхождения направляется вверх и вперед, располагаясь параллельно основному каналу, затем на уровне мезиального корня второго моляра поднимается вверх. Ретромолярный канал начинается от верхней стенки нижнечелюстного канала на уровне второго моляра и направляется вперед, образует петлю, меняя направление, после чего идет вверх и назад, заканчиваясь отверстием в ретромолярной области. Kang J.H. et al. [19] выявили следующие значения средней длины раздвоенного канала нижней челюсти: 14,03 мм в случае переднего канала, 16,03 мм – вестибуло-язычного, 8,71 мм – зубного и 16,20 мм – ретромолярного. Однако по данным других исследователей, статистической разницы между длинами различных типов каналов не выявлено. При этом одиночный канал всегда достоверно длиннее, чем добавочный [1]. Согласно Кабак С.Л. и Журавлевой Н.В. чаще всего встречаются ретромолярный (52,5-71,3%) и передний (18,8-44,3%) типы бифуркации канала, щечно-язычный и дентальный типы выявляются в 0,5-8,3% случаев [5].

Большое количество исследований посвящено сравнительной характеристике эффективности различных методов диагностики добавочных каналов. Исследования и визуализация нижнечелюстного канала наиболее часто проводятся с использованием радиографии, панорамной радиографии, реже с помощью компьютерной томографии (КТ, в том числе 3D КТ) и еще реже с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ). Последний метод, однако, незаменим при изучении сосудисто-нервного пучка, т.к. только МРТ позволяет визуализировать эти структуры в достаточном для диагностики качестве. Частота встречаемости раздвоенного канала при использовании МРТ была 58,4-97,6% случаев [20]. Выявление раздвоенного нижнечелюстного канала при панорамном рентгенографическом исследовании (ПРИ) происходит с частотой от 0,08 до 8,3%, при КЛКТ от 10 до 65%. Это может быть связано с тем, что КЛКТ дает трехмерные тонкие срезы, которые позволяют идентифицировать раздвоенный канал, в то время как ПРИ обеспечивает только двухмерные и одноплоскостные томографические изображения, которые позволяют обнаруживать данную анатомическую особенность значительно

реже. Кроме того, визуализация на основе ПРИ может привести к путанице в идентификации челюстно-подъязычной борозды или челюстно-подъязычного нерва вместо дополнительного канала. Канал можно обнаружить на КТ или КЛКТ-изображении путем идентификации самих кортикальных структур кости или отсутствия губчатого вещества кости в соответствующем месте на нижней челюсти [20].

При сравнении методов КТ и МРТ выяснилось, что их точность вполне сравнима между собой и выбор метода исследования зависит от целей, поставленных врачом [21].

Популярным подходом является маркировка канала поперечными срезами с использованием программного обеспечения для 3D-визуализации. Маркировка очень трудоемка и занимает много времени, поэтому существует потребность в автоматизированной или полуавтоматической системе или инструменте для сегментации нижнечелюстного канала, чтобы уменьшить нагрузку на рентгенологов. Наиболее успешным классом методов автоматизированной сегментации нижнечелюстных каналов были модели, описанные Kainmueller D. et al. [22], Abdolali F. et al. [23] и Moris B. et al. [24]. Wallner J. et al. [25] использовали метод автоматической обработки изображений, основанный на глубоком обучении нейронных сетей, что получило довольно широкий отклик среди других исследователей [26–28]. Методы МРТ нижней челюсти продолжают улучшаться и оптимизироваться с целью облегчения работы рентгенологов и автоматизации анализа полученного изображения [29–31].

Следует отметить, что с развитием аппаратных методов визуализации, применяемых в стоматологии, частота встречаемости раздвоенного нижнечелюстного канала существенно возросла. Некоторые авторы склонны считать это не столько патологией, сколько вариантом развития нижнечелюстного канала [32].

При визуализации нижнечелюстного канала необходимо проводить дифференциацию обнаруженных ответвлений от синусового тракта, возникающего при гнойных воспалительных заболеваниях пародонта, и проводника зуба – хода, содержащего фиброзную ткань, следующего от фолликула непрорезавшегося зуба до места прорезывания в альвеолярном гребне [4].

Наличие раздвоенного канала нижней челюсти никак себя не проявляет клинически, но может приводить к следующим осложнениям при хирургических вмешательствах (удалении зуба, имплантации, заборе костной ткани): обильное кровотечение, затруднения при обезболивании, парестезия, травматическая неврома, дегенерация внутрикостных нервов, пери-

невральное распространение опухоли [14, 33-37].

Стенки нижнечелюстного канала, отделяющие его от губчатой кости нижней челюсти, представляют собой компактное костное вещество. На протяжении постнатального онтогенеза их толщина существенно не меняется, также отсутствуют статистически достоверные отличия по половому признаку. Во всей челюсти соотношение компактного и губчатого вещества составляет в среднем 1:5. При этом в случае отсутствия зубов вещество кости существенно уплотняется, и данное соотношение изменяется до 1:2 у мужчин и 1:1 у женщин [6-8].

Интересно, что на различных участках канала одна или несколько стенок из компактного костного вещества может полностью или частично отсутствовать. В связи с этим выделяют несколько типов каналов:

- канал, имеющий все стенки из компактного вещества;
- канал, в котором одна из стенок представлена кортикальной пластинкой (чаще язычной) нижней челюсти;
- канал с отсутствием альвеолярной стенки;
- канал с отсутствием любых двух или более стенок;
- канал со стенками из губчатого вещества челюсти (без собственных стенок).

Знание индивидуального строения стенок нижнечелюстного канала крайне важно при пломбировании премоляров и моляров нижней челюсти, а также их удалении, поскольку позволяет избежать травмирования сосудисто-нервного пучка при этих операциях, особенно в случае отсутствия альвеолярной стенки [6-8].

Определенный практический интерес представляет информация о взаимоотношениях канала с верхушками корней зубов.

Так, исследованиями Журавлевой Н.В. [3] КЛКТ-сканов показано, что верхняя стенка канала располагается на расстоянии 3,8 (2,7-5,2) мм от верхушек корней зубов. У женщин верхушки корней изученных зубов, за исключением дистального корня третьего моляра, находятся ближе к верхней стенке канала, чем у мужчин. В рассматриваемой выборке у 63,7% обследованных пациентов было установлено наличие контакта корней зубов со стенкой нижнечелюстного канала. При изучении числа одновременных контактов корней зубов с каналом выяснилось:

- 46 каналов контактировали с одним зубом;
- 49 каналов – с двумя зубами;
- 11 каналов – с тремя зубами;
- 3 канала – с четырьмя зубами.

С каналом нижней челюсти контактировали корни:

- 19 вторых премоляров (9,3% от количества зубов данной группы);
- 30 первых моляров (14,7%);
- 69 вторых моляров (33,8%);
- 71 третий моляр (50%).

При изучении классов расположения канала нижней челюсти относительно верхушек корней зубов было установлено, что на уровне всех зубов канал чаще всего располагался апикально (65,1% случаев). На уровне второго и третьего моляров канал был расположен чаще вестибулярно (39,5% и 53,4%), чем язычно (4,7% и 7,9%). Наблюдались единичные случаи расположения канала между корнями зубов [3].

Расстояние от верхушек корней зубов до стенки нижнечелюстного канала также варьируется. На основании этого показателя можно выделить три варианта канала: высокое, среднее и нижнее. Для отнесения канала к той или иной группе следует ориентироваться на расстояния от кортикальных пластинок нижней челюсти до альвеолярной, язычной и нижней стенок нижнечелюстного канала [8].

Знание данного показателя у пациента крайне существенно для профилактики повреждения нижнечелюстного нерва при пломбировании корневых каналов зубов или их эндодонтическом лечении, особенно первого и второго моляров, так как по статистике при лечении именно этих зубов возникают подобные осложнения. Следует учитывать, что у женщин расстояние от альвеолярной стенки канала до верхушек корней зубов в 2-2,5 раза меньше, чем у мужчин, а значит, попадание пломбировочного материала в нижнечелюстной канал еще более вероятно [7, 8].

Для планирования грамотной хирургической и ортопедической помощи больным с полной адентией необходимо знать особенности строения нижнечелюстного канала на беззубых челюстях.

Пространственное расположение канала относительно плоскостей остается неизменным. При этом, как уже было сказано, увеличивается плотность кости за счет увеличения количества компактного костного вещества, и несколько сокращаются расстояния от стенок канала до кортикальных пластинок, альвеолярного отростка и основания челюсти. При этом наиболее существенное уплотнение и атрофия костной ткани происходят именно со стороны альвеолярного отростка, делая расположение канала крайне высоким. Изменения расстояния между остальными стенками несущественно и находится в пределах 0,5-1 мм [13].

Канал нижней челюсти характеризуется значительной вариабельностью хода и сложны-

ми взаимоотношениями с окружающими структурами. Дальнейшее накопление и систематизация данных о его анатомо-топографических особенностях имеют важное значение для диагностики и осуществления лечебных манипуляций в этой области.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Haas L.F., Dutra K., Porporatti A.L., Mezzomo L.A., De Luca Canto G., Flores-Mir C., Corrêa M. Anatomical variations of mandibular canal detected by panoramic radiography and CT: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2016;45(2):20150310. DOI: 10.1259/dmfr.20150310.
2. Сирак С.В., Копылова И.А. Анатомия и топография нижнечелюстного канала. *Вестник Смоленской медицинской академии.* 2010;9(2):126–127 [Sirak S.V., Kopylova I.A. Anatomy and topography of the low jaw canal. *Vestnik Smolenskoy meditsinskoy akademii.* 2010;9(2):126–127 (in Russ.)]. EDN: OJDNAF.
3. Журавлева Н.В., Кабак С.Л., Мельниченко Ю.М., Саврасова Н.А. Топография канала нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Современная стоматология.* 2018;3(72):52–57 [Zhuravleva N.V., Kabak S.L., Melnichenko Yu.M., Savrasova N.A. Topography of the mandibular canal according to cone beam computed tomography. *Sovremennaya stomatologiya.* 2018;3(72):52–57 (in Russ.)]. EDN: YLFYRF.
4. Кабак С.Л., Журавлева Н.В. Морфогенез нижней челюсти у зародышей человека. *Стоматологический журнал.* 2018;19(4):279–282 [Kabak S.L., Zhuravleva N.V. Morphogenesis of mandible in human embryos. *Stomatologicheskii zhurnal.* 2018;19(4):279–282 (in Russ.)]. EDN: JPNTBJ.
5. Кабак С.Л., Мельниченко Ю.М., Саврасова Н.А., Журавлёва Н.В. Раздвоенный канал нижней челюсти. *Стоматология.* 2018;97(1):63–66 [Kabak S.L., Melnichenko Yu.M., Savrasova N.A., Zhuravleva N.V. Bifid mandibular canal. *Stomatologiya.* 2018;97(1):63–66 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/stomat201897163-66. EDN: YPCDQF.
6. Коробкеев А.А., Сирак С.В., Копылова И.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2010;(1):17–21 [Korobkeyev A.A., Sirak S.V., Kopylova I.A. Study of the anatomico-topographical structure of the mandible for endodontic and implantology treatment. *Medical news of North Caucasus.* 2010;(1):17–21 (in Russ.)]. EDN: MWOASX.
7. Коробкеев А.А., Сирак С.В., Михайленко А.А. Особенности анатомо-топографического строения нижней челюсти как одного из факторов риска выведения пломбировочного материала в нижнечелюстной канал. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2008;(1):46–48 [Korobkeyev A.A., Sirak S.V., Mihailenko A.A. Features of the anatomotopographical structure of the mandible as one of the risk factors of injection of root canal filling material into the mandibular canal. *Medical news of North Caucasus.* 2008;(1):46–48 (in Russ.)]. EDN: MWNVPB.
8. Сирак С.В., Копылова И.А. Планирование эндодонтического и имплантологического лечения на основании анатомо-топографических особенностей строения нижней челюсти. *Вестник Смоленской медицинской академии.* 2010;9(2):129–131 [Sirak S.V., Kopylova I.A. Planning of endodontic and implantologic treatment on the basis of anatomic and topographic features of the low jaw bone. *Vestnik Smolenskoy meditsinskoy akademii.* 2010;9(2):129–131 (in Russ.)]. EDN: OJDNAZ.
9. Сирак С.В., Коробкеев А.А., Шаповалова И.А., Михайленко А.А. Оценка риска осложнений эндодонтических манипуляций на основе показателей анатомо-топографического строения нижней челюсти. *Эндодонтия today.* 2008;(2):55–60 [Sirak S.V., Korobkeyev A.A., Shapovalova I.A., Mihailenko A.A. Features of the anatomotopographical structure of the mandibular as one of the risk factors of injection of the root siller material in to the infraalveolar channel. *Endodontiya today.* 2008;(2):55–60 (in Russ.)]. EDN: JTOJYT.
10. Чибисова М.А., Госьков И.А., Фадеев Р.А., Андреищев А.Р., Соловьев М.М., Махлин И.А. Особенности топографии нижнечелюстного канала по данным дентальной компьютерной томографии. *Институт стоматологии.* 2008;4(41):102–104 [Chibisova M.A., Gos'kov I.A., Fadeev R.A., Andreishchev A.R., Solov'ev M.M., Mahlin I.A. Features of topography of mandibular canal by dental computed tomography. *Institut stomatologii.* 2008;4(41):102–104 (in Russ.)]. EDN: MBXDHN.
11. Байбаков С.Е., Бахарева Н.С., Дорогань В.В., Дорогань В.В. Особенности строения канала нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2021;6-2(108):98–102 [Baybakov S.E., Bakhareva N.S., Dorogan V.V., Dorogan V.V. A study of gender differences in morphometric parameters of the lower jaw (according to cone-beam computed tomography). *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal.* 2021;6-2(108):98–102 (in Russ.)]. DOI: 10.23670/IRJ.2021.108.6.052. EDN: FFNLHW.
12. Разумова С.Н., Браго А.С., Манвелян А.С., Хуайжи А., Баракат Х., Байкулова М.Д., Воловиков О.И., и др. Оценка длины моляров нижней челюсти и расстояния от верхушек моляров до важных анатомических образований по данным конуснолучевой компьютерной томографии в различных возрастных группах. *Медицинский алфавит.* 2018;34(371):54–56 [Razumova S.N., Brago A.S., Manvelyan A.S., Khuayzhi A., Barakat

- Kh., Baykulova M.D., Volovikov O.I., et al. Assessment of mandible molars' length and distance from tops of molars to important anatomical structures according to cone-beam computed tomography data in various age groups. *Meditsinskiy alfavit*. 2018;371(34):54–56 (in Russ.). EDN: YXXUZN.
13. Chávez-Lomeli M.E., Mansilla Lory J., Pompa J.A., Kjaer I. The human mandibular canal arises from three separate canals innervating different tooth groups. *J Dent Res*. 1996;75(8):1540–1544. DOI: 10.1177/00220345960750080401.
 14. von Arx T., Bornstein M.M. The bifid mandibular canal in three-dimensional radiography: morphologic and quantitative characteristics. *Swiss Dent J*. 2021;131(1):10–28.
 15. Miličević A., Salarić I., Đanić P., Miličević H., Macan K., Orihovac Ž., Zajc I., Brajdić D., et al. Anatomical Variations of the Bifid Mandibular Canal on Panoramic Radiographs in Citizens from Zagreb, Croatia. *Acta Stomatol Croat*. 2021;55(3):248–255. DOI: 10.15644/asc55/3/2.
 16. Kadera H., Hashimoto I. A case of mandibular retromolar canal: elements of nerves and arteries in this canal. *Kaibogaku Zasshi*. 1995;70(1):23–30 (in Jap.).
 17. Langlais R.P., Broadus R., Glass B.J. Bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc*. 1985;110(6):923–926. DOI: 10.14219/jada.archive.1985.0033.
 18. Naitoh M., Hiraiwa Y., Aimiya H., Arijii E. Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(1):155–159.
 19. Kang J.H., Lee K.S., Oh M.G., Choi H.Y., Lee S.R., Oh S.H., Choi Y.J., Kim G.T., Choi Y.S., et al. The incidence and configuration of the bifid mandibular canal in Koreans by using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent*. 2014;44(1):53–60. DOI: 10.5624/isd.2014.44.1.53.
 20. Wamasing P., Deepho C., Watanabe H., Hayashi Y., Sakamoto J., Kurabayashi T. Imaging the bifid mandibular canal using high resolution MRI. *Dentomaxillofac Radiol*. 2019;48(3):20180305. DOI: 10.1259/dmfr.20180305.
 21. Deepho C., Watanabe H., Kotaki S., Sakamoto J., Sumi Y., Kurabayashi T. Utility of fusion volumetric images from computed tomography and magnetic resonance imaging for localizing the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46(3):20160383. DOI: 10.1259/dmfr.20160383.
 22. Kainmueller D., Lamecker H., Seim H., Zinser M., Zachow S. Automatic extraction of mandibular nerve and bone from cone-beam CT data. *Med Image Comput Comput Assist Interv*. 2009;12(Pt 2):76–83. DOI: 10.1007/978-3-642-04271-3_10.
 23. Abdolali F., Zoroofi R.A., Abdolali M., Yokota F., Otake Y., Sato Y. Automatic segmentation of mandibular canal in cone beam CT images using conditional statistical shape model and fast marching. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2017;12(4):581–593. DOI: 10.1007/s11548-016-1484-2.
 24. Moris B., Claesen L., Sun Y., Politis, C. Automated tracking of the mandibular canal in CBCT images using matching and multiple hypotheses methods. *Fourth International Conference on Communications and Electronics*. 2012;327–332. DOI: 10.1109/CCE.2012.6315922.
 25. Wallner J., Hochegger K., Chen X., Mischak I., Reinbacher K., Pau M., Zrnc T., Schwenzer-Zimmerer K., et al. Clinical evaluation of semi-automatic open-source algorithmic software segmentation of the mandibular bone: Practical feasibility and assessment of a new course of action. *PLoS One*. 2018;13(5):e0196378. DOI: 10.1371/journal.pone.0196378.
 26. Jaskari J., Sahlsten J., Järnstedt J., Mehtonen H., Karhu K., Sundqvist O., Hietanen A., Varjonen V., et al. Deep Learning Method for Mandibular Canal Segmentation in Dental Cone Beam Computed Tomography Volumes. *Sci Rep*. 2020;10(1):5842. DOI: 10.1038/s41598-020-62321-3.
 27. Qiu B., van der Wel H., Kraeima J., Glas H.H., Guo J., Borra R.J.H., Witjes M.J.H., van Ooijen P.M.A. Automatic Segmentation of Mandible from Conventional Methods to Deep Learning-A Review. *J Pers Med*. 2021;11(7):629. DOI: 10.3390/jpm11070629.
 28. Lee A., Kim M.S., Han S.S., Park P., Lee C., Yun J.P. Deep learning neural networks to differentiate Stafne's bone cavity from pathological radiolucent lesions of the mandible in heterogeneous panoramic radiography. *PLoS One*. 2021;16(7):e0254997. DOI: 10.1371/journal.pone.0254997.
 29. Kreutner J., Hopfgartner A., Weber D., Boldt J., Rottner K., Richter E., Jakob P.M., Haddad D. High isotropic resolution magnetic resonance imaging of the mandibular canal at 1.5 T: a comparison of gradient and spin echo sequences. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46(2):20160268. DOI: 10.1259/dmfr.20160268.
 30. Deepho C., Watanabe H., Sakamoto J., Kurabayashi T. Mandibular canal visibility using a plain volumetric interpolated breath-hold examination sequence in MRI. *Dentomaxillofac Radiol*. 2018;47(1):20170245. DOI: 10.1259/dmfr.20170245.
 31. Burian E., Sollmann N., Ritschl L.M., Palla B., Maier L., Zimmer C., Probst F., Fichter A., et al. High resolution MRI for quantitative assessment of inferior alveolar nerve impairment in course of mandible fractures: an imaging feasibility study. *Sci Rep*. 2020;10(1):11566. DOI: 10.1038/s41598-020-68501-5.
 32. Dominiak M., Dominiak S., Targonska S., Gedrange T. Three-Dimensional Bone Block Planning for Mandibular Sagittal Bone Defect Reconstruction. *J Healthc Eng*. 2020;2020:8829288. DOI: 10.1155/2020/8829288.
 33. Сирак С.В., Копылова И.А. Строение нижнечелюстного канала при полной адентии. *Вестник Смоленской медицинской академии*. 2010;9(2):132–133 [Sirak S.V., Kopylova I.A. The structure of the low jaw canal in case of complete lack of teeth. *Vestnik Smolenskoy meditsinskoy akademii*. 2010;9(2):132–133 (in Russ.)]. EDN: OJDNBj.
 34. Iliescu V.I., Cismaș S.C., Truță R.I., Gherghiță O.R., Nimigean V., Nimigean V.R. Bifid mandibular canal - a case report. *Rom J Morphol Embryol*. 2021;62(2):633–636. DOI: 10.47162/RJME.62.2.34.

35. Ngeow W.C., Chai W.L. The clinical anatomy of accessory mandibular canal in dentistry. *Clin Anat.* 2020;33(8):1214–1227. DOI: 10.1002/ca.23567.
36. Okumuş Ö., Dumlu A. Prevalence of bifid mandibular canal according to gender, type and side. *J Dent Sci.* 2019;14(2):126–133. DOI: 10.1016/j.jds.2019.03.009.
37. Shah S.P., Mehta D. Mandibular Retromolar Foramen and Canal - A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Maxillofac Surg.* 2020;10(2):444–449. DOI: 10.4103/ams.ams_19_20.

Поступила в редакцию 16.09.2022

Подписана в печать 25.11.2023

Для цитирования: Григорьянц А.Г., Хатыпова А.Э., Макалиш Т.П., Кутя С.А. Прикладная анатомия канала нижней челюсти. *Человек и его здоровье.* 2023;26(3):69–75. DOI: 10.21626/vestnik/2023-3/08. EDN: NPCTGH.

APPLIED ANATOMY OF MANDIBULAR CANAL

© Grigoryants A.G., Khatypova A.E., Makalish T.P., Kutya S.A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University (V.I. Vernadsky CFU)

5/7, Lenin Av., Crimean Republic, Simferopol, 295051, Russian Federation

The mandibular canal (canalis mandibulae) runs in the thickness of the mandible from the mandibular foramen (foramen mandibulae) to the mental foramen (foramen mentale). The knowledge of its topography and relations with the dental root apices is of great practical importance for the prevention of iatrogenic injuries of the inferior alveolar neurovascular bundle during endodontic and orthodontic treatment and during a number of surgical procedures, such as extraction, resection of the apices of the roots of the teeth, cystectomy, removal of intraosseous neoplasms, as well as during conduction anesthesia. The purpose of this work is to summarize information about the variants of the structure and topography of the mandibular canal. The article considers variants of the structure, course, and topography of the mandibular canal, including in cases of adentia, revealed on the basis of various methods of research. In addition to the use of natural preparations (cuts of the lower jaws), modern radiation research methods, such as radiography, computed tomography and cone-beam computed tomography, are widely used to study the topography of the mandibular canal. The mandibular canal is characterized by significant variability in its course and complex relationships with surrounding structures. The most common variation in the structure of the canal is its bifurcation, which is associated with the peculiarities of embryonic development and is of great clinical importance. Up to date, there are several classifications of variants of its structure that can be used in clinical practice. Further accumulation and systematization of data on its anatomical and topographic features are important for the diagnosis and implementation of therapeutic manipulations in this area.

Keywords: mandibular canal; inferior alveolar nerve; endodontics; anatomical variation; bifid mandibular canal.

Grigoryants Aleksandra G. – student of Institute “Medical academy named after S.I. Georgievsky”, of V.I. Vernadsky CFU, Simferopol, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-8633-9483. E-mail: agrigoryantss@gmail.com

Khatypova Asie E. – student of Institute “Medical academy named after S.I. Georgievsky”, of V.I. Vernadsky CFU, Simferopol, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-2574-8213. E-mail: khatypovaasya947@gmail.com

Makalish Tatiana P. – Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor at the Department of Human Anatomy of Institute “Medical academy named after S.I. Georgievsky”, V.I. Vernadsky CFU, Simferopol, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-1884-2620. E-mail: makalish@mail.ru (corresponding author)

Kutya Sergey A. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Human Anatomy of Institute “Medical academy named after S.I. Georgievsky”, V.I. Vernadsky CFU, Simferopol, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-1145-4644. E-mail: sergei_kutya@mail.ru

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

Received 16.09.2022

Accepted 25.11.2023

For citation: Grigoryants A.G., Khatypova A.E., Makalish T.P., Kutya S.A. Applied anatomy of mandibular canal. *Humans and their health.* 2023;26(2):69–75. DOI: 10.21626/vestnik/2023-3/08. EDN: NPCTGH.
