

УДК 612:612.019

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛОСТИ НОСА ЧЕЛОВЕКА

Петров В.В.

*Южно-Российский гуманитарный институт, г. Астрахань, 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 современных высокоинформативных методов исследования функциональных особенностей полости носа человека. С позиции разнообразия функций полости носа человека представлен детальный анализ наиболее распространенных методик исследования респираторной, обонятельной, защитной, калориферной, всасывательной и секреторной функций. Рассмотрен вопрос об изучении гемодинамического потенциала слизистой оболочки полости носа человека с позиции специфики организации эндоназального сосудистого русла. В статье затронуты аспекты исследования функциональных особенностей полости носа в возрастном аспекте (определение возрастной границы и преморбитных изменений), а также с позиции функциональных асимметрий и системного подхода в физиологии.

Ключевые слова: полость носа, функции носа, гемодинамика, обоняние, аэродинамика, резистентность.

## MODERN APPROACHES TO THE STUDY OF FUNCTIONAL FEATURES OF NASAL CAVITY OF HUMAN

Petrov V.V.

*South-Russian humanitarian Institute, Astrakhan, glavlordmn@rambler.ru*

The nasal cavity and paranasal sinuses is a unified system, associated General morpho-functional characteristics, in each of the anatomical structures in the nasal cavity has a certain physiological load. A review of the scientific literature devoted to the study of modern high-informative methods of investigation of the functional characteristics of the nasal cavity of human. The position the diversity of functions of the nasal cavity of the person, presents a detailed analysis of the most common methods for the examination of respiratory, olfactory, protective, heaters, absorbing and secretory functions. Considered in the study the hemodynamic capacity of the mucous membrane of the nasal cavity from the specifics of the organization endonasal vascular bed. The article touches upon aspects of studying of functional features of the nasal cavity in age aspect (definition of age limits and pathological changes), as well as the position of functional asymmetry and systemic approach in physiology.

Keywords: nasal cavity, function of the nose, hemodynamics, smell, aerodynamics, resistance.

Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него. При этом: «каждый организм представляет собой динамическое сочетание устойчивости и изменчивости, в котором изменчивость служит его приспособительным реакциям и защите его наследственно закрепленных констант» [2]. В основе современных знаний о механизмах и сущности процесса адаптации должен лежать «исключительно системный подход». Одним из направлений системного принципа является структурно-функциональный подход к изучению функционального состояния той или иной системы [1]. На современном этапе развития физиология и медицина обладают широким диапазоном высокоинформативных и специфических методов исследований системы органов дыхания человека. Большая часть из них используется для всесторонней детальной оценки физиологических параметров полости носа с учетом многообразия и специфичности ее функций, особенностей структурно-

функциональной организации респираторной и обонятельной зон носовой полости [3,11,13].

Функциональное исследование полости носа включает, прежде всего, изучение дыхательной (респираторной) функции [18,21]. Наиболее простым и достоверным способом, позволяющим получить представление о проходимости носовых ходов, является проба Воячека-Преображенского – колебание ватного комочка во время дыхания носом. Однако, данная проба не дает полноценной характеристики дыхательной функции и не позволяет дать развернутую количественную и качественную оценку респираторных свойств полости носа. Поэтому для полноценного изучения аэродинамики полости носа разработаны высокоинформативные ринометрические методы исследования с использованием аэродрометра Цваардемакера, риноанемометра Ундрица, риноманометра Гольштейна, ринопневмометр Дайняк-Мельниковой. Наиболее совершенной является компьютерная акустическая рино-пневмоманометрия [5,12,16,18].

Все перечисленные методы основаны на принципах спирометрии, проводимой через нос, где замеры зависят не только от проходимости полости носа, но и функции легких и силы дыхательных мышц обследуемого [21]. В настоящее время существуют модификации указанных приборов, усовершенствованные с течением времени клиницистами и используемые ими для детальной оценки функциональных параметров полости носа, однако принцип работы современной аппаратуры практически остался неизменным до настоящего времени [4,5,10,14].

Поскольку полость носа является важнейшим отделом респираторной системы, актуальным аспектом исследования физиологии органов дыхания является определение взаимосвязи и взаимовлияния физиологических показателей полости носа и параметров легких [21]. В связи с этим оценка функционального состояния полости носа, в большинстве случаев, сочетается с исследованием вентиляционной функции воздухоносных путей и легочной ткани [3,5,11,13]. Оценка состояния внешнего дыхания проводится измерением легочных объемов при помощи спирометра (спирометрия). Со спирометрией связана и другая функциональная проба – оценка трахеобронхиальной проходимости [6,11,18]. Она осуществляется путем измерения объема воздуха, выдыхаемого после максимального вдоха в первую секунду форсированного выдоха. Далее вычисляют процентное отношение этого объема к жизненной емкости легких. Целостный, комплексный подход к исследованию дыхательной системы, с учетом показателей полости носа и других отделов системы дыхания, позволяет выявить уровень респираторных изменений и определить роль полости носа в этих нарушениях [10,14].

Транспортную функцию мерцательного эпителия полости носа исследуют несколькими способами. Наиболее распространенный метод – изучение скорости перемещения угольной

пыли из полости носа в носоглотку. Транспортную функцию оценивают по времени (в минутах), необходимому для продвижения частиц угля от переднего конца нижней носовой раковины до носоглотки. Каждую половину носа оценивают отдельно. Недостатком метода является необходимость ежеминутного фарингоскопического осмотра. В связи с этим в настоящее время широко применяют сахаринный тест, основанный на времени появления сладкого привкуса после нанесения сахарина на слизистую оболочку носовой раковины. Ряд исследователей предлагают осуществлять двойной контроль, основанный на сахаринном тесте в смеси с красителем – метиленовым синим, что позволяет сопоставить время появления сладкого привкуса во рту и обнаружения красителя в носоглотке [8,11,19]. Более детальный анализ транспортной функции полости носа определяют методом микроскопии бокало-видных клеток, позволяющим визуально, методом электронной микроскопии, производить подсчет числа биения ресничек [5,13,20].

Концентрация водородных ионов в слизистой оболочке полости носа отражает ее функциональное состояние, влияет на нормальную активность мерцательного эпителия и изменяется при различных воздействиях на мукоперихондрий носа [11]. Для изучения этого показателя используется универсальная индикаторная бумага. Бумага позволяет верифицировать показатели pH в десятых долях единиц. В зависимости от отклонения концентрации водородных ионов от нормы в сторону увеличения кислотности или щелочности цвет бумаги меняется (становится розовым или синим). Сравнивая цвет бумаги с эталоном, определяют pH секрета [6,10,14,19].

Гемодинамику мукоперихондрия носа изучают современными методами эндоназальной и экстраназальной реографии, контактной биомикроскопии, лазерной доплерографии. Реже оценка гемодинамики слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух в условиях физиологической нормы косвенно изучают с помощью риноплетизмографии или биомикроскопии конъюнктивы [3,9,10,17]. Одним из наиболее информативных методов исследования кровотока полости носа считается радиоизотопный метод, позволяющий провести количественную оценку объемной скорости кровотока в ограниченном участке ткани полости носа [9]. Но данная методика является инвазивной и применяется в клинической практике, а ее использование приемлемо только для тех участков слизистой оболочки полости носа, где развит подслизистый слой (нижние и средние носовые раковины) [15]. Более дифференцированно оценить кровообращение слизистой оболочки носа возможно при использовании лазерной доплеровской флуометрии, а также риностереометрии и экстра- и эндоназальной ринореографии [11,15]. При исследовании устанавливают регулярность волн, форму волны, анакротическую и катакротическую фазы, наличие дикротического зубца, а также один из основных показателей – реографический индекс. Многие исследователи

отдают предпочтение ринореографии, поскольку данная методика позволяет с большой точностью определить состояние кровотока в полости носа [12,20]. Важным научным аспектом данных исследований является оценка гемодинамики полости носа с позиции ее сопряженности с церебральной гемодинамикой [14].

Калориферная функция слизистой оболочки полости носа осуществляется сосудистой системой, наиболее развитой в области нижней и средней носовых раковин. Методика исследования данной функции проста – с помощью обычного или электронного термометра. Датчик термометра помещают в преддверие носа ближе к передним отделам носовых раковин. При использовании электротермометра возможно определение температурных показателей в полости носа с точностью до 0,2 градуса [4,12,13].

Выделительная (секреторная) функция носа позволяет оценить состояние железистого аппарата и те изменения, которые происходят в нем под влиянием различных агентов среды. Секреторную функцию обычно определяют путем взвешивания стандартного ватного шарика до и после введения его на 1 минуту между перегородкой носа и нижней носовой раковиной [10,12,13]. С целью исключения этапа предварительного взвешивания шарика современный метод включает использование стандартных полосок фильтровальной бумаги строго определенного размера (6x40мм), а, следовательно, и массы. Для лучшего контакта с поверхностью эпителия слизистой оболочки полоски бумаги перегибают. После извлечения полоски необходимо взвесить ее на торсионных весах [10].

Всасывательную функцию слизистой оболочки носа исследуют по модификационной методике Боржика. При этом полоску с 0.1 % раствором атропина накладывают на 10 минут на поверхность носовой раковины. По времени всасывания атропина и наступления его фармакологического эффекта (тахикардии) судят о всасывательной способности слизистой оболочки полости носа [5,19,20].

Изучение клеточного состава слизистой оболочки полости носа позволяет выявить ее морфофункциональные изменения [11]. По количеству десквамированных клеток, наличию метаплазии, их дегенеративным изменениям, выраженной эмиграции лейкоцитов судят о характере патологического процесса и его стадии. С этой целью используют методы отпечатков и мазков-отпечатков. Как правило, методика не сложна и заключается либо в прислонении узкого лабораторного стекла к поверхности нижних носовых раковин, либо взятие ватным тампоном содержимого с поверхности носовой раковины и перенесении его на предметное стекло. Затем отпечаток высушивают, фиксируют красителем и микроскопируют, подсчитывая и определяя состояние компонентов слизи из полости носа [11,14,21].

Обонятельная функция полости носа оценивается по качественному и количественному критериям. Качественное исследование обоняния – одориметрию – проводят для выявления способности воспринимать и различать запахи, количественный анализ обоняния – ольфактометрия – служит для определения порогов обоняния, времени адаптации и восстановления обонятельной функции носа. Важным аспектом исследований при этом является то, что осуществление обонятельной функции во многом зависит от состояния слизистой оболочки полости носа, поэтому выполнение ольфактометрии или одориметрии возможно только после полноценной оценки остальных функций полости носа [18].

Наиболее простой метод качественного определения обоняния – использование набора пахучих веществ, имеющих разную рецепторную направленность [12]:

- для исследования восприятия веществ ольфакторного действия можно применять простую настойку валерианы, воду горького миндаля, корицу, ваниль, молотый кофе, нафталин, духи и т.д.;

- ольфакторно-тригеминальные вещества – 2 % раствор аммиака, красный перец, ацетон, этиловый спирт;

- ольфакторно-глоссофарингеального действия – 5–7 % уксус, хлороформ, йодоформ.

Исследование проводят поочередно для каждой половины полости носа, поднося каждый флакон по очереди к ноздре испытуемого. Важным условием исследования является предварительное согревание пахучего вещества (одоранта) в ладонях до приобретения им температуры тела, а интервал между исследованиями должен быть не менее 1–2 минут [11].

При ольфактометрии порог обоняния проводят по объему пахучего вещества, при котором оно ощущается исследуемым. Используется прибор – ольфактометр. Однако в экспериментальной физиологии и клинической медицине (ринологии), в виду отсутствия серийного выпуска данного прибора, нередко используют количественное определение обоняния [14]. Для исследования готовят спиртовые растворы вещества (преимущественно ольфакторного действия) и водные растворы вещества смешанного действия. Из спиртовых растворов используется преимущественно официальный раствор настойки валерианы, из водных – ледяную уксусную кислоту. Концентрацию исходного вещества принимают за единицу и готовят растворы следующих концентраций: валерианы – 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,0125; 0,0062; уксусной кислоты – 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,0125; 0,0062; 0,0031 [6,12,14].

Исследование обоняния проводят, начиная с самой малой концентрации, во время вдоха пациент должен ощутить запах вдыхаемого вещества и назвать его. Разведение пахучего вещества, при котором больной ощущает запах, является порогом восприятия запаха, а разведение, при котором распознается запах – порогом распознавания. Для сравнения полученных данных можно использовать показатель кратности повышения порогов. При

этом разведение делят на порог восприятия данного вещества в норме. Полученная цифра обозначает, во сколько раз порог обоняния у больного превышает таковой в норме [12,14].

В настоящее время в биологии и медицине широко обсуждается проблема возрастной нормы [7,18] и морфофункциональных асимметрий [2,21]. Бесспорным является факт существования анатомических асимметрий тех или иных органных структур, функциональных асимметрий (моторных, сенсорных, вегетативных, сосудистых и др.). В научной литературе недостаточно данных о состоянии вопроса функциональной асимметрии структур полости носа, предела их функциональных показателей и адаптационных возможностей. С позиции возрастных изменений физиологических параметров полости носа до сих пор не решена дилемма, «где заканчивается возрастной предел функционального признака и начинается преморбитное состояние и патология» [7,18].

Таким образом, на современном этапе развития физиологии и медицины разработаны высокоинформативные и доступные способы оценки разнообразных функций полости носа, позволяющие получать развернутую качественную и количественную оценку исследуемых показателей. Актуальной остается проблема исследования функциональной асимметрии основных физиологических параметров полости носа в возрастном аспекте, что обуславливает теоретическую и практическую значимость данной проблемы. Разработка новых и усовершенствование существующих методов и принципов исследования функциональных показателей полости носа и дыхательной системы в целом позволит приблизиться к решению обозначенных проблем в фундаментальной физиологии.

### Список литературы

1. Анохин П.К. Функциональные системы // Успехи физиол. наук. – 1980. – № 1. – С. 19-54.
2. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Среда обитания и реактивность организма. – Изд-во «Тверь», 2001. – 176 с.
3. Бокша В.Г., Брудная Э.Н., Шульга В.А. Автоматизированная система оценки функции дыхания. – Киев: Здоров'я, 2013. – 108 с.
4. Бреслав И.С. Физиология дыхания. – СПб.: Изд-во «Наука», 2004. – 680 с.
5. Бонашевская Т.И., Кумпан Н.Б. Защитно-приспособительные реакции воздухоносных отделов дыхательной системы человека // Архив АГЭ. – 2006. – № 4. – С. 41-48.
6. Державина Л.Л. Исследования морфофизиологических особенностей полости носа в норме и при функциональных нарушениях. – Изд-во «Ярославль», 2007. – 29 с.
7. Дильман В.М. Старение – патология или болезнь компенсации? // Актуальные

проблемы гериатрии и геронтологии. – М., 1994. – 123 с.

8. Кравчук А.П., Крюков А.И., Корепанова М.В. Гемодинамика слизистой оболочки полости носа, носовое дыхание и мукоцилиарный транспорт в норме и патологии // Вестн. отоларинг. – 2001. – № 5. – С. 38–40.
9. Митин Ю.В. Микрориноскопия // Вестн. оторинолар. – 2005. – № 3. – С.50-53.
10. Михайлов Ю.Х. Некоторые теоретические и методологические проблемы современной ринологии // Военно-медицинский журнал. – 2013. – № 6. – С. 52-56.
11. Пискунов С.З., Пискунов Г.З. Методика исследования функционального состояния слизистой оболочки полости носа // Методические рекомендации. – М., 2008. – 21 с.
12. Солдатов И.Б. Руководство по отоларингологии. – М., 2009. – 593 с.
13. Husson R. Physiologie de la respiration. // Paris: Masson. – 2013. – 591 p.
14. Holt G.R. Nasal region. // Otolaryngol-Clin-North-Am. – 2009. – pp.615–619.
15. Vinas E.C., Hodgkinson D. Hemodynamic changes in nasal circulations / Otolaryngol-Clin-North-Am. – 2008. – Sept. – pp.615–619.
16. Klineberg P., Rehder K., Huatt N. Pulmonary mechanics and gas exchange in seated normal man with chest restriction// J. Appl. Physiol. – 2010. – Vol.51. – No. 1. – pp. 26-32.
17. Limoni P. Transcranial ultrasonography in facial surgery //J. Clin.-Ter. – 2009. – pp. 559–566.
18. Mc Kenzie D.K., Gandevia S.C. Resistance to fatigue of human inspiratory muscles // Proc. Austral. Physiol, And Pharmacol. – 2012. – Vol. 2. – No. 2. – pp. 751-769.
19. Proctor D. Nasal mucosa transport and our ambient air // Laryngoscop. – 2008. – No. 1. – pp.58-62.
20. Passali D., Ciampoli M.B. Normal values of mucociliary transport time in young subjects // J. Pediatric Otorhinolaryngol. – 2015. – Vol. 9. – pp. 151-156.
21. Hof V., West P., Yones M. Steady state response of normal subject to inspiratory resistive load// J. Appl. Physiol. – 2006. – No. 5. – pp. 1471-1781.