

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ВРАЧЕЙ-ОТОЛАРИНГОЛОГОВ НА 3D-МОДЕЛЯХ ПОЛОСТИ НОСА И ОКОЛОНОСОВЫХ ПАЗУХ

Доц. О. Г. Гарюк, канд. мед. наук А. Ю. Меркулов, канд. тех. наук А. С. Нечипоренко\*

**Харьковская медицинская академия последипломного образования,**

**\*Харьковский национальный университет радиоэлектроники**

*Рассмотрен вопрос использования созданных на основе компьютерно-томографических срезов трехмерных стереолитографических моделей полости носа и околоносовых пазух с целью обучения врачей-отоларингологов особенностям эндоскопических хирургических вмешательств в этой анатомической области.*

**Ключевые слова:** полость носа и околоносовые пазухи, компьютерная томография, трехмерная реконструкция, стереолитографическая модель, эндоскопическая ринохирургия.

### ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ЛІКАРІВ-ОТОЛАРИНГОЛОГІВ НА 3D-МОДЕЛЯХ ПОРОЖНИНИ НОСА І НАВКОЛОНОСОВИХ ПАЗУХ

Доц. О. Г. Гарюк, канд. мед. наук О. Ю. Меркулов,

канд. тех. наук А. С. Нечипоренко\*

*Розглянуто питання використання створених на основі комп'ютерно-томографічних зрізів тривимірних стереолітографічних моделей порожнини носа і навколоносових пазух із метою навчання лікарів-отоларингологів особливостям ендоскопічних хірургічних утручань у цій анатомічній ділянці.*

**Ключові слова:** порожнина носа й навколоносові пазухи, комп'ютерна томографія, тривимірна реконструкція, стереолітографічна модель, ендоскопічна ринохирургія.

### OPTIMIZATION OF TRAINING OTOLARYNGOLOGISTS ON A 3D-MODELS OF THE NASAL CAVITY AND PARANASAL SINUSES

O. G. Garyuk, A. Yu. Merkulov, A. S. Nechiporenko\*

*Discusses the use of 3D-models of the nasal cavity and paranasal sinuses according to a computer tomography for otolaryngologists education of endoscopic surgery's features.*

**Key words:** nasal cavity and paranasal sinuses, computer tomography, 3D-reconstruction, stereolithographic model, endoscopic rhinosurgery.

Современные подходы к лечению заболеваний носа и придаточных пазух требуют совершенных знаний его анатомии, возрастных и индивидуальных особенностей каждого пациента [2, 3].

Для овладения сложной техникой эндоскопических вмешательств необходимо создание учебных моделей, приближенных к натуральным анатомическим особенностям носа и околоносовых пазух [1, 4].

Существующие методы обучения в основном используют 3D-визуализацию, для обучения анатомии, базовым клиническим и эндохирургическим навыкам [6]. Широкое распространение получили системы хирургической симуляции [5], которые позволяют воссоздавать реальный ход оперативных вмешательств, моделировать возникновение различных осложнений с выбором алгоритма действий врача. Такие тренажеры-симуляторы в основном предназначены для виртуальной отработки базовых эндохирургических техник, выполнения лапароскопических операций. Системы хирургической

симуляции используются для обучения в абдоминальной хирургии, гинекологии, урологии, офтальмохирургии, ангиографии. Однако анатомические особенности тканей носа и околоносовых пазух, обусловленные наличием сложных костных структур, не позволяют осуществлять виртуальную хирургическую симуляцию так, как это делается на мягких тканях (например при холецистэктомии).

Следовательно, учитывая специфику оториноларингологических операций, нами предложена и осуществлена идея создания 3D стереолитографической модели носовой полости и околоносовых пазух по КТ-средам.

Для создания модели на начальном этапе производится комплексная обработка томографических изображений, которая включает в себя: предварительную обработку для сглаживания шумов; формирование сегментированного изображения; а также морфологическую фильтрацию для выделения контура на границе воздух-кость. Таким образом

происходит выделение областей воздушных структур. Поскольку носовая полость и околоносовые пазухи представляют собой анатомическое образование со сложной негладкой поверхностью, а детальное представление ее геометрических особенностей важно для выполнения условия физической корректности модели, для построения объемного изображения используется метод триангуляции набора точек. В результате для построения объемной модели сегментированные элементы представляются в виде полигональной сетки, т. е. все связанные компоненты воздушных структур на каждом томографическом срезе последовательно соединяются между собой. На заключительном этапе осуществляется процедура идентификации граничного слоя областей воздушных структур толщиной в один элемент изображения, так называемая контурная визуализация воздушных структур (рис. 1).

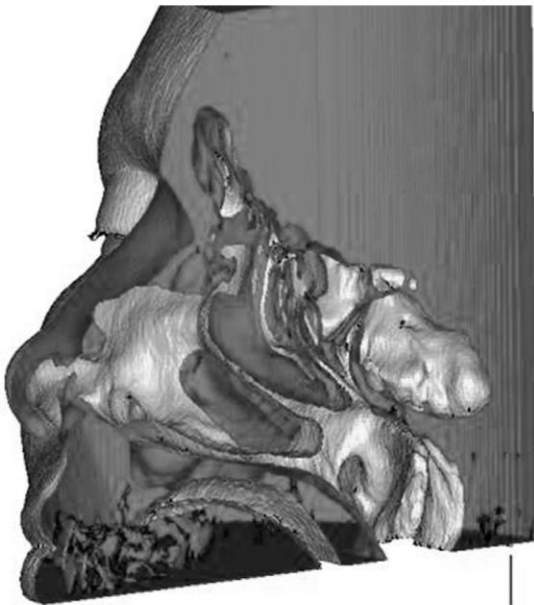


Рис. 1. Анатомическое очертание носовой полости

После этого трехмерная модель экспортируется в формат \*.stl для быстрого прототипирования. Следовательно, мы получаем твердотельную модель, физико-химические свойства которой при необходимости можно изменять, используя для этих целей соответствующие фотополимерные материалы для прототипирования. Это позволяет отображать анатомические свойства исследуемого объекта — модель из прозрачного фотополимерного материала (рис. 2).

Для проверки адекватности модели было проведено сравнение исходных томографических срезов пациента и томографических срезов модели (рис. 3).

Полученная модель является анатомически правдоподобной и наиболее точной с геометрической точки зрения копией полости носа и околоносовых пазух человека.

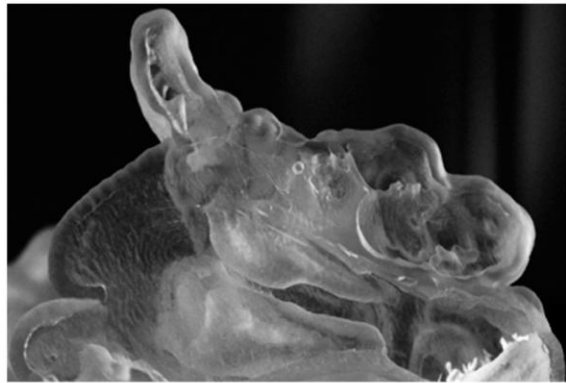


Рис. 2. Модель носовой полости и околоносовых пазух, полученная методом стереолитографии



Рис. 3. Сопоставление КТ-срезов пациента и модели



Одним из достоинств стереолитографических моделей является разборная конструкция, это дает возможность как изучать анатомические особенности, так и проводить предоперационное планирование с учетом всех возможных осложнений и вариантов хирургической тактики.

Достоинством таких моделей является и то, что полученную и сохраненную в цифровом виде модель можно легко размножить в нужном для тренировок, обучения или для целей планирования количестве. С целью обучения врачей-отоларингологов созданы модели с различными вариантами строения носа и околоносовых пазух, а также с различными вариантами патологических процессов в них, от простых до сложных и редко встречающихся вариантов анатомического строения. Особенно важно это при таких вариантах анатомического строения, когда вероятность осложнений при хирургических манипуляциях высока.

На кафедре проводится обучение врачей-отоларингологов с применением стереолитографических моделей носа и околоносовых пазух по овладению техникой эндоскопической гайморотомии с извлечением инородного тела, по технике эндоскопического расширения естественного соустья верхнечелюстной пазухи, сфенотомии и фронтотомии.

Предложенный подход позволяет оптимизировать процесс обучения, а также повысить его эффективность, особенно при обучении высокотехнологическим хирургическим методикам. Это сводит к минимуму вероятность ошибок при реальных оперативных вмешательствах, сокращает время оперативных вмешательств не только благодаря тренировке хирургической техники, но и благодаря возможности планирования действий врача в сложной анатомической ситуации.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Модель полости носа и околоносовых пазух по данным компьютерно-томографического исследования / Г. И. Гарюк, О. Г. Гарюк, А. С. Нечипоренко, А. В. Меркулов // Ринологія. — 2012. — № 3. — С. 3–7.
2. Пискунов И. С. Клиническая анатомия решетчатой и клиновидных костей и формирующиеся в них пазух: монография / И. С. Пискунов, В. С. Пискунов. — Курск: ГОУ ВПО КГМУ Росздрава, 2011. — 296 с.
3. Талалаенко И. А. Предоперационное обследование и ведение больных с аномалиями внутриносовых структур / И. А. Талалаенко, С. К. Боенко, Д. С. Боенко // Ринологія. — 2010. — № 1. — С. 19–23.
4. Функціональна ендоскопічна ринохірургія / За ред. С. К. Боенко. — Донецьк: Норд-Прес, 2010. — 235 с.
5. Camara O. Computational modeling of thoracic and abdominal anatomy using spatial relationships for image segmentation / O. Camara, O. Colliot, I. Bloch // Real time imaging. — 2008. — 10 (4). — P. 263–273.
6. Virtual reality and augmented reality applied to laparoscopic and notes procedures / L. Soler, S. Nicolau, J. B. Fasquel [et al.] // Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2008. 5th IEEE International Symposium 14–17 May 2008. — P. 1399–1402.