

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОЛОСТИ НОСА ЧЕЛОВЕКА

Теплый Д.Л.¹, Петров В.В.²

¹*Астраханский государственный университет, Астрахань, e-mail: dima.teplyi@yandex.ru;*

²*Южно-Российский гуманитарный институт, Астрахань, e-mail: glavlordmn@rambler.ru*

Полость носа и околоносовые пазухи – единая система, связанная общими морфофункциональными признаками, а каждое анатомическое образование в полости носа несет определенную физиологическую нагрузку. Представленный обзор научных литературных источников посвящен изучению вопросов функциональных особенностей регуляторных механизмов различных отделов слизистой оболочки полости носа человека в норме. Ключевое внимание уделено вопросу нейрогуморальной регуляции с учетом особенностей строения разных областей полости носа и выполняемых функций. Представлены научные данные об особенностях секреторной и сосудистой иннервации полости носа, особенностях функционирования ее структур в условиях воздействия симпатической и парасимпатической регуляции, а также сведения о экспериментальных исследованиях регуляторных механизмов полости носа человека. Выделены наиболее важные аспекты изучения физиологии регуляции секреторного и сосудистого компонента мукоперихондрия полости носа в норме, а именно: пещеристых и кавернозных образований, артерий, вен и сосудов микроциркуляторного русла, желез мукоперихондрия. Данный вопрос рассмотрен с позиции связи функциональных особенностей системы регуляции полости носа и специфики иннервируемых ими микроструктурных образований.

Ключевые слова: полость носа, мукоперихондрий, вегетативная иннервация, регуляторные механизмы.

FUNCTIONAL ORGANIZATION OF REGULATORY MECHANISMS OF THE NASAL CAVITY OF THE HUMAN

Tepliy D.L.¹, Petrov V.V.²

¹*Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: dima.teplyi@yandex.ru;*

²*South-Russian humanitarian Institute, Astrakhan, e-mail: glavlordmn@rambler.ru*

Nasal cavity and paranasal sinuses – a unified system of associated General morphofunctional characteristics, and each anatomical structures in the nasal cavity has certain physiological load. A review of the scientific literature sources devoted to the study of functional peculiarities of regulatory mechanisms of various parts of the mucous membrane of the nasal cavity in normal. Special attention is paid to the question of neurohumoral regulation with the structural features of various regions of the nasal cavity and their functions. Presented scientific data about the peculiarities of secretory and vascular innervation of the nasal cavity, the peculiarities of its structure under the influence of sympathetic and parasympathetic regulation, as well as information about the experimental studies of regulatory mechanisms of human nasal cavities. Highlighting the most important aspects of the study of the physiology of the regulation of secretory and vascular component mucoperiosteum of the nasal cavity in norm, namely, cavernous and cavernous formations, arteries, veins and microcirculatory vessels, glands mucoperiosteal. This question is discussed from the position when the functional characteristics of the system of regulation of the nasal cavity and innervated by the specifics of their microstructural units.

Keywords: nasal cavity, mucoperiosteal, autonomic innervation, and regulatory mechanisms.

Современная физиология – это дисциплина, изучающая взаимосвязь их строения и функции [6,7,13,9,17], естественно-историческая наука, вносящая огромный вклад в прогресс сопредельных биологических и медицинских наук [2,4,6,15]. Появление и развитие новых областей в биологии обусловлено прогрессом в технологиях, повышением уровня точности и дифференцированного изучения различных органых структур, в том числе и накоплением знаний о морфологии и физиологии такого сложного образования как полость носа [1,5,21].

С современных научных позиций полость носа и другие отделы системы дыхания человека являются единой морфофункциональной системой, а каждое анатомическое

образование в полости носа характеризуется спецификой своей структурной организации и несет определенную физиологическую нагрузку [9,10,13,14].

Важнейшее значение в обеспечении функций полости носа играет ее слизистая оболочка, а также расположенные под ней надхрящница и надкостница костно-хрящевых образований. Дыхательные пути и респираторные мембраны имеют наибольшую среди всех тканей организма человека поверхность контакта с окружающей средой, а важнейшую роль в этом играет слизистая оболочка. Анализ отечественной и зарубежной научной литературы, посвященной изучению слизистой оболочки полости носа человека, показал, что при всей общности ее строения и функций, слизистая оболочка, как и полость носа в целом, также имеет свои зональные особенности. Эти относятся как к структурным компонентам мукоперихондрия, так и к специфике ее функциональной организации [5,8,11,18].

По данным последних исследований [1,6,16] слизистая оболочка перегородки носа у здоровых людей имеет следующее строение: под покровным эпителием располагается рыхлая волокнистая соединительная ткань; далее следует собственный слой желез слизистой оболочки, затем определяется слой плотной волокнистой соединительной ткани (перихондрий). В преддверии носа [9,10,13] слизистая оболочка покрыта многослойным плоским ороговевающим эпителием, переходящим в области перегородки в неороговевающий, а затем постепенно в многорядный цилиндрический реснитчатый эпителий с бокаловидными клетками в глубоких отделах полости носа. Собственный слой слизистой оболочки носа образован рыхлой волокнистой соединительной тканью с обычным количеством клеточных элементов, волокон, а также сосудов капиллярного типа, формирующих подэпителиальное сосудистое сплетение [4,12,16]. В слое собственных желез находятся серозные железы, большое количество сосудов, образующих железистое сосудистое сплетение, в котором встречаются пре- и посткапилляры, артериолы и вены [4,8,14,17].

С функциональной точки зрения развитый железистый аппарат, структуры иммунной системы, сложноорганизованное и лабильное сосудистое русло, высокая гемодинамическая нагрузка слизистой оболочки полости носа, сложный мукоцилиарный клиренс, своеобразный нервный аппарат с широким медиаторным профилем являются функциональной основой не только местных реакций и высокой приспособленности полости носа к постоянно меняющимся условиям дыхания [5,11,13]. Расширенное изучение структурной организации сосудистого русла, а также его функциональных особенностей и специфики регуляторных механизмов, позволило сформироваться учению о «носовом сосудистом клапане» [8,9,10].

К числу тонких приспособительных структур кровеносной системы слизистой оболочки носа у человека относятся артерио-венозные анастомозы, замыкательные артерии,

при открытии которых увеличивается давление в венозном русле и возрастает скорость венозного кровотока, дроссельные вены – своеобразные венозные сфинктеры в кавернозной ткани [5,8,11]. Кроме того, в кавернозных структурах слизистой оболочки полости носа основными структурными элементами их регуляторных структур являются продольно ориентированные гладкие миоциты и их пучки, формирующие структуры клапанного, шлюзового, диафрагмирующего типов [12,13,17]. Регуляторные структуры артерий [10,14] представлены интимальными гладкомышечными элементами двух типов: полиповидные и кольцевидные, обеспечивающие регуляцию степени кровенаполнения и перераспределения кровотока в различных слоях слизистой оболочки.

Слизистая оболочка носа имеет богатую секреторную и сосудистую иннервацию [9,10,18]. Различают обонятельную, чувствительную и вегетативную иннервации слизистой оболочки полости [2,5,11]. Чувствительная иннервация осуществляется ветвями тройничного нерва. Передний отдел полости носа преимущественно иннервируется ветвями глазничного нерва, а задний – ветвями верхнечелюстного нерва. Из сонного сплетения, которое связано с верхним симпатическим узлом, осуществляется симпатическая иннервация, а через видиев нерв (от коленчатого узла лицевого нерва) идет парасимпатическая иннервация [2,9,11,13]. Все нервы полости носа тесно связаны между собой и анастомозируют с нервами твердой мозговой оболочки [6,13].

По данным электронной микроскопии [13], в резистивных сосудах (артериолах, мелких артериях) нервные сплетения располагаются в адвентиции, а в емкостных сосудах (венулы, некрупные вены) – между клетками гладкой мускулатуры. Наибольшее скопление нервных окончаний расположено в мышечных валиках «дроссельных вен», а в капиллярах нервные окончания не обнаружены [13,15,18]. Регуляция этого участка микрососудистого русла осуществляется тканевыми медиаторами (гуморальными факторами) [9,10,18]. Важная роль в этом процессе принадлежит апудоцитам слизистой оболочки носа, содержащих гистамин, серотонин, гепарин, другие биогенные амины [10,18].

Известно, что артериальные сосуды полости носа получают смешанную вегетативную (адренергическую, холинергическую) иннервацию, а в венах превалируют адренергические структуры [13], которым принадлежит ведущая роль в регуляции сосудистого тонуса слизистой оболочки носа. Остальные компоненты нейрогуморальной регуляции сосудистого тонуса слизистой оболочки выполняют роль модуляторов высвобождения норадреналина – пресинаптическая регуляция [2,7,8].

Парасимпатическая стимуляция вызывает нехолинергическую вазодилатацию как резистивных, так и емкостных сосудов слизистой оболочки носа, причем вазодилатация более выражена в задней венозной сети, а одновременная стимуляция симпатических и

парасимпатических волокон вызывает вазоконстрикцию, более выраженную в емкостных сосудах [9,10,18]. Роль холинергических структур в регуляции сосудистого тонуса менее значима, чем адренергических, что доказано экспериментальными исследованиями [13]. В регуляции сосудистого тонуса слизистой оболочки полости носа принимают участие не только α -адренергические, но и β -адренергические структуры, что подтверждено многочисленными исследованиями с использованием в эксперименте *\beta*-адреноблокатора [10,18]. В то же время вопрос об иннервации резистивных сосудов не совсем выяснен, данные о медиаторной регуляции емкостных сосудов более определены [13], а сведения о типовой принадлежности адренорецепторов сосудов слизистой оболочки носа противоречивы [2,7, 9,13]. Важная роль в регуляции сосудистого тонуса принадлежит сосудистому эндотелию: его клетки вырабатывают вазоактивные вещества противоположного действия (эндотелин, гистамин, простагландины, серотонин эндотелиально-релаксирующий фактор) [4,12,13].

Морфофункциональные исследования последних лет позволили дополнить знания об особенностях кровоснабжения полости носа, к числу которых можно отнести хорошо развитую капиллярную сеть, достигающую подэпителиального слоя. Электронная микроскопия [8,14] позволила выявить зависимость между строением эндотелия капилляров в определенных сегментах микроциркуляторного русла и функцией соответствующего участка слизистой оболочки полости носа.

Исключительной морфофункциональной особенностью в строении сосудистой сети носа, не встречающейся более ни в каких других участках слизистой оболочки дыхательной системы, является система пещеристых венозных сплетений, располагающихся между капиллярами и венулами [3,7,12]. Пещеристые венозные сплетения представлены клубком расширенных вен, стенки которых имеют гладкую мускулатуру и эластические волокна. Они находятся в спавшемся состоянии, но переполняются кровью под влиянием разнообразных факторов (профессиональные вредности, вредности, воспаление, гипертензия, травма), вызывая набухание слизистой оболочки [4,7,13,17]. Пещеристая ткань имеется в толще слизистых оболочек нижних носовых раковин, по свободному краю передних и задних концов средних и верхних носовых раковин [6,15]. Регуляцию функционального состояния и адаптационные возможности этих образований обеспечивает целый комплекс сложнейших нейрогуморальных механизмов [1,4,9,13].

Вопрос о сосудистой иннервации играет важное физиологическое значение, т.к. сосудистый тонус слизистой оболочки полости носа определяет носовую резистентность [4], которая реагирует на действие различных функциональных стимулов изменением кровенаполнения сосудов и кровотока слизистой оболочки полости носа [13].

Физиологическое значение резистивных (артериол) и емкостных (венул) сосудов четко дифференцировано: артериолы регулируют общий кровоток слизистой оболочки, в то время как венулы играют ведущую роль в регуляции носовой резистентности [9,10,18].

Определенный этап в развитии ринологии привел к представлениям о полости носа как парном образовании, что предусматривает наличие структур и механизмов координации функционирования его частей [1,10,17]. Доказательства зональных особенностей полости носа практически полностью основаны на клинических и анатомических исследованиях. Это обусловлено сложностью и вариабельностью структур полости носа, широким диапазоном и высокой специфичностью функциональных особенностей и адаптивных возможностей полости носа, а также несовершенством некоторых функциональных методов исследования полости носа [15,19]. Комплексных функциональных исследований по данному вопросу в отечественной и зарубежной литературе мы не обнаружили.

Целенаправленное и углубленное исследование функционального состояния полости носа, как важнейшего и сложноорганизованного отдела всей дыхательной системы человека, особенно в условиях современной социальной и экологической среды, обоснованно является одним из приоритетных направлений в физиологии. Накопленные за последние 20 лет в отечественной и зарубежной научной литературе сведения о нормальной и патологической физиологии полости носа, в том числе об особенностях функционирования регуляторных систем полости носа, в подавляющем большинстве случаев отражают аспекты изменений органов дыхания человека при тех или иных внешних воздействиях (инфекция, травма, экотоксиканты, стресс, аллергия) [1,2,5,7,14,15].

Анализ этих исследований показал, что имеющиеся научные сведения по данному вопросу, в целом, свидетельствуют об отсутствии комплексного подхода к изучению функциональных особенностей регуляторных систем полости носа человека, несмотря на достаточную глубину отдельных исследований. Это свидетельствует об отсутствии единой теоретической базы тех результатов, которые достигнуты в современной физиологии по данной проблеме. Решение этой проблемы во многом зависит от целостного, комплексного научного подхода к изучению механизмов регуляции слизистой оболочки полости носа в норме и при патологии. Такой подход должен быть основан на приоритетных исследованиях в области фундаментальных дисциплин – физиологии, анатомии, клинической медицины.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Василенко Ю.С., Смирнова А.И. Экологическая ринология и проблемы адаптации // Материалы X международного симпозиума «Эколого-

- физиологические проблемы адаптации». – М.: Университет дружбы народов, 2001. – С.16.
2. Аведисян В.Э. Морфофункциональные особенности полости носа у детей и подростков в норме при некоторых видах патологии: метод. рекоменд. – 2009. – 42с.
 3. Анохин П.К. Функциональные системы // Успехи физиол. наук. – 1980. – № 1. – С. 19-54.
 4. Бреслав И.С. Физиология органов дыхания. – СПб.: Наука, 2004. – 680 с.
 5. Державина Л.Л. Морфофизиологические особенности полости носа в норме и при функциональных нарушениях. – Ярославль: Изд-во «Теза», 2009. – 129 с.
 6. Ланцов А.А. Функциональные особенности слизистой оболочки полости носа у лиц старших возрастных групп // Вестн. оторинолар. – 1990. – № 1. – С.44-47.
 7. Петров В.В. Особенности организации слизистой оболочки полости носа (морфофункциональные и клинические аспекты) // Журнал «Морфология». – 2005. – № 6. – С. 45-48.
 8. Пискунов С.З. Физиология и патофизиология носа и околоносовых пазух // Росс. ринолог. – 2003. – № 3. – С.19-39.
 9. Плужников М.С., Шантуров А.Г. Слизистая оболочка носа: механизмы гомеостаза и гомеокинеза. – СПб.: Медицина, 2005. – 104 с.
 10. Федин А.Н., Ноздрачева А.Д., Бреслав И.С. Физиология респираторной системы: учебное пособие. – СГТб.: Изд-во СПб., 1997. – 188 с.
 11. Храппо Н.С., Тарасова Н.В. Нос в системе целого черепа (клинико-морфологические исследования) // Медицина. – 1999. – 256 с.
 12. Campbell E.G.M., Agostoni E., Newsom Davis J. The respiratory muscles. Mechanics and neural control. – London, 1999. – 208 p.
 13. Drake Lee A.B., Price J. A review of the morphology of human nasal mucosal cells as studied by light and electron microscopy // Rhinology. – 2002. – Vol. 30. – P. 229-239.
 14. Eccles R. Cyclic changes in human nasal resistance to air flow // J. Physiol. – 2007. – Vol. 272. – P. 75-76.
 15. Gnomon H.H. The defense mechanisms of the respiratory mucosa towards infection // Acta otolaryngol. – 1990. – Vol. 89, № 34. – P. 165-176.
 16. Graets K.W., Sailer H.F., Eylich G.K. Anatomy of midface: naso-orbito-ethmoidal / J.-R.-Coll-Surg-Edind. 2000. Des. P.359–362.
 17. Holt G.R. Nasal region / Otolaryngol-Clin-North-Am. – 1999. Aug., pp. 615-619.
 18. Liu Z., Gao Q., Cui Y. Nasal mucosa: circulation, morphology, definition and pathogenic factors / Lin.-Chuang-Er-Bi-Yan-Hon-Ke-Za-Zhi. 1998. Aug., pp. 380–382.