

УДК 616-089-059

**СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
НАВИГАЦИОННЫХ МАТРИЦ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА:  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КАДАВЕРЕ СВИНЬИ**

*Ковалёв Е. В.<sup>1</sup>, Дьяков И. В.<sup>2</sup>, Гуринович В. А.<sup>1</sup>*

**Научный руководитель: к.м.н. С. И. Кириленко**

<sup>1</sup>Учреждение

«Гомельская областная клиническая больница»,

<sup>2</sup>Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

***Введение***

Аддитивные технологии — технологии изготовления объектов, путем послойного синтеза материалов с использованием 3D-печати [1].

Шейный отдел позвоночника является сложным уровнем для постановки винтов. Это связано с тем, что он обладает высокой степенью мобильности и рядом расположены крупные сосуды и спинной мозг. В краниовертебральном отделе основным видом задней стабилизации является фиксация по методике Goel-Harms, а в субаксиальном — транспедикулярная. Техники постановки винтов можно разделить на метод свободной руки (free hand) и навигирования. Наиболее безопасным для пациента являются различные способы навигирования инструмента для постановки винтовой конструкции. Самым оптимальным способом навигирования считается использование интраоперационного компьютерного томографа и навигационной станции, что является дорогостоящей техникой и требует определенных параметров специализированной операционной и операционного стола. И даже в этом случае мобильность шейного отдела позвоночника, не позволяет добиться точного позиционирования винтов интраоперационно, и не исключает риски мальпозиции (отклонение винта от необходимой траектории). Индивидуальные навигационные матрицы — это новый вид хирургической технологии в спинальной нейрохирургии, благодаря точному позиционированию имплантируемой винтовой конструкции.

***Цель***

Используя аддитивные технологии, создать индивидуальные навигационные матрицы в эксперименте на шейном отделе позвоночника свиньи и оценить эффективность их применения при проведении винтов.

***Материал и методы исследования***

Использован шейный отдел позвоночника свиньи. Создание индивидуальных навигационных матриц выполнялось с помощью программного обеспечения: 3D Sliser, CINEMA 4D R14, Meshmixer. Проведен анализ результатов применения индивидуальных навигационных матриц при проведении 12 винтов. Эксперимент выполнен на базе учреждения «Гомельская областная клиническая больница», нейрохирургическое отделение № 2 в 2020 г.

***Результаты исследования и их обсуждение***

Имплантиции винтов планировалась в шейный отдел позвоночника свиньи, уровень С1–С7. Для создания индивидуальных навигационных матриц было необходимо выполнить ряд этапов. Выполнена компьютерная томография шейного отдела позво-

ночника свиньи, на аппарате LightSpeed 16 Pro (General Electric) с толщиной среза 1,25 мм. Все изображения сохраняли в формате DICOM. В программном обеспечении 3D Slicer создавали 3D-модель необходимую для планирования операции и экспортировали ее в файл с расширением stl. В программном обеспечении CINEMA 4D R14 происходило создание и моделирование индивидуальных навигационных матриц на 3D-модели позвонка. Матрица имеет направляющий полый цилиндр и поверхности контакта с задней частью позвонка. Направляющий цилиндр строился таким образом, чтобы предполагаемый винт проходил между позвоночным каналом и отверстием для позвоночной артерии. Моделирование расположения винтов строго в костных структурах. В программе Meshmixer происходило объединение созданной навигационной матрицы в один объект. Печать матриц происходила на 3D-принтере «Engineer V2» из пластика ABS (акрилонитрил бутадиен стирол) и HIPS (полистрирол).

Фрагменты шейного отдела позвоночника свиньи имеют схожие анатомические элементы с позвонником человека. Были изготовлены индивидуальные навигационные матрицы. Дорзальные структуры позвонков очищали от мягких тканей, после чего матрицы прикладывали до ощущения полного контакта. Точками опоры матрицы на задней поверхности позвонка является область дуг и основания остистого отростка. Каждая индивидуальная навигационная матрица накладывалась на задний опорный комплекс позвонка, моделирование которой выполнялось при помощи компьютерных программ. Матрицы имели направляющие цилиндры с внутренним диаметром 3 мм и наружным 8 мм. Через направляющие цилиндры матриц при помощи низкооборотистой дрели формировали каналы через дуги и корни в тело позвонка, для этого использовали сверло диаметром 3 мм. В созданные каналы вводили моноаксиальные винты диаметром 3,5 мм. Выполнена контрольная компьютерная томография шейного отдела позвоночника на уровне введенных винтов (C1–C7).

Безопасность введенных винтов оценивали по методу Kaneyama et al. [2]. Оценка происходила по следующим критериям: степень 0 — винт находится полностью внутри костных структур; степень 1 — винт частично перфорирует костную структуру, но более 50 % диаметра винта находится внутри кости; степень 2 — винт перфорирует костную структуру, при этом более 50 % диаметра винта находится за пределами кости; степень 3 (пенетрация) — винт находится полностью за пределами кости. Было установлено 12 винтов. Все 12 винтов не выходят за пределы костных структур, что соответствует уровню безопасности 0.

### **Выводы**

Все 12 введенных винтов при помощи индивидуальных навигационных матриц строго находятся в костных структурах позвонка и соответствуют уровню безопасности 0 по методу Kaneyama et al. Технология 3D-печати является доступным и перспективным направлением в спинальной нейрохирургии и снижает риски мальпозиции винтов при их транспедикулярном введении в мобильном шейном отделе позвоночника. Использованный нами метод создания и изготовления индивидуальных навигационных матриц позволяет с высоким уровнем безопасности имплантировать винтовые конструкции. Дальнейшие исследования пройдут так же с выявлением показателей безопасности и точности имплантируемой конструкции.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. ГОСТ Р 57558-2017/ISO/ASTM 52900:2015 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. — Часть 1. Термины и определения.
2. The availability of the screw guide template system for insertion of mid-cervical pedicle screw — technical note / S. Kaneyama [et al.] // J Spine. — 2013. — № 3. — 1000151. — DOI:10.4172/2165-7939.1000151.