

УДК 616-073.175:616-073.178

ИНТЕГРАЦИЯ РИНОМАНОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС НА АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ СИМУЛЯТОРЕ ПОЛОСТИ НОСА ЧЕЛОВЕКА

Проф. Г. И. Гарюк, доц. О. Г. Гарюк, А. Е. Светличный

Харьковская медицинская академия последипломного образования

Сложное анатомическое строение и физиология, связанная с аэродинамикой носового воздушного потока, делают вопрос диагностики дыхательной функции носа достаточно сложным для изучения. Симулятивные технологии позволяют упростить восприятие сложных процессов и повысить эффективность обучения врачей.

Симулятор позволяет отрабатывать диагностику функции носового дыхания по методу передней активной риноманометрии в комплексе с функциональными пробами. Полученные показатели соответствуют показателям реальной полости носа человека.

Использование симулятивных технологий позволяет эффективно внедрять в практику сложные диагностические методы. Наличие настроек позволяет проводить симуляции различных, в том числе редко встречающихся патологических комбинаций без привлечения и необходимости поиска пациентов для демонстрации.

Ключевые слова: симулятор, аэродинамика, функция носового дыхания, риноманометрия.

ІНТЕГРАЦІЯ РИНОМАНОМЕТРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС НА АЕРОДИНАМІЧНОМУ СИМУЛЯТОРІ НОСОВОЇ ПОРОЖНИНИ ЛЮДИНИ

Проф. Г. І. Гарюк, доц. О. Г. Гарюк, О. Е. Світличний

Складна анатомічна будова та фізіологія, що пов'язана з аеродинамікою носового повітряного потоку, роблять питання діагностики дихальної функції носа досить складним для вивчення. Симулятивні технології дають змогу спростити сприйняття складних процесів і підвищити ефективність навчання лікарів.

Симулятор створює можливість відпрацьовувати діагностику функції носового дихання за методом передньої активної риноманометрії у комплексі з функціональними пробами. Отримані показники відповідають показникам реальної носової порожнини людини.

Використання симулятивних технологій дає змогу ефективно впроваджувати в практику складні діагностичні методи. Наявність налаштувань допомагає проводити симуляції різних, у тому числі патологічних комбінацій, що рідко спостерігаються, без залучення та необхідності пошуку пацієнтів для демонстрації.

Ключові слова: симулятор, аеродинаміка, функція носового дихання, риноманометрія.

INTEGRATION OF RHINOMANOMETRIC MEASUREMENT INTO THE EDUCATIONAL PROCESS ON THE AERODYNAMIC SIMULATOR OF THE HUMANS NASAL CAVITY

G. I. Garyuk, O. G. Garyuk, O. Ye. Svitlychnyi

The complex anatomical structure and physiology associated with the aerodynamics of the nose air flow make the problem of diagnosing the respiratory function of the nose difficult enough to study. Simulative technologies allow you to simplify the perception of complex processes and increase the effectiveness of training physicians.

Simulator allows to practice the diagnosis of nasal breathing by the method of anterior active rhinomanometry with the functional tests complex. The indices obtained correspond to the indices of the real cavity of the nose of a person. Regulation availability allows simulations of various, including rare, pathological combinations without involving search for a demonstration of patients.

Keywords: simulator, aerodynamics, nasal breathing function, rhinomanometry.

В 1889 г. Цваардемакер (Zwaardemaker) использовал специальное зеркало для определения характеристик носового воздушного потока [2, 7]. К сегодняшнему времени произошло значительное развитие методов диагностики, изменилось представление о ме-

ханизме функционирования полости носа, углубились знания в аэродинамике носового дыхательного цикла [1]. Существующие методики риноманометрии основаны на сложном анализе получаемых данных и отличаются особенностями проведения различных проб.

Данная проблема оказалась для мирового научного сообщества столь объемной, что удостоена создания собственного комитета по стандартизации исследования носового дыхания (ISCOANA).

Анализируя имеющиеся на сегодняшний день методы диагностики патологии носового дыхания [2], мы понимаем, что анализу подвергаются в основном физические величины. Представление сложных аэродинамических и физических процессов составляет значительную трудность для многих практикующих врачей. Внедрение в программу подготовки врачей обучающих методик на основе симуляторов позволяет значительно упростить восприятие сложных физических процессов и повысить эффективность обучения [4, 5, 6].

Цель работы — повысить эффективность обучения врачей методике проведения риноманометрического исследования при помощи аэродинамического симулятора полости носа человека.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Комитетом по стандартизации измерений воздушного носового потока (ISCOANA) [3] передняя активная риноманометрия определена как наиболее физиологически адекватный и объективный метод оценки носового дыхания. Передняя активная риноманометрия проводится при помощи риноманометра OPTIMUS (Украина. Свидетельство о госрегистрации 14777/2015). Регистрация показателей R_{150} , $R_2(V_2)$, поведения ζ -коэффициента (дзетта-коэффициент) проводится поочередно в каждой половине носа по стандартной методике: первое измерение в исходном состоянии — в покое, второе измерение проводится после анемизации слизистой оболочки носа, третье — с пробой Коттла (Cottle), когда за счет оттягивания щеки отодвигается крыло носа, расширяя просвет переднего носового клапана. Данный комплекс проб необходим для дифференцировки локализации источника патологического носового сопротивления или его отсутствия.

В качестве симулятора полости носа используется аэродинамическая модель полости носа человека (рис. 1).

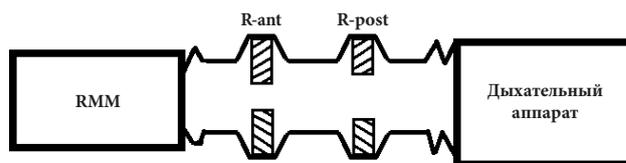


Рис. 1. Схема аэродинамического симулятора полости носа человека: RMM — риноманометр, R-ant — передний имитатор носового сопротивления в передних отделах полости носа и области переднего носового клапана, R-post — задний имитатор носового сопротивления в функциональном отделе полости носа

Имитаторы носового аэродинамического сопротивления (ИНАС) (R-ant — передний ИНАС, R-post — задний ИНАС) с изменяемыми характеристиками позволяют симулировать не только величину носового сопротивления, но и патологию носового сопротивления различных отделов полости носа, а также различные его комбинации. Имитация дыхания осуществляется аппаратом искусственной вентиляции легких.

Данная модель функционально отображает аэродинамически значимые отделы полости носа человека, которые, по сути, представляют собой конфузор (область преддверия носа), собственно область переднего носового клапана, диффузор (расширение сразу за передним носовым клапаном) и функциональную область (область носовых раковин) (рис. 2).



Рис. 2. Условное деление полости носа на аэродинамически обусловленные анатомо-функциональные области: передняя и задняя: 1 — преддверие полости носа (конфузор), 2 — передний носовой клапан, 3 — область резкого расширения (диффузор), 4 — функциональная область носовых раковин и заднего носового клапана

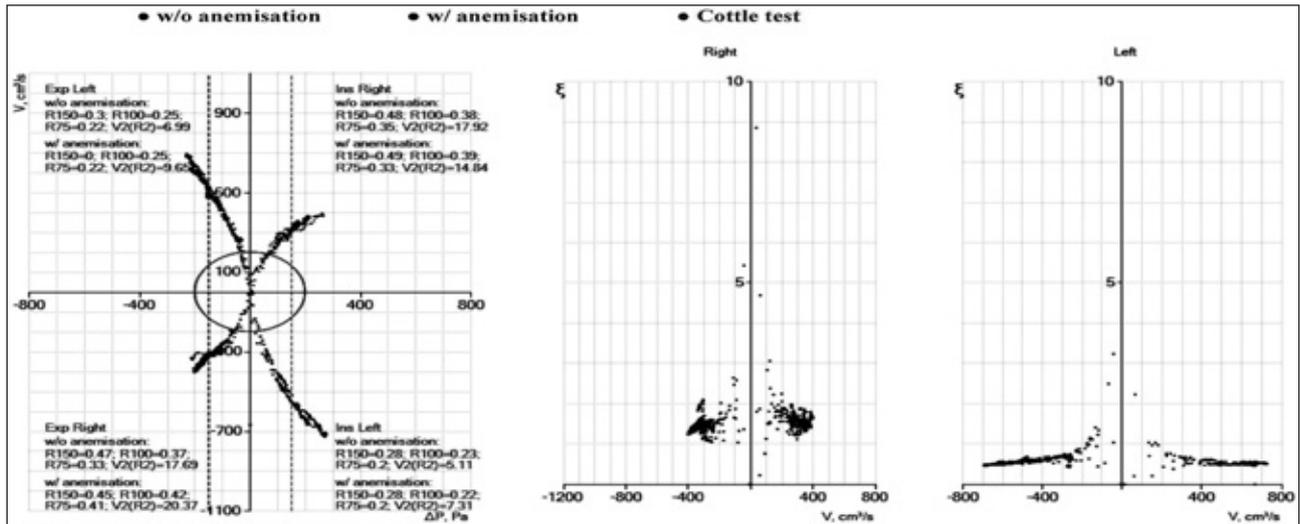
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Просвет ИНАС настраивается в соответствии с реальными показателями носового сопротивления человека и имеет градацию

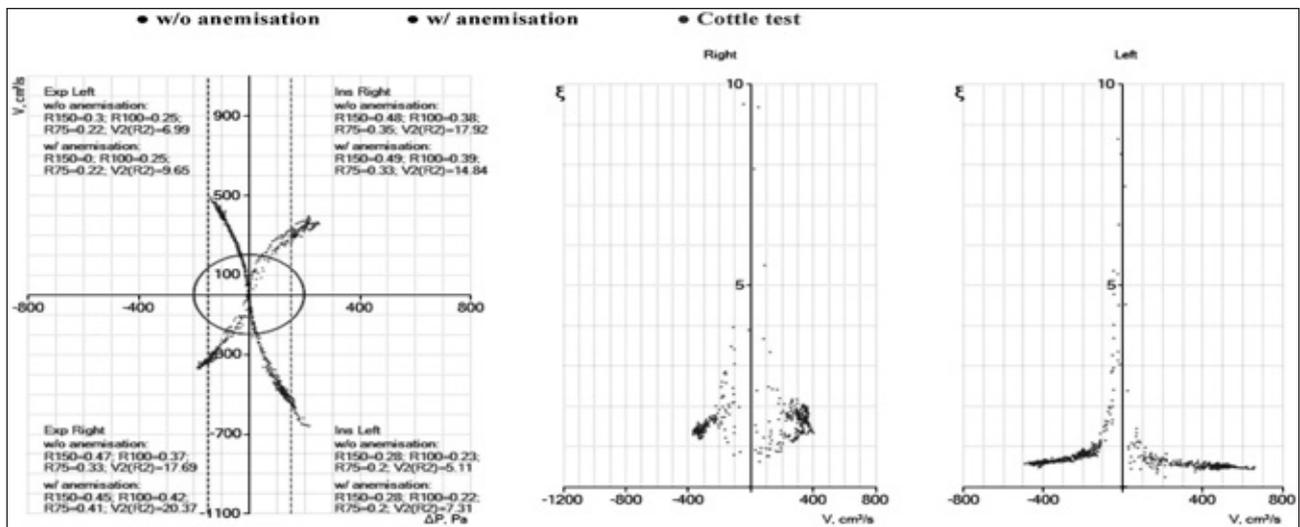
Таблиця 1

Варианты настроек аэродинамического симулятора полости носа человека, поведение ζ -коэффициента и их соответствие некоторым патологическим состояниям

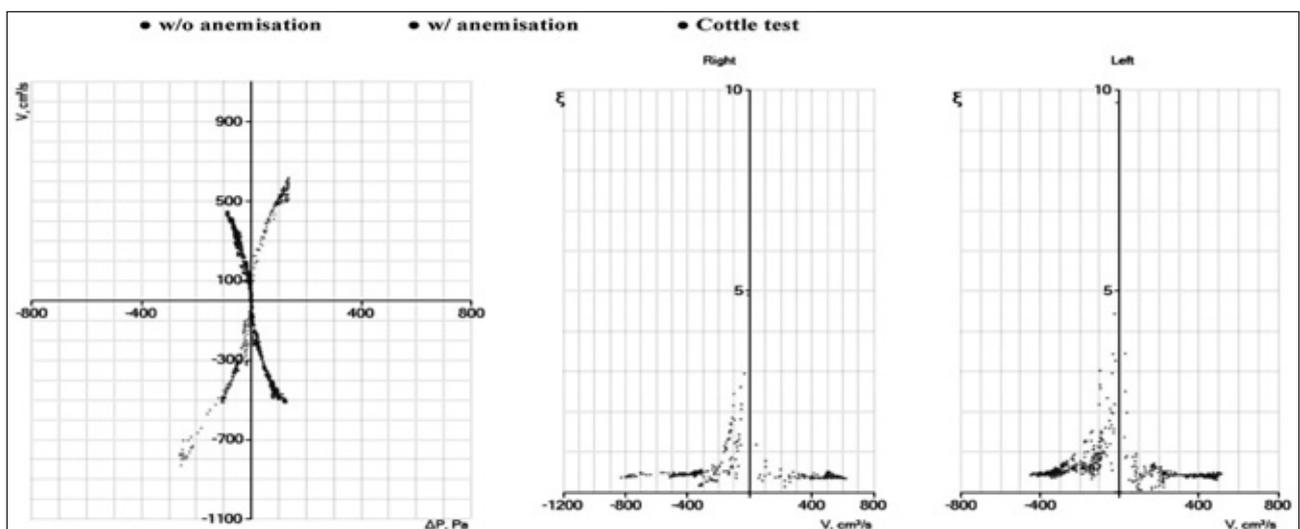
Возможные комбинации локализации носового сопротивления	Варианты конфигурации ИНАС на различных этапах выполнения протокола исследования			Патологические эквиваленты
	Исходное состояние	После анемизации слизистой оболочки полости носа	Проба Коттла	
Только передние отделы	R-ant повышенное, R-post нормальное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant повышенное, R-post нормальное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. снижается, появляется зона автомодельности)	Искривление носовой перегородки в области переднего носового клапана
	R-ant повышенное, R-post нормальное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant повышенное, R-post нормальное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant повышенное, R-post нормальное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	Искривление всей хрящевой части носовой перегородки (необходимо проведение дополнительной пробы Коттла)
Только задние отделы	R-ant нормальное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. нормальный, с зоной автомодельности)	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. нормальный, с зоной автомодельности)	Вазомоторный, аллергический или медикаментозный ринит (необходимо клинически дифференцировать с нормальным носовым циклом)
	R-ant нормальное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	Гипертрофический ринит, полипоз носа, новообразование полости носа, искривление носовой перегородки в задних отделах
Сочетание передних и задних отделов	R-ant повышенное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant повышенное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant повышенное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	Искривление носовой перегородки в передних и задних отделах, тотальный полипоз полости носа, новообразования, затрагивающие все отделы полости носа
	R-ant повышенное, R-post повышенное (ζ -коэф. высокий, без зоны автомодельности)	R-ant повышенное, R-post нормальное (ζ -коэф. высокий или незначительно снижается, без зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. нормальный, с появлением зоны автомодельности)	Сочетание искривления носовой перегородки в передних отделах и вазомоторного, аллергического или медикаментозного ринита (вазомоторный компонент необходимо дифференцировать с нормальным носовым циклом)
Нет патологического сопротивления	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. нормальный, с наличием зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. нормальный, с наличием зоны автомодельности)	R-ant нормальное, R-post нормальное (ζ -коэф. нормальный, с наличием зоны автомодельности)	Без патологии



a



b



v

Рис. 3. Вид риноманометрического графика при формировании патологического носового сопротивления в переднем отделе правой половины носа:

a — исходное измерение, б — после проведения анемизации слизистой оболочки, в — после проведения пробы Коттла

регулювань для вибору режиму симуляції. Симуляція дослідження проходить ідентично протоколу дослідження реальних пацієнтів: в вихідному стані, після анемізації слизової оболонки носа і з пробой Коттла. Преподаватель з допомогою регулювань ІНАС-симулятора задає поєднання аеродинамічних змін після кожної проби, імітуючи різні варіації результатів дослідження. Обучаемий оцінює їх і характеризує. Після отримання додаткової клінічної інформації стає постановка діагнозу і рішення питання про варіанти лікування. Намі отримані варіанти поєднань патологічних опортів в порожнині носа і їх відповідність реальним патологічним станам (табл. 1). Можливість зміни конфігурації ІНАС безпосередньо в ході дослідження дозволяє наочно демонструвати навчаєму зміни реєструємих загальних опортів (R_{150} , V_2), графіків «дифференціальне тиск — витрата» і поведінку ζ -коефіцієнта.

Розглянемо на прикладі реального клінічного випадку пацієнта С., 34 років, з формуванням патологічного носового опортів в області переднього носового клапана за рахунок викривлення перегородки носа в цьому відділі. Варіанти налаштувань аеродинамічного симулятора порожнини носа відповідають першій строці

в табл. 1. При симуляції отримуємо показники носового опортів і ζ -коефіцієнта (рис. 3).

Після надання рентгенологічної картини лікар, проходить навчання, повинен зробити висновок про те, що такому пацієнту необхідно корекція хрящової частини носової перегородки в області переднього носового клапана, задні відділи носової перегородки навіть при значних відхиленнях оперуватися не повинні, так як після анемізації з пробой Коттла (Cottle) поведінку ζ -коефіцієнта нормалізується, що свідчить про нормалізацію аеродинаміки порожнини носа.

ВИВОДИ

1. Представлений аеродинамічний симулятор відповідає реальним характеристикам порожнини носа людини, які можна змінювати в залежності від поставленої задачі.

2. Можливість симуляції різних, в тому числі і рідко зустрічаємих патологічних станів виключає необхідність пошуку і привертання реальних пацієнтів для навчання.

3. Використання технології симуляцій вимірювань підвищує ефективність і *перспективність* навчання риноманометричними методами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гарюк О. Г. Особливості розподілу носового дихального циклу на шість фаз / О. Г. Гарюк, А. С. Нечипоренко, В. В. Чмовж // Журн. вушних, носових і горлових хвороб. — 2013. — № 6. — С. 59–62.
2. Гарюк О. Г. Риноманометрія (Сообщение 1 : Исторический обзор) / О. Г. Гарюк // Ринологія. — 2013. — № 1. — С. 40–51.
3. Гарюк О. Г. Риноманометрія (Сообщение 2 : Современное состояние вопроса) / О. Г. Гарюк // Ринологія. — 2013. — № 3. — С. 32–45.
4. Issenberg S. B. Simulation in health care education / S. B. Issenberg, R. J. Scalese // *Perspect Biol. Med.* — Winter. — 2008. — Vol. 51, № 1. — P. 31–46. — DOI:10.1353/pbm.2008.0004.
5. Khan K. Simulation in medical education / K. Khan, T. Pattison, M. Sherwood // *Med. Teach.* — 2011. — Vol. 33, № 1. — P. 1–3. — DOI: 10.3109/0142159X.2010.519412.
6. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82 / I. Motola, L. A. Devine, H. S. Chung [et al.] // *Medical Teacher.* — 2013. — Vol. 35, № 10. — P. e1511–e1530. — DOI: 10.3109/0142159X.2013.818632.
7. Zwaardemaker H. Ademaanslag al diagnosticum der nasal stenose / H. Zwaardemaker // *Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde.* — 1889. — Vol. 25. — P. 297–300.