Российская ринология
2024, Т. 32, №3, с. 174–180
https://doi.org/10.17116/rosrino202432031174

Russian Rhinology
2024, vol. 32, No. 3, pp. 174–180
https://doi.org/10.17116/rosrino202432031174

Морфологические особенности периоста передней стенки верхней челюсти у пациентов с одонтогенным верхнечелюстным синуситом

© Н.В. ВОЛОВ[1], А.С. ЛОПАТИН[2], Ю.В. ГРИГОРЬЕВА[3], И.В. БАЖУТОВА[3], М.И. СЕДЫХ[4]

[1]НИИ «БиоТех» ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия;
[2]ФГБУ «Поликлиника №1» Управления делами Президента РФ, Москва, Россия;
[3]ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, Россия;
[4]ООО «МедГард», Самара, Россия

Резюме

Востребованность хирургических методов лечения пациентов с патологией околоносовых пазух диктует необходимость детального изучения такой структуры, как надкостница верхнечелюстной пазухи, для которой характерны легкая травматизация и слабые регенераторные потенции, что особенно касается мукопериоста/Шнейдеровой мембраны. Отличия в функциональном аспекте надкостницы верхнечелюстной пазухи от классической надкостницы побуждают к изучению ее структурной организации.

Цель исследования. Изучить особенности строения периоста передней стенки верхней челюсти у пациентов с одонтогенным верхнечелюстным синуситом.

Материал и методы. Методом световой микроскопии с применением морфометрии изучены гистологические срезы надкостницы, полученные от мужчин в возрасте 36—60 лет. Были сформированы две группы исследования по 10 объектов в каждой. В одну группу вошел биопсионный материал, взятый с передней стенки верхнечелюстной пазухи снаружи, в другую — изнутри. Группу сравнения составил аутопсийный периост, взятый на уровне диафиза трубчатой кости (5 объектов).

Результаты. Выявлен ряд сходных и отличительных характеристик между надкостницей разных локализаций. Установлено, что все изученные отделы надкостницы имеют волокнистый слой, состоящий из пучков коллагеновых волокон. В надкостнице верхней челюсти отсутствует внутренний слой, так же как кровеносные сосуды. Наиболее выраженные различия обнаружены в периосте передней стенки верхнечелюстной пазухи со стороны слизистой оболочки. Он состоит только из одного пучка волокон, не имеет структурных связей с костью и на отдельных участках связан с помощью перпендикулярных волокон с собственной пластинкой слизистой оболочки.

Заключение. Исследование наглядно продемонстрировало вариативность в строении периоста. Отсутствие структурных связей Шнейдеровой мембраны с костью и наличие участков связи ее со слизистой оболочкой позволили усомниться в существовании структуры, которую называют «надкостницей» верхнечелюстной пазухи.

Ключевые слова: *верхняя челюсть, верхнечелюстная пазуха, надкостница, слои надкостницы, периост, Шнейдерова мембрана, мукопериост.*

Информация об авторах:

Волов Н.В. — https://orcid.org/0000-0002-2942-5665
Лопатин А.С. — https://orcid.org/0000-0002-2662-3367
Григорьева Ю.В. — https://orcid.org/0000-0002-7228-1003
Бажутова И.В. — https://orcid.org/0000-0003-3200-5538
Седых М.И. — https://orcid.org/0000-0002-0469-1094
Автор, ответственный за переписку: Григорьева Ю.В. — e-mail: histology@bk.ru

Как цитировать:

Волов Н.В., Лопатин А.С., Григорьева Ю.В., Бажутова И.В., Седых М.И. Морфологические особенности периоста передней стенки верхней челюсти у пациентов с одонтогенным верхнечелюстным синуситом. *Российская ринология*. 2024;32(3):174–180. https://doi.org/10.17116/rosrino202432031174

Morphological features of the periosteum of the maxilla's anterior wall in patients with odontogenic maxillary sinusitis

© N.V. VOLOV[1], A.S. LOPATIN[2], YU.V. GRIGORIEVA[3], I.V. BAZHUTOVA[3], M.I. SEDYKH[4]

[1]«BioTech» Research Institute, Samara State Medical University, Samara, Russia;
[2]«Polyclinic No 1» of the Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia;
[3]Samara State Medical University, Samara, Russia;
[4]OOO «MedGard», Samara, Russia

Abstract

The demand for surgical treatment methods of patients with pathology of paranasal sinuses necessitates a detailed study of such structure as the periosteum of the maxillary sinus. It is characterized by easy traumatization and weak regenerative potency, especially in the case of the mucoperiosteum/Schneiderian membrane. The differences in the functional aspect of this structure from the classical periosteum determine to study its structural organization.

Objective. To study the structural features of the periosteum of the maxilla's anterior wall in patients with odontogenic maxillary sinusitis.

Material and methods. Histological sections of the periosteum obtained from men aged 36—60 years were studied using light microscopy with the application of morphometry. Two study groups of 10 samples in each were formed. The first group included a biopsy

material taken externally from the anterior wall of the maxillary sinus, the second — from the interior. The comparison group consisted of an autopsy periosteum taken at the level of the diaphysis of the tubular bone (5 samples).

Results. A number of similar and distinctive characteristics between the periosteum of different localization has been found. It has been established that all the studied parts of the periosteum have a fibrous layer consisting of bundles of collagen fibers. The periosteum of the maxilla doesn't have an inner layer, as well as the blood vessels. The most significant differences have been found in the periosteum of the anterior wall of the maxillary sinus in the mucous membrane. It consists of only one bundle of fibers, does not have structural connections with the bone and is connected with its own lamina of the mucous membrane by means of perpendicular fibers in some areas.

Conclusion. The study clearly demonstrated variability in the structure of the periosteum. The absence of structural connections between the Schneiderian membrane and bone and the presence of areas of its connection with the mucous membrane allowed to doubt the existence of a structure which is called «periosteum» of the maxillary sinus.

Keywords: *maxilla, maxillary sinus, periosteum, periosteum layers, Schneiderian membrane, mucoperiosteum.*

Information about the authors:

Volov N.V. — https://orcid.org/0000-0002-2942-5665
Lopatin A.S. — https://orcid.org/0000-0002-2662-3367
Grigoryeva Yu.V. — https://orcid.org/0000-0002-7228-1003
Bazhutova I.V. — https://orcid.org/0000-0003-3200-5538
Sedikh M.I. — https://orcid.org/0000-0002-0469-1094
Corresponding author: Grigoryeva Yu.V. — e-mail: histology@bk.ru

To cite this article:

Volov NV, Lopatin AS, Grigorieva YuV, Bazhutova IV, Sedykh MI. Morphological features of the periosteum of the maxilla's anterior wall in patients with odontogenic maxillary sinusitis. *Russian Rhinology*. 2024;32(3):174–180. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/rosrino202432031174

Введение

Особенности строения и функционирования верхнечелюстной пазухи (ВЧП) и прилежащих к ней структур ассоциированы с развитием широкого спектра патологических процессов [1—6]. Верхняя челюсть — единственная кость организма человека, которая имеет максимальное количество связей с морфологически отличными от нее структурами. Эта кость контактирует со связками и мышцами, которые прикрыты кожей, с самой кожей и подкожно-жировой клетчаткой, которая формирует особые жировые пакеты, также прикрытые дермой с эпидермисом. Кроме того, полость верхней челюсти покрыта слизистой оболочкой, морфологическое строение которой может отличаться в зависимости от локализации. Покровный эпителий кожного типа выстилает поверхность небного отростка, формирующего твердое небо, альвеолярный отросток со стороны десны и преддверия полости рта. Респираторный мерцательный эпителий выстилает полость ВЧП, имеются даже небольшие области обонятельного эпителия, расположенные на незначительном участке у верхушки лобного отростка [7]. Во всех перечисленных видах связи верхней челюсти с окружающими ее структурами ведущая роль отведена надкостнице.

Надкостница — не просто структура, покрывающая кость и участвующая в ее регенерации. Это один из элементов «фасциальной системы», который создает особую внутреннюю среду, позволяющую всем системам организма функционировать комплексно [8]. Наиболее изученной является надкостница, или периост трубчатых костей, и ее «сородич» — эндост, но имеется удивительно мало информации о ее структурной организации в пневматизированных полостях лицевого черепа. Повышенный интерес к изучению строения надкостницы диктуется возрастающими потребностями современной медицины в разработке малоинвазивных методик лечения пациентов с заболеваниями носа, околоносовых пазух и полости рта [2—4]. Особое значение в последние годы приобретает разработка методов лечения перфораций дна ВЧП — ятрогенного осложнения, развивающегося при проведении разного рода стоматологических вмешательств на верхней челюсти: удаления, пломбирования каналов зубов, дентальной имплантации, субантральной аугментации и др., которые в 24—40% наблюдений сопровождаются развитием одонтогенного верхнечелюстного синусита [9]. Таким образом, важность этих фундаментальных аспектов имеет выраженное прикладное значение для челюстно-лицевых хирургов, стоматологов и, конечно же, оториноларингологов [10, 11].

Цель исследования — изучить особенности строения периоста передней стенки верхней челюсти у пациентов с одонтогенным верхнечелюстным синуситом.

Материал и методы

Одобрение на проведение исследования было выдано на заседании Комитета по биоэтике при Самарском государственном медицинском университете от 15 марта 2023 г., протокол №261. Все пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Для достижения поставленной цели были определены три группы исследования. Первые две группы были сформированы на основе биопсионного материала от 10 мужчин в возрасте от 36 до 60 лет, взятого с наружной и внутренней поверхностей передней стенки верх-

ней челюсти. Биологический материал был получен в ходе операций по поводу одонтогенного верхнечелюстного синусита. После инфильтрационной анестезии области передней стенки ВЧП выполняли разрез слизистой оболочки в преддверии рта на уровне 4—5-х верхних зубов по переходной складке. Жировую ткань отделяли от надкостницы, забор надкостницы выполняли костным распатором размером 6 мм строго в месте предполагаемого трепанационного отверстия, после чего троакаром перфорировали костную стенку и забирали фрагмент внутренней выстилки пазухи. Для поиска и удаления инородного тела, а также оценки степени выраженности воспалительных изменений слизистой оболочки в ходе операции проводили видеоэндоскопический контроль. Всего в ходе операций было удалено 4 отломка корня зуба, 1 имплантат и 6 элементов пломбировочного материала.

Для оценки органной специфичности строения периоста передней стенки ВЧП выполняли его сравнение с периостом трубчатой кости. Этические ограничения в получении образцов от здоровых людей не позволили набрать материал, в связи с чем в эту группу вошел аутопсийный материал. Он был получен в ходе судебно-медицинского исследования трупов 5 мужчин 2-го периода зрелости (возрастная периодизация онтогенеза человека АПН СССР Москва, 1965), без признаков поражения костной и мышечной систем, через сутки после смерти человека. Иссечение участка надкостницы выполняли на уровне диафиза большеберцовой кости. Выбор анатомической области в качестве образца для сравнения был обусловлен тем, что он полностью соответствует сложившемуся представлению о периосте и именно такое строение надкостницы представлено в Международной гистологической номенклатуре 2009 г. [12]. Выбор аутопсийного материала для сравнения имеет ряд преимуществ. Надкостница большеберцовой кости хорошо защищена от воздействия внешних факторов, ускоряющих аутолиз, а именно: перепадов температуры, влажности окружающей среды, воздействия протеолитических ферментов микроорганизмов и др. Кроме того, в ее составе преобладают пучки коллагеновых волокон, которые более устойчивы к воздействию гидролитических ферментов. В свою очередь, исследование структур, покрывающих переднюю стенку ВЧП снаружи и изнутри, имеет ограничения при исследовании тканей, взятых посмертно. Уже через 30 мин наблюдаются проявления подсыхания слизистых оболочек, а через сутки значительно выражено и разрушающее действие секрета их желез [13].

В работе были использованы методы световой микроскопии и морфометрии с последующей статистической обработкой результатов.

Полученный биологический материал фиксировали в 10% нейтральном формалине на фосфатном буфере (pH 7,4). После аппаратной проводки (Leica ASP 300, Германия) материал заливали в парафин Histomix (Bio Optica) и готовили срезы толщиной 4—6 мкм. Готовые срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Для объективизации полученных данных была выполнена морфометрия структур надкостницы с помощью программы обработки и анализа изображений ImageJ. Определение ширины надкостницы и ее составляющих проводили, руководствуясь рекомендациями Г.Г. Автандилова [14], в количестве не менее 30 измерений от всех объектов исследования в каждой группе.

Статистическая обработка включала проверку данных на соответствие нормальному распределению, при несоответствии использовали описание медианы (Me), минимальные (min) и максимальные значения (max). Для проверки статистической значимости различий между значениями показателей использовали непараметрические критерии Краскала—Уоллиса (для более чем двух независимых групп). Для наглядности результатов осуществляли построение комбинированных графиков типа «виолончель».

Результаты

Сравнительное исследование продемонстрировало явные различия в морфологическом строении надкостницы между всеми тремя группами. На этапе получения биологических образцов имелись различия в выраженности усилий, необходимых для отделения надкостницы от собственно костного вещества. При заборе материала из ВЧП ее слизистая оболочка достаточно легко отслаивалась вместе с надкостницей, в то время как препаровка надкостницы наружной поверхности передней стенки требовала от хирурга существенных усилий. Отделение надкостницы на уровне диафиза большеберцовой кости требовало еще бóльших усилий.

Строение надкостницы длинной трубчатой кости на уровне диафиза полностью соответствовало классическому представлению о ее гистоструктурной организации [13, 15]. Надкостница была представлена двумя слоями соединительной ткани: наружным и внутренним **(рис. 1)**. Средние показатели ширины надкостницы при этом были равны 1173,24±585,37 мкм (Me 890,18 мкм, min 507 мкм, max 3077,52 мкм). Наружный, или волокнистый, слой был представлен плотной соединительной тканью преимущественно с параллельной ориентацией коллагеновых волокон. Последние имели строение пучков волокон первого порядка. Ширина пучков была равна в среднем 20,13±7,71 мкм, но ее показатели варьировали (min 7,06 мкм, max 40,38 мкм). Медианное значение при этом мало отличалось от среднего — 18,89 мкм. Общая ширина самого слоя в разных полях зрения была относительно одинаковой и составила в среднем 325,93±97,23 мкм (Me 336,66 мкм, min 148,92 мкм, max 506,8 мкм). Внутренний слой в среднем был значительно шире — 736,78±434,55 мкм. В нем часто отмечались разной длины соединительнотканные тяжи (трабекулы) в направлении к костному веществу.

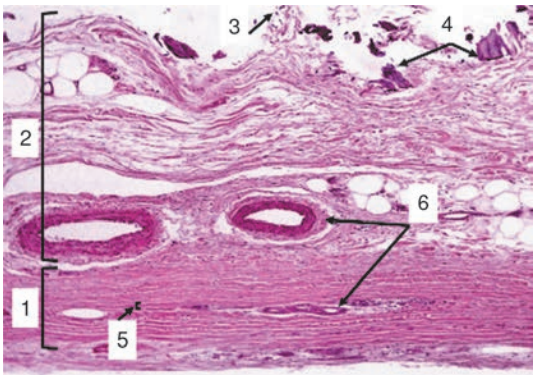


Рис. 1. **Участок надкостницы диафиза большеберцовой кости.**
1 — наружный слой; 2 — внутренний слой с кровеносными сосудами и островками жировой ткани; 3 — соединительнотканные трабекулы; 4 — фрагменты костного матрикса; 5 — пучок коллагеновых волокон; 6 — кровеносные сосуды. Окраска гематоксилином и эозином, ув.100.

Fig. 1. **Section of the periosteum of the diaphysis of the tibia.**
1 — external layer; 2 — inner layer with blood vessels and fat tissue islets; 3 — connective tissue trabeculae; 4 — fragments of bone matrix; 5 — bundle of collagen fibers; 6 — blood vessels. Hematoxylin and eosin staining, zoom ×100.

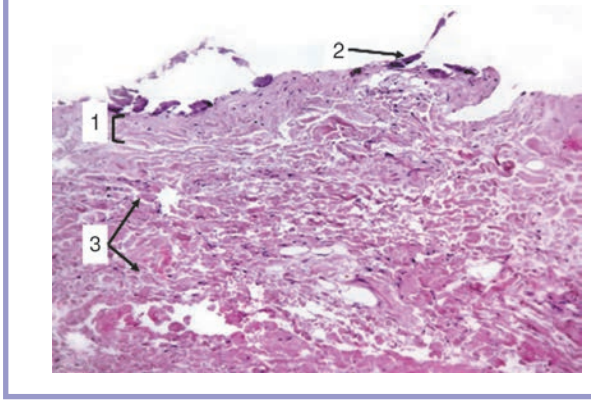


Рис. 2. **Участок надкостницы наружной поверхности передней стенки верхнечелюстной пазухи.**
1 — надкостница; 2 — фрагменты костного матрикса; 3 — разнонаправленные пучки коллагеновых волокон, прилежащих структур. Окраска гематоксилином и эозином, ув. 100.

Fig. 2. **Section of the periosteum of the external surface of the anterior wall of the maxillary sinus.**
1 — periosteum; 2 — fragments of bone matrix; 3 — multidirectional bundles of collagen fibers, adjacent structures. Hematoxylin and eosin staining, zoom ×100.

Это хорошо видно по показателям медианы, минимума и максимума (Me 563,03 мкм, min 291,05 мкм, max 2550,98 мкм). Максимальная ширина слоя была зафиксирована в участках соединительнотканных тяжей. Длина же самих трабекул в отдельных полях зрения превышала средние значения толщины этого слоя вне трабекул. Полученные морфометрические результаты не противоречат данным литературы [16—18].

Поверхность надкостницы большеберцовой кости, прилежащей к костному веществу, характеризовалась неровностью, которая была обусловлена торчащими короткими коллагеновыми волокнами. Между ними, а также и по внутреннему слою надкостницы определялись остатки костного матрикса. Этот факт косвенно свидетельствует о наличии прочного контакта между описанными выше структурами. Во внутреннем слое надкостницы встречались мелкие скопления жировой ткани и кровеносные сосуды. На границе наружного и внутреннего слоев визуализировались более крупные артерии мышечного типа. Мелкие веточки артерий спускались в соединительнотканные трабекулы, что, по данным литературы, соответствует местам проникновения их в костное вещество. В соединительной ткани и по внутреннему краю надкостницы были диффузно рассеяны фибробластоподобные клетки, которые, по мнению ряда исследователей, представляют собой гетерогенную популяцию мультипотентных клеток [11, 19]. Именно они являются источником регенерации костной ткани. В литературе их описывают как удлиненные, веретеновидные, треугольные или даже кубовидные клетки, но все они являются производными мезенхимальных стволовых клеток, а их последующая дифференцировка обусловлена средой, созданной микроокружением [20, 21].

Световая микроскопия надкостницы, взятой с наружной поверхности передней стенки ВЧП, позволила достоверно определить в ней только один слой плотной волокнистой соединительной ткани **(рис. 2)**. Ширина этого слоя составила в среднем 37,15±18,91 мкм (Me 36,81 мкм, min 12,6 мкм, max 89,12 мкм). Он был образован пучками коллагеновых волокон, ориентированных преимущественно параллельно веществу костного матрикса. Однако встречались пучки волокон и с косопродольным направлением. Количество пучков коллагеновых волокон, разделенных слоями фибробластов, в составе слоя колебалось от 1 до 6, чаще встречалось 3—4 пучка. Ширина пучков в среднем составила 13,2±4,73 мкм (Me 13,03 мкм, min — 4,87 мкм, max — 25,62 мкм). Таким образом, можно сказать, что данный слой имеет много общего с наружным волокнистым слоем классической надкостницы, единственным исключением является отсутствие кровеносных сосудов. Что касается направления пучков волокон, как было отмечено ранее, то этот вопрос остается спорным, направление чаще зависит от действия вектора силы (натяжения). Подтверждением этому является наличие разнонаправленных пучков коллагеновых волокон в составе периодонтальной связки, родственного участка для исследованного объекта. Внутренний слой надкостницы наружной поверхности передней стенки ВЧП во всех случаях не был выражен. В некоторых полях зрения по краю волокнистого слоя можно было визуализировать единичные уплощенные клетки, ничем не отличающиеся от клеток в препаратах контрольной группы. Надкостница здесь также демонстрировала тесную связь с костным веществом. Особо следует отметить, что по ее верхнему краю толстым слоем располагалась плотная волокнистая неоформленная ткань, пучки которой чаще

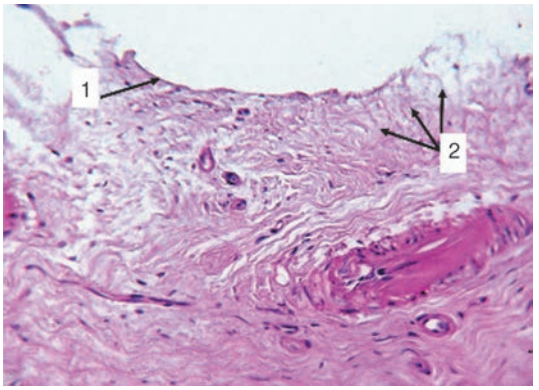


Рис. 3. **Участок слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи с надкостницей.**
1 — надкостница; 2 — перпендикулярно направленные коллагеновые волокна. Окраска гематоксилином и эозином, ув. 200.

Fig. 3. **Section of the mucous membrane of the maxillary sinus with the periosteum.**
1 — periosteum; 2 — perpendicularly directed collagen fibers. Hematoxylin and eosin staining, zoom ×200.

были ориентированы поперечно и косопродольно по отношению к волокнам волокнистого слоя надкостницы **(см. рис. 2)**. Встречались мелкие дольки жировой ткани.

Микроскопический анализ надкостницы, входящей в состав внутренней выстилки ВЧП (т.н. Шнейдеровой мембраны) показал, что она имела вид тонкой одиночной пластинки, подобной всего одному пучку коллагеновых волокон первого порядка **(рис. 3)**. Признаков ее расслоения не встречалось ни в одном из объектов. Ширина пластинки (слоя) была вариабельной: средние показали составили 12,77±4,11 мкм (Me 12,42 мкм, min 5,55 мкм, max 23,17 мкм). Сравнение ширины пучка коллагеновых волокон надкостницы наружной поверхности верхней челюсти с шириной надкостницы ВЧП выявило отсутствие статистически значимых различий, в то время как оба этих показателя имели статистические различия с толщиной надкостницы большеберцовой кости **(рис. 4)**. Во всех препаратах внутренней выстилки ВЧП внутренний слой надкостницы был лишен видимого контакта с костным веществом, в отличие от надкостницы двух других групп.

Особо стоит отметить, что на некоторых участках слизистая оболочка ВЧП формировала контакты с надкостницей. Последние были представлены отдельными участками в структуре собственной пластинки слизистой оболочки, в которых коллагеновые волокна, меняя свое, преимущественно горизонтальное направление (параллельное поверхности эпителия), внедрялись в надкостницу под углом около 90º **(см. рис. 3)**. Хотелось бы подчеркнуть, что в собственной пластинке слизистой оболочки в 70% случаев наблюдалось слабое диффузное продуктивное воспаление, которое преимущественно занимало верхнюю половину слизистой оболочки, т.е. располагалось неглубоко от базальной мембраны. Продуктивное воспаление незначительно изменяло траекторию и расположение волокон собственной пластинки слизистой оболочки. Однако глубокие слои мембраны Шнайдера не были вовлечены в воспалительный процесс, как и сам периост. Вероятно, этот факт можно объяснить тем, что инородные тела в структуре пазух были расположены на нижней ее стенке, а передняя стенка не была вовлечена в патологический процесс.

Обсуждение

Имеющиеся в литературе данные объясняют плотную связь надкостницы с костью в трубчатых костях наличием в их структуре перфорирующих коллагеновых пучков или шарпеевских волокон, которые проходят через костное вещество до эндоста [22]. Анализ литературы показал отсутствие подобной информации относительно строения надкостницы ВЧП. В то же же время известно, что волокна Шарпея функционируют как периодонтальная связка [10, 23].

Считается, что коллагеновые фибриллы, ориентированные перпендикулярно направлению растягивающей силы, легко дегенерируют. Вероятно, именно этим параллельным поверхности направлением можно объяснить адаптацию слизистой оболочки воздухоносных костных полостей к постепенному увеличению их размеров в ходе онтогенеза. Этими же особенностями строения объясняется и относительная легкость отслойки слизистой оболочки вместе с надкостницей, т.е. Шнейдеровой мембраной, от подлежащей кости в ходе хирургических вмешательств на ВЧП в области ее альвеолярной бухты, в частности при субантральной аугментации.

Особенное строение покровных структур воздухоносных полостей позволяет сравнивать их надкостницу с эндостом, который в генетическом, морфологическом и физиологическом отношении близок периосту. Эндост состоит из слоя уплощенных клеток [24]. Эти клетки, как и клетки внутреннего слоя периоста, окрашиваются положительно на маркеры остеобластов: щелочную фосфатазу, остеокальцин и остеонектин [21, 25]. В основании эндоста может наблюдаться мезенхимально-клеточная реакция, которая ведет к формированию рыхлой соединительной ткани, что также увеличивает его сходство с внутренним слоем периоста.

Известно, что любая внутренняя надкостница обладает рядом отличительных свойств от наружной надкостницы. Все ее клетки называют эндостальными, им приписывают специфические функции: формирование ниши гемопоэтических клеток [26], синтез гранулоцитарного колониестимулирующего фактора [27], способность дифференцироваться в костномозговые клетки [19] и др. Подобные функции у клеток надкостницы, покрывающей пневматизированные костные полости, ранее не были описаны. Различия в структурной

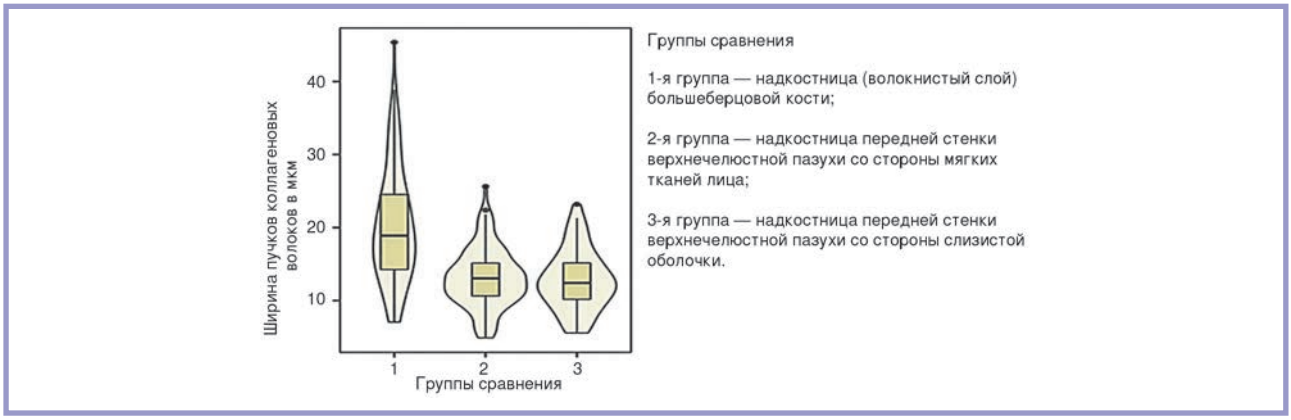


Рис. 4. **Показатели ширины пучков коллагеновых волокон надкостницы большеберцовой кости, передней стенки верхней челюсти и передней стенки верхнечелюстной пазухи.**

Fig. 4. **Indices of the width of the collagen fibers' bundles of the periosteum of the tibia, the anterior wall of the maxilla and the anterior wall of the maxillary sinus.**

организации надкостницы, изученных в настоящем исследовании областей, заключаются в преобладании одних слоев периоста над другими, в количестве коллагеновых волокон, толщине их пучков и наличии или отсутствии кровеносных сосудов. Полученные данные позволяют говорить о вариативности строения надкостницы наружной и внутренней поверхности передней стенки ВЧП на гистологическом уровне.

Заключение

Проведенное гистологическое исследование строения надкостницы наружной и внутренней поверхности передней стенки ВЧП показало, что и та и другая состоят только из продольных волокон, ориентированных параллельно костному матриксу подобно наружному волокнистому слою классической надкостницы трубчатой кости. Однако последнюю характеризует богатая васкуляризация, что и отличает ее от надкостницы передней стенки ВЧП. Кроме того, в надкостнице верхней челюсти отсутствует внутренний (камбиальный) слой, в отличие от классической надкостницы большинства костей скелета. По совокупности морфологических признаков такое строение надкостницы может отражать ее вариативность как в рамках одного анатомического образования, так и в сравнении с надкостницей других костей скелета. Сравнение строения надкостницы передней стенки ВЧП в рамках одной анатомической структуры снаружи и изнутри позволило выделить между ними ряд различий. Они касаются, во-первых, общей толщины волокнистого слоя, а во-вторых, количества пучков, их образующих (снаружи до 6, изнутри только один). Размеры пучков коллагеновых волокон надкостницы на наружной и внутренней стенках ВЧП достоверно не отличаются друг от друга, но существенно отличаются от ширины аналогичного слоя в надкостнице большеберцовой кости.

Морфологическое исследование мукопериоста не выявило структурных элементов, плотно связывающих его с костью. Одновременно периост внутренней поверхности передней стенки ВЧП на определенных участках прочно связан с собственной пластинкой слизистой оболочки. Строение покровных структур околоносовых пазух необходимо детально изучить, хотя уже сейчас можно судить об их морфологическом и функциональном единстве. Именно этот факт дает основание усомниться в существовании структуры, которую традиционно называют надкостницей, в составе внутренней выстилки ВЧП. По своему строению этот слой больше похож либо на особый вид эндоста (вариантность эндоста с другими функциями), либо на адвентициальную оболочку данной выстилки. Такое строение позволяет объяснить и ряд клинических аспектов: произвольную отслойку мукопериоста/Шнейдеровой мембраны ВЧП от кости при ятрогенной перфорации ее дна в ходе стоматологических процедур и ее слабую регенераторную потенцию.

Выполненное исследование наглядно демонстрирует необходимость дальнейшего изучения морфологического строения покровных структур ВЧП.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования — Н.В. Волов, А.С. Лопатин
Сбор и обработка материала — Н.В. Волов, Ю.В. Григорьева, И.В. Бажутова, М.И. Седых
Статистическая обработка данных — Н.В. Волов, Ю.В. Григорьева
Написание текста — Ю.В. Григорьева, И.В. Бажутова, М.И. Седых
Редактирование Н.В. Волов, А.С. Лопатин

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Карпищенко С.А., Болознева Е.В., Бибик П.Р., Карпищенко Е.С. Возможности компьютер-ассистированных навигационных систем в оперативном лечении хронических синуситов, новообразований полости носа и околоносовых пазух. *Вестник оториноларингологии.* 2019;84(4):6-12. Karpishchenko SA, Bolozneva EV, Bibik PR, Karpishchenko ES. Vozmozhnosti kompjuter-assistirovannyh navigacionnyh sistem v operativnom lechenii hronicheskih sinusitov novoobrazovanij polosti nosa i okolonosovyh pazuh. *Russian Bulletin of Otorhinolaryngology.* 2019;84(4):6-12. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/otorino2019840416
2. Русецкий Ю.Ю., Малявина У.С., Пашкова А.Е. Объективные отдаленные результаты хирургического лечения хронического синусита при ателектазе верхнечелюстной пазухи (синдроме «молчащего» синуса) у детей. *Российская ринология.* 2019;27(4):173-178. Rusetskii YuYu, Malyavina US, Pashkova AE. Obektivnye otdalennye rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya khronicheskogo sinusita pri atelektaze verkhnechelyustnoi pazukhi (sindrome «molchashchego» sinusa) u detei. *Russian Rhinology.* 2019;27(4):173-178. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/rosrino201927041173
3. Шумов К.М., Мустафазаде К.Н., Ким И.А., Серебрякова И.Ю., Караян А.С. Междисциплинарный подход к лечению одонтогенного верхнечелюстного синусита с применением костной пластики верхнечелюстного синуса. *Российская ринология*. 2019;27(1):35-40. Shumov KM, Mustafazade KN, Kim IA, Serebryakova IYu, Karayan AS. Mezhdistsiplinarnyi podkhod k lecheniyu odontogennogo verkhnechelyustnogo sinusita s primeneniem kostnoi plastiki verkhnechelyustnogo sinusa. *Russian Rhinology.* 2019;27(1):35-40. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/rosrino20192701135
4. Уснунц А.Р., Сысолятин С.П., Дворникова Т.А., Лебедева А.А. Выбор оптимального доступа при удалении одонтогенных кист верхнечелюстной пазухи. *Российская ринология*. 2023;31(1):22-26. Usnunts AR, Sysolyatin SP, Dvornikova TA, Lebedeva AA. Vybor optimal'nogo dostupa pri udalenii odontogennykh kist verkhnechelyustnoi pazukhi. *Russian Rhinology.* 2023;31(1):22-26. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/rosrino20233101122
5. Chariba I, Lazard DS, Sain-Oulhen C, Lecanu JB. Correlation between the rate of asymmetry volume of maxillary sinuses and clinical symptomatology in the silent sinus syndrome: A retrospective study about 13 cases. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*. 2014;135(4-5):197-200.
6. Sivrice ME, Yasan H, Okur N, Okur E, Buyukcelik B, Kumbul YC. Prevalence of chronic maxillary atelectasis: a radiological study. *J Laryngol Otol.* 2022;136(12):1240-1244. https://doi.org/10.1017/S0022215122000056
7. Sobiesk JL, Munakomi S. *Anatomy, Head and Neck, Nasal Cavity.* In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
8. Bordoni B, Mahabadi N, Varacallo M. *Anatomy, Fascia*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
9. Рубцов Е.И., Джураева Ш.Ф., Холикова А.А., Бобокалонов Р.В. Частота развития верхнечелюстного одонтогенного синусита по различным признакам-критериям. *Эндодонтия today*. 2020;18(2):0-0. Rubtsov EI, Dzhuraeva ShF, Kholikova AA, Bobokalonov RV. Chastota razvitiya verkhnechelyustnogo odontogennogo sinusita po razlichnym priznakam-kriteriyam. *Endodontiya today*. 2020;18(2):0-0. https://doi.org/10.36377/1683-2981-2020-18-2-29-33
10. Erturk PA, Altuntas S, Irmak G, Buyukserin F. Bioinspired Collagen/Gelatin Nanopillared Films as a Potential Implant Coating Material. *ACS Appl Bio Mater.* 2022;5(10):4913-4921. https://doi.org/10.1021/acsabm.2c00633
11. Root SH, Wee NK, Novak S, Rosen CJ, Baron R, Matthews BG, Kalajzic I. Perivascular osteoprogenitors are associated with transcortical channels of long bones. *Stem Cells*. 2020;38(6):769-781. https://doi.org/10.1002/stem.31591
12. Банин В.В., Быков В.Л. *Terminologia Histologica*. Международные термины по цитологии и гистологии человека с официальным списком официальных эквивалентов. М.: Гэотар-Медиа; 2009. Banin VV, Bykov VL. *Terminologia Histologica*. Mezhdunarodnye terminy po citologii i gistologii cheloveka s oficial'nym spiskom oficial'nyh ekvivalentov. Moscow: Geotar-Media; 2009. (In Russ.).
13. Лушников Е.Ф., Шапиро Н.А. *Аутолиз: Морфология и механизмы развития*. М.: Медицина; 1974. Lushnikov EF, Shapiro NA. *Autoliz: Morfologiya i mekhanizmy razvitiya*. Moscow: Medicina; 1974. (In Russ.).
14. Автандилов Г.Г. *Медицинская морфометрия*. М.: Медицина; 1990. Avtandilov GG. Meditsinskaya morfometriya. Moskva: Meditsina; 1990. (In Russ.).
15. Tonna EA, Cronkite EP. Autoradiographic studies of cell proliferation in the periosteum of intact and fractured femora of mice utilizing DNA labeling with H3-thymidine. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1961;107:719-721. https://doi.org/10.3181/00379727-107-26733
16. Augustin G, Antabak A, Davila S. The periosteum. Part 1: Anatomy, histology and molecular biology. *Injury*. 2007;38(10):1115-1130. https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.05.017
17. Fonseca H, Moreira-Gonçalves D, Coriolano HJ, Duarte JA. Bone quality: the determinants of bone strength and fragility. *Sports Med.* 2014;44(1):37-53. https://doi.org/10.1007/s40279-013-0100-7
18. Klein-Nulend J, Bakker AD, Bacabac RG, Vatsa A, Weinbaum S. Mechanosensation and transduction in osteocytes. *Bone*. 2013;54(2):182-190. https://doi.org/10.1016/j.bone.2012.10.013
19. Bi LX, Simmons DJ, Hawkins HK, Cox RA, Mainous EG. Comparative morphology of the marrow sac. *Anat Rec*. 2000;260(4):410-415. https://doi.org/10.1002/1097-0185(20001201)260:4<410::AID-AR110>3.0.CO;2-Z
20. Joyce ME, Roberts AB, Sporn MB, Bolander ME. Transforming growth factor-beta and the initiation of chondrogenesis and osteogenesis in the rat femur. *J Cell Biol*. 1990;110(6):2195-2207. https://doi.org/10.1083/jcb.110.6.2195
21. Neagu TP, Ţigliş M, Cocoloş I, Jecan CR. The relationship between periosteum and fracture healing. *Rom J Morphol Embryol*. 2016;57(4):1215-1220.
22. Aaron JE. Periosteal Sharpey's fibers: a novel bone matrix regulatory system? *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2012;3:98. https://doi.org/10.3389/fendo.2012.00098
23. Sawada T, Ishikawa T, Shintani S, Yanagisawa T. Ultrastructural immunolocalization of dentin matrix protein 1 on Sharpey's fibers in monkey tooth cementum. *Biotech Histochem.* 2012;87(5):360-365. https://doi.org/10.3109/10520295.2012.671493
24. Nahian A, Chauhan PR. *Histology, Periosteum And Endosteum*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
25. Hauge EM, Qvesel D, Eriksen EF, Mosekilde L, Melsen F. Cancellous bone remodeling occurs in specialized compartments lined by cells expressing osteoblastic markers. *J Bone Miner Res*. 2001;16(9):1575-1582. https://doi.org/10.1359/jbmr.2001.16.9.1575
26. Arai F, Yoshihara H, Hosokawa K, Nakamura Y, Gomei Y, Iwasaki H, Suda T. Niche regulation of hematopoietic stem cells in the endosteum. *Ann N Y Acad Sci*. 2009;1176:36-46. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04561.x
27. Taichman RS, Emerson SG. Human osteoblasts support hematopoiesis through the production of granulocyte colony-stimulating factor. *J Exp Med.* 1994;179(5):1677-1682. https://doi.org/10.1084/jem.179.5.1677

Поступила 02.11.2023
Received 02.11.2023
Принята к печати 28.12.2023
Accepted 28.12.2023