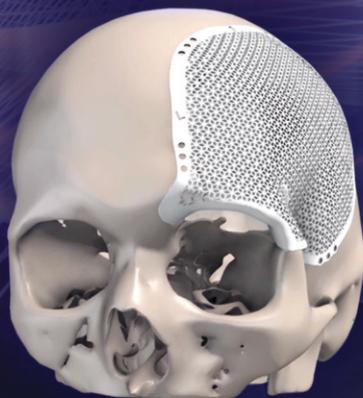
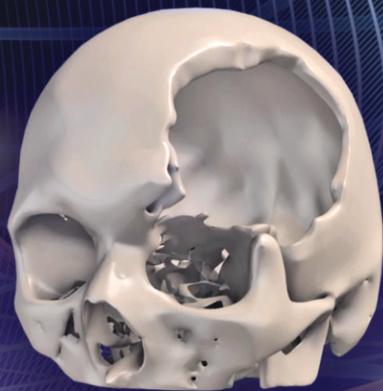


В.В. Ступак, С.В. Мишинов, Н.А. Копоружко

# Компьютерное моделирование и трехмерная печать в реконструктивной хирургии дефектов костей черепа



Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии  
и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**В.В. Ступак, С.В. Мишинов, Н. А. Копорушко**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ТРЕХМЕРНАЯ ПЕЧАТЬ  
В РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ  
ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА**

*Монография*

Научно-инновационный центр  
Красноярск, 2022

УДК 616.8-089:616.714.1:004.852  
ББК 56.13я73: 32.973.26-018.2  
С88

*Рецензенты:*

**Павел Геннадьевич Шнякин**, д-р мед. наук,  
заведующий кафедрой травматологии, ортопедии  
и нейрохирургии с курсом ПО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого;  
**Дмитрий Андреевич Долженко**, д-р мед. наук, профессор,  
заведующий нейрохирургическим отделением  
КГБУЗ «Краевая клиническая больница» г. Барнаул

**Ступак, Вячеслав Владимирович.**

С88 **Компьютерное моделирование и трехмерная печать в реконструктивной хирургии дефектов костей черепа:** монография / В.В. Ступак, С.В. Мишинов, Н.А. Копорушко. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2022. – 212 с.

**ISBN 978-5-907608-00-9**

**DOI: 10.12731/978-5-907608-00-9**

Краниопластика – второй в истории развития нейрохирургии вид оперативного вмешательства, и сегодня не теряет своей актуальности, несмотря на развитие цивилизации и совершенствование медицинской науки.

Тенденции персонализированной медицины сформировали свою нишу в нейрохирургии, которая в первую очередь включила в себя реконструктивные вмешательства, направленные на восстановление утраченных структур черепа. Каждая подобная операция является уникальной, поскольку не существует двух абсолютно идентичных больных с одинаковыми дефектами костей черепа.

Развитие компьютерного трёхмерного моделирования нашло своё применение в разрезе проектирования индивидуальных имплантатов: так, процесс создания трёхмерной модели черепа, равно как и создания имплантата, перекочевал в виртуальную среду. После создания имплантата в компьютерной программе его можно воссоздать с помощью трёхмерной печати, которая на сегодняшний день уже крепко укоренилась в парадигме современного медицинского производства.

В работе освещена проблема современной реконструктивной нейрохирургии и представлен опыт оперативных вмешательств с применением индивидуальных имплантатов, полученных путем прямого лазерного спекания порошка титанового сплава на установках промышленного аддитивного производства.

**ISBN 978-5-907608-00-9**

© В.В. Ступак, С.В. Мишинов,  
Н.А. Копорушко, 2022  
© ФГБУ «ННИИТО  
им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России  
© Оформление.  
Научно-инновационный центр, 2022

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	6
<b>ГЛАВА I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ</b>	
<b>ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ</b>	
<b>ПОСТТРЕПАНАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ ЧЕРЕПА .....</b>	<b>9</b>
1.1. Причины возникновения дефектов костей черепа и их клинические проявления у больных .....	9
1.2. Материалы, используемые для краниопластики .....	15
<b>ГЛАВА II. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
<b>И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....</b>	<b>48</b>
2.1. Историческая справка .....	48
2.2. Материалы, используемые в аддитивном производстве .....	51
2.3. Основные виды трехмерной печати .....	55
2.4. Применение трехмерной печати в медицине .....	57
<b>ГЛАВА III. ДИАГНОСТИКА, МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ,</b>	
<b>ЛЕЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ</b>	
<b>У БОЛЬНЫХ С ДЕФЕКТАМИ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА .....</b>	<b>72</b>
3.1. Нейровизуализационные методы исследования оперированных больных. Краниография. МРТ головного мозга. МСКТ и трехмерное моделирование .....	72
3.2. Техника проведения операций. Оперативные вмешательства с использованием стандартных имплантатов из листового перфорированного титана. Оперативные вмешательства с использованием индивидуальных имплантатов из порошка титанового сплава. Проведение оперативных вмешательств по поводу мальформации Киари I типа .....	77
3.3. Оценка клинических результатов хирургии .....	107
3.3.1. Неврологическая оценка в клинической карти- не заболевания .....	107
3.3.2. Местная характеристика дефектов костей черепа .....	108

3.3.3. Оценка косметических результатов реконструктивных операций на черепе .....	108
3.3.4. Изучение ведущих клинических синдромов у оперированных больных .....	111
3.3.5. Исследование тканевых изменений головного мозга .....	111
<b>ГЛАВА IV. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ</b> .....	113
4.1. Описание клинических наблюдений больных с дефектами черепа .....	113
4.2. Тканевые изменения головного мозга у оперированных больных .....	120
4.3. Клинические синдромы у оперированных больных .....	124
4.4. Характеристика больных, оперированных по поводу мальформации Киари I типа .....	126
<b>ГЛАВА V. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА В ПОПУЛЯЦИИ НАСЕЛЕНИЯ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА)</b> .....	128
5.1. Причины возникновения дефектов костей черепа при различной патологии центральной нервной системы и число больных, нуждающихся в их закрытии .....	128
5.2. Данные о числе артифициальных дефектов черепа у больных, перенесших черепно-мозговую травму .....	135
<b>ГЛАВА VI. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СПЛАВА ТИТАНОВОГО ПОРОШКА ПУТЕМ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ И ЛИСТОВОГО ПЕРФОРИРОВАННОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА</b> .....	143
6.1. Морфологические данные реакции мягких тканей на индивидуальные имплантаты, изготовленные	

из сплава титанового порошка путем трехмерной печати и листового перфорированного титанового сплава .....	143
6.2. Результаты исследования плотности васкуляризации сосудами мягких тканей .....	155
6.3. Результаты сканирующей электронной микроскопии зоны контакта имплантата и мягких тканей .....	157
<b>ГЛАВА VII. КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ У БОЛЬНЫХ С ДЕФЕКТАМИ ЧЕРЕПА .....</b>	<b>165</b>
7.1. Косметические результаты хирургии .....	165
7.2. Результаты хирургии тканевых изменений головного мозга .....	187
7.3. Результаты хирургии в зависимости от имеющихся ведущих клинических синдромов .....	190
7.4. Клинические результаты хирургии больных с мальформацией Киари I типа .....	196
<b>ГЛАВА VIII. ОШИБКИ И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРАНИОПЛАСТИКИ.....</b>	<b>201</b>
8.1. Ошибки при проведении краниопластики .....	201
8.2. Послеоперационные осложнения .....	202
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>210</b>



Ступак Вячеслав Владимирович  
доктор медицинских наук, профессор,  
начальник научно-исследовательского  
отделения нейрохирургии  
ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» МЗ РФ



Мишинов Сергей Валерьевич  
кандидат медицинских наук,  
старший научный сотрудник, врач-нейрохирург  
отделения нейрохирургии № 1  
ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» МЗ РФ



Копорушко Николай Александрович  
кандидат медицинских наук,  
врач-нейрохирург, заведующий приемным отделением,  
ГБУЗ «Камчатская краевая больница  
им. А.С. Лукашевского»