

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



**XVIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПОЛЯ ТЕХНІЧНИХ
І БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Посвідчення УкрІНТЕІ № 520 від 18.10.2018

Матеріали конференції



Кременчук – 2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

*XVIII Міжнародна науково-технічна конференція
«Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів»*

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

*XVIII Международная научно-техническая конференция
«Физические процессы и поля технических и биологических объектов»*

CONFERENCE PROCEEDINGS

*XVIII International scientific and technical conference
«Physical processes and fields of technical and biological objects»*

(посвідчення про реєстрацію УкрІНТЕІ № 520 від 18.10.2018)

Кременчук, 1–3 листопада 2019 р.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В РИНОЛОГИИ

Носова Я.В., Тимкович М.Ю., Худаева С.А., Аврунин О.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
пр. Науки, 14, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: oleh.avrunin@nure.ua

Рассматриваются особенности технологий 3d моделирования для задач компьютерного планирования в ринологии. Показано, что для повышения эффективности компьютерного планирования хирургических вмешательств целесообразно использовать натурные модели, полученные по данным реальных пациентов и исследовать аэродинамические характеристики носовой полости до и после виртуальной коррекции с последующим прототипированием. С помощью испытаний натурных 3D-моделей носовой полости на аэродинамическом стенде достигается проверка адекватности планируемых корректирующих воздействий. Получаемые функциональные показатели носового дыхания являются основой для изучения геометрии носовой полости и определения объема оперативного лечения.

Ключевые слова: 3D-печать, верхние дыхательные пути, компьютерное планирование, ринология, носовое дыхание.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМП'ЮТЕРНОГО ПЛАНУВАННЯ В РИНОЛОГІЇ

Носова Я.В., Тимкович М.Ю., Худаєва С.А., Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна. E-mail: oleh.avrunin@nure.ua

Розглядаються особливості технологій 3D моделювання для задач комп'ютерного планування в ринології. Показано, що для підвищення ефективності комп'ютерного планування хірургічних втручань доцільно використовувати натурні моделі, отримані за даними реальних пацієнтів і досліджувати аеродинамічні характеристики носової порожнини до і після віртуальної корекції з наступним прототипуванні. За допомогою випробувань натурних 3D-моделей носової порожнини на аеродинамічному стенді досягається перевірка адекватності планованих коригувальних впливів. Отримувані функціональні показники носового дихання є основою для вивчення геометрії носової порожнини і визначення обсягу оперативного лікування.

Ключові слова: 3D-друк, верхні дихальні шляхи, комп'ютерне планування, ринологія, носове дихання.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В настоящее время широкое развитие получила область компьютерного планирования хирургических вмешательств, под которым понимается виртуальное моделирование оперативного вмешательства и прогнозирование его функционального результата [1, 2]. Изначально такие методы применялись в стереотаксической нейрохирургии для определения высокоточного доступа к оперируемым структурам [3, 4] и постепенно внедряются во все виды малоинвазивных вмешательств [5,6]. Особенностью оперативных вмешательств при восстановлении носового дыхания является объединение диагностических функциональных (риноманометрических) и топографо-анатомических (томографических) данных с целью определить оптимальную конфигурацию носовой полости для физиологически адекватного носового сопротивления при различных режимах дыхания [7, 8]. Для повышения эффективности компьютерного планирования хирургических вмешательств целесообразно использовать натурные модели, полученные по данным реальных пациентов и исследовать аэродинамические характеристики носовой полости до и после виртуальной коррекции с последующим прототипированием.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В настоящее время наиболее современной и доступной технологией быстрого прототипирования является экструзионная 3D-печать. Преимуществом этой технологии является создание реальных моделей верхних дыхательных путей, их внутренней структуры и воздухоносных полостей по данным медицинской интроскопической визуализации (рентгеновской спиральной компьютерной томографии – СКТ, магнитно-резонансной томографии – МРТ) с учетом изменения архитектоники носовой полости при конкретной патологии. На рисунке 1 представлена иллюстрация этапов быстрого прототипирования носовой полости по данным СКТ (рис. 1, а) и полученная натурная 3D модель носовой полости (рис. 1,б), на которой отчетливо видны подложка и поддержки выступающих воздухоносных полостей для обеспечения их точной геометрической формы и отсутствия провисаний. Результирующая погрешность изготовления модели

из PLA пластика по исходным СКТ-данным и прототипирования на 3D-принтере Wanhao Duplicator i3 составляет около 0,5 мм.

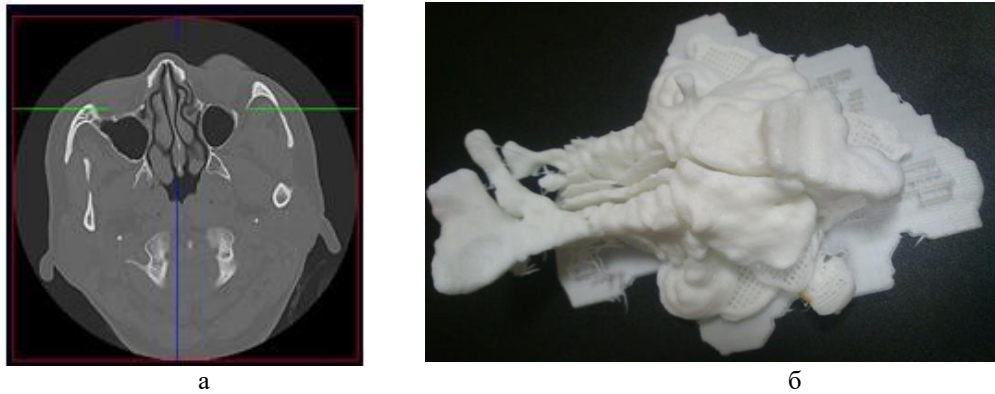


Рисунок 1 – Иллюстрация этапов быстрого прототипирования носовой полости:

а) исходный акситальный СКТ-срез на уровне верхних дыхательных путей, б) результирующая натурная 3D модель носовой полости

Структурная схема этапов подготовки модели для проведения компьютерного планирования операции на натурной модели состоит в получении данных от средств интроскопии, создании трехмерной модели исследуемой области, подготовке этой модели для прототипирования с помощью специализированных программ-слайсеров, разбивающих модель на срезы с учетом аппаратных особенностей устройства печати, этапа, непосредственно, печати для получения натурной модели, тестирование полученной модели с помощью аэродинамического стенда для измерения и исследования характеристик воздушного потока при различных физиологических расходах и носового дыхания с последующим внесением на виртуальной 3D-модели корректирующих воздействий.

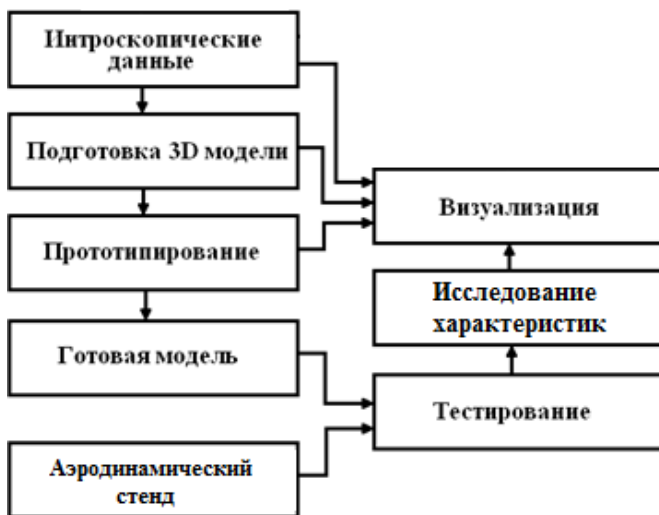


Рисунок 2 – Структурная схема этапов подготовки и проведения компьютерного планирования в ринологии на натурных моделях

ВЫВОДЫ. При проведении диагностики и планирования ринологических операций необходимо учитывать комплексные данные об архитектонике верхних дыхательных путей и результаты функциональных исследований. С помощью испытаний натурных 3D-моделей носовой полости на аэродинамическом стенде достигается проверка адекватности планируемых корректирующих воздействий. Получаемые функциональные показатели носового дыхания являются основой для изучения геометрии носовой полости и определения объема оперативного лечения. Результирующая погрешность изготовления модели по исходным СКТ-данным и прототипирования на 3D-принтере Wanhao Duplicator i3 составляет около 0,5 мм, что позволяет исследовать такие аэродинамические характеристики носовой полости, как расход и перепад давления, но не пригодна для изучения пристеночных течений. Перспективой работы является подготовка моделей и оборудования для печати структур носовой полости из материалов максимально приближенных по физическим свойствам к реальным биологическим тканям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврунін О.Г., Бодяньський С.В., Семенець В.В., Філатов В.О., Шушляпіна Н.О. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія.– Харків: ХНУРЕ, 2018. – 125 с.
2. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань: монографія / О.Г. Аврунін, С.Б. Безшапочний С.В. Бодяньський., В.В. Семенець, В.О. Філатов. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 210 с.
3. Аврунин О. Г. Определение степени инвазивности хирургического доступа при компьютерном планировании оперативных вмешательств / О. Г. Аврунин, М. Ю. Тымкович, Х. И. Фарук // Бионика интеллекта. – 2013. – № 2 (81). – С. 101–104.
4. Сипитый В.И., Пятикоп В.А., Кутовой И.А., Аврунин О.Г. Опыт проведения стереотаксических расчетов с использованием интраоперационной компьютерной томографии / В. И. Сипитый, В. А. Пятикоп, И. А. Кутовой, О. Г. Аврунин // Український нейрохірургічний журнал.– 2006. – № 3. – С. 58–62.
5. Аврунин О.Г. Визуализация вентролатерального ядра таламуса головного мозга человека / О. Г. Аврунин, В. В. Семенец, С. Ю. Масловский// Радиоелектроника и информатика.– 1998.– № 1/(2). – С. 132– 134

6. Аврунін О.Г., Бодянський Є.В., Калашник М.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 248 с.
7. Avrunin O.G., Nosova Y.V., Paliy V.G., Shushlyarina N.O., Kalimoldayev M., Komada P., Sagymbekova A., Study of the air flow mode in the nasal cavity during a forced breath. Proceedings Volume 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017; 104453H.
8. Аврунин О.Г. Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания: монография / О.Г. Аврунин, Р.С. Томашевский, Х.И. Фарук. – Харьков, ХНАДУ. – 2015. – 208 с.