

УДК 616.83:616.714.1-089.873-089.874-089.844:616-036.22

## **ЭТИОЛОГИЯ И ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ПРИОБРЕТЕННЫХ ДЕФЕКТОВ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПАТОЛОГИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ, И ЧИСЛО БОЛЬНЫХ, НУЖДАЮЩИХСЯ В ИХ ЗАКРЫТИИ, НА ПРИМЕРЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА**

**Копорушко Н.А.<sup>1</sup>, Ступак В.В.<sup>1</sup>, Мишинов С.В.<sup>1</sup>, Орлов К.Ю.<sup>2</sup>, Астраков С.В.<sup>3</sup>, Вардосанидзе В.К.<sup>4</sup>, Голобоков А.В.<sup>5</sup>, Бобылев А.Г.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна Минздрава России, Новосибирск, e-mail: nkoporushko@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБУ НМИЦ им. академика Е.Н. Мешалкина, Новосибирск, e-mail: niito@niito.ru;

<sup>3</sup>ГБУЗ НСО ГКБ № 25, Новосибирск;

<sup>4</sup>ГБУЗ НСО ГКБ № 1, Новосибирск;

<sup>5</sup>ГБУЗ НСО ГКБ № 34, Новосибирск;

<sup>6</sup>ГБУЗ НСО ГНОКБ, Новосибирск

Последствием трепанаций черепа у больных, имеющих различную нейрохирургическую патологию, нередко являются большие и обширные посттрепанационные дефекты, косметически обезображивающие голову и зачастую сопровождающиеся проявлениями синдрома трепанированного черепа. Чаще всего такие больные – люди трудоспособного возраста, из-за имеющихся посткраниоэктомических последствий ставшие инвалидами. В связи с этим повышение качества их жизни, возвращение к трудовой деятельности является важной медико-социальной проблемой. С целью решения данной проблемы нами проведен ретроспективный анализ состояния здоровья группы больных, которым ранее была выполнена трепанация черепа по различным медицинским показаниям. Целью исследования явилось изучение этиологических факторов у прооперированных больных с патологией центральной нервной системы (ЦНС) на примере крупного промышленного города и определение числа больных с имеющимися посттрепанационными дефектами костей черепа, нуждающихся в краниопластике. За пятилетний период (с 01.01.2013 г. по 31.12.2017 г. включительно), основываясь на результатах хирургической работы восьми отделений и клиник города Новосибирска, были изучены больные с имеющимися артифициальными дефектами. Подсчитаны среднее количество больных, число дефектов, распределение их по размерам. Установлено, что в указанный период больных с приобретенными дефектами было 1358, им выполнено 1389 оперативных вмешательств с формированием 1389 посттрепанационных дефектов. Мужчин было 959, женщин – 399, средний возраст всех пациентов составил  $49,6 \pm 0,44$  года. Определено количество больных, имеющих злокачественные новообразования (116), которым в последующем не будет производиться краниопластика, и выявлено число случаев с летальными исходами (439). Таким образом, исключая пациентов со злокачественными новообразованиями головного мозга и случаи с летальными исходами, количество больных, нуждающихся в проведении реконструктивных операций по поводу дефектов костей черепа, составило 819 человек, у которых насчитывалось 832 дефекта.

Ключевые слова: дефект черепа, синдром трепанированного черепа, краниотомия, краниоэктомия, краниопластика, эпидемиология

## **ETIOLOGY AND EPIDEMIOLOGY OF ACQUIRED DEFECTS OF THE SKULL BONES, OBTAINED WITH DIFFERENT PATHOLOGIES OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM AND THE NUMBER OF PATIENTS NEEDING TO THEIR CLOSED CASE FOR LARGE INDUSTRIAL CITY**

**Koporushko N.A.<sup>1</sup>, Stupak V.V.<sup>1</sup>, Mishinov S.V.<sup>1</sup>, Orlov K.Y.<sup>2</sup>, Astrakov S.V.<sup>3</sup>, Vardosanidze V.K.<sup>4</sup>, Golobokov A.V.<sup>5</sup>, Bobylev A.G.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>FSBI Research Institute of Traumatology and Orthopedics. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, mail: nkoporushko@mail.ru;

<sup>2</sup>FSBI NMRC. Academician E.N. Meshalkin, Novosibirsk, e-mail: niito@niito.ru;

<sup>3</sup>SBIH NSR CCH № 25, Novosibirsk;

<sup>4</sup>SBIH NSR CCH № 1, Novosibirsk;

<sup>5</sup>SBIH NSR CCH № 34, Novosibirsk;

The consequences of cranial trepanations in patients with various neurosurgical pathologies are often large and extensive post-trepanation defects, cosmetically disfiguring the head and often accompanied by manifestations of trepanned cranial syndrome. Most often, such patients are people of working age and, due to the postcranioectomic consequences, have become disabled. In this regard, improving their quality of life, returning to work is an important medical and social problem. In order to solve this problem, we carried out a retrospective analysis of the health status of a group of patients who had previously undergone trepanation of the skull for various medical reasons. The aim of the study was to study the etiological factors in patients operated on with CNS pathology using the example of a large industrial city and determining the number of patients with existing post-trepanation defects of the skull bones in need of cranioplasty. Over the five-year period (from 01.01.2013 to 31.12.2017, inclusive), based on the results of the surgical work of eight departments and clinics of the city of Novosibirsk, the number of patients with existing artifactual defects was studied. The average number of patients, the number of defects, their size distribution was calculated. It was established that, in the above-mentioned period of patients with acquired defects, there were 1358 who underwent 1389 surgical interventions with the formation of 1389 post-breakout defects. There were 959 men and 399 women, the average age of all patients was  $49.6 \pm 0.44$  years. The number of patients with malignant neoplasms (116), which subsequently will not be made cranioplasty, and the number of cases with fatal outcomes (439) were determined. Thus, excluding patients with malignant neoplasms of the brain and cases with fatal outcomes, the number of patients requiring reconstructive surgery for defects of the skull bones was 819 people, who had 832 defects.

Keywords: Skull defect, trepanned skull syndrome, craniotomy, craniectomy, cranioplasty, epidemiology

Краниоэктомии, выполняемые по поводу различных патологий центральной нервной системы (ЦНС), являются причиной формирования у больных и пострадавших костных дефектов черепа, нередко больших и обширных размеров. Такие пациенты самостоятельно обращаются к врачу с жалобами на наличие обезображивающего дефекта, головную боль, выпячивание внутричерепного содержимого. Кроме того, у них наблюдаются грубые очаговые неврологические симптомы и эпилептические приступы различного характера [1]. С каждым годом число таких больных растет, что связано с увеличением числа пациентов с нейроонкологической [2], сосудистой патологиями [3] и черепно-мозговой травмой (ЧМТ) [4]. Таким больным с лечебной и косметической целью выполняются реконструктивные оперативные вмешательства, направленные на закрытие посттрепанационного дефекта. Согласно данным «Клинических рекомендаций реконструктивной хирургии дефектов черепа» от 14.10.2015 г. [5] показания для закрытия костного дефекта черепа четко не определены, но чаще всего преобладают жалобы косметического характера. В зарубежной литературе указывается, что костный дефект, полученный после проведения декомпрессивной трепанации, является прямым показанием для выполнения краниопластики [6, 7].

Чаще всего пациенты с приобретенными дефектами костей черепа – люди трудоспособного возраста, вынужденные из-за имеющихся последствий находиться на инвалидности [8–10]. Поэтому скорейшая реабилитация и возврат их к трудовой деятельности являются важной социальной и экономической задачей медицины.

Изучив существующую литературу, мы пришли к заключению, что в настоящее время в России нет единого реестра и системы учета больных с приобретенными дефектами костей черепа. Нет данных о количестве больных, имеющих дефекты ятрогенного происхождения, нуждающихся в проведении реконструктивных операций для их закрытия.

С целью решения данной проблемы нами на примере стационаров крупного промышленного города (Новосибирск), оказывающих помощь больным с патологией центральной нервной системы, был проведен ретроспективный анализ результатов хирургического лечения такой группы больных.

Целью исследования явилось изучение этиологических факторов у прооперированных больных с патологией ЦНС на примере крупного промышленного города (Новосибирска) и определение числа больных с имеющимися посттрепанационными дефектами костей черепа, нуждающихся в краниопластике.

**Материалы и методы исследования.** За пятилетний период (с 01.01.2013 г. по 31.12.2017 г. включительно), основываясь на результатах хирургической работы восьми отделений и клиник города Новосибирска, оказывающих помощь больным с различной патологией центральной нервной системы, выяснено количество больных, у которых возникли ятрогенные дефекты костей черепа. В исследование были включены больные со следующей нейрохирургической патологией: онкологические заболевания головного мозга, сосудистая патология, аномалии развития черепа и головного мозга, черепно-мозговая травма (ЧМТ) и гнойно-воспалительные заболевания ЦНС.

Анализ проведен по следующим параметрам: возраст, пол, число больных и количество проведенных им операций, число дефектов, их средняя площадь, области трепанаций и исходы заболевания. Также было определено среднее количество больных с приобретенными дефектами и рассчитано количество самих дефектов на 100 000 населения города Новосибирска. Дефекты классифицированы по размерам в соответствии с предложенной градацией Ассоциации нейрохирургов от 2015 г. В статье проведен описательный статистический анализ, выполненный при помощи программы «Statistica v.10». Результаты представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка средней. Группы между собой не сравнивались.

**Результаты исследования.** Установлено, что за изучаемый период в нейрохирургических отделениях и клиниках города прооперированы 1358 пациентов с различной патологией ЦНС, у которых возникли послеоперационные дефекты в черепе. С учетом того, что 31 больной оперирован с двух сторон, у 1358 больных выполнено 1389 оперативных вмешательств. Таким образом, в результате общее количество сформированных

дефектов за пять лет составило 1389. Распределение больных в зависимости от этиологических факторов, вызвавших ятрогенные дефекты, представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение больных с дефектами черепа в зависимости от этиологических факторов их возникновения

Этиология заболевания	Общее количество больных	Средний возраст (годы)	Пол		Общее количество прооперативных вмешательств	Исход заболевания		Общее количество дефектов черепа
			М	Ж		Выписано	Умерло	
Онкологическая патология ЦНС	292 (21,5%)	52,0±0,99	125 (9,2%)	167 (11,9%)	297 (21,4%)	267 (19,7%)	25 (1,8%)	297 (21,4%)
Сосудистая патология ЦНС	285 (21%)	53,7±0,78	194 (14,3%)	91 (6,5%)	287 (20,7%)	177 (13%)	108 (8%)	287 (20,7%)
Аномалии развития черепа и головного мозга	15 (1,1%)	36,8±4,75	5 (0,3%)	10 (0,7%)	15 (1,1%)	14 (1%)	1 (0,1%)	15 (1,1%)
Черепно-мозговая травма	729 (53,7%)	47,6±0,62	604 (44,5%)	125 (8,9%)	752 (54,1%)	430 (31,7%)	299 (22%)	752 (54,1%)
Гнойно-воспалительные заболевания ЦНС	37 (2,7%)	43,9±2,59	31 (2,3%)	6 (0,4%)	38 (2,7%)	31 (2,3%)	6 (0,4%)	38 (2,7%)
Итого	1358 (100%)	49,6±0,44	959 (70,6%)	399 (28,4%)	1389 (100%)	919 (67,7%)	439 (32,3%)	1389 (100%)

Из данных, представленных в таблице 1, следует, что за пятилетний период среди всех оперированных мужчин было 959 (70,6%), женщин – 399 (29,4%). Средний возраст всех пациентов составил 49,6±0,44 года.

Наибольшее число дефектов пришлось на больных с черепно-мозговой травмой: у 729 пострадавших (53,7% от общего числа оперированных) было сформировано 752 дефекта костей черепа (54,1% от общего количества дефектов у больных). У 292 (21,5%) пациентов, оперированных по поводу опухолей головного мозга, после операции возникли 297 (21,4%)

дефектов черепа, в том числе у 114 человек (8,4%) со злокачественными новообразованиями головного мозга – 116 (8,5%). У 285 (21%) пациентов с сосудистой патологией головного мозга после операции осталось 287 (20,7%) дефектов. У 37 (2,7%) больных с гнойно-воспалительными заболеваниями головного мозга и 15 (1,1%) пациентов с врожденной патологией черепа и головного мозга число посткраниоэктомических дефектов составляло 38 (2,7%) и 15 (1,1%) соответственно.

Из общего числа больных – 1358 человек, имеющих ятрогенные дефекты черепа, 439 (32,3%) умерли в стационаре. Из них 299 (22%) погибли от тяжелой черепно-мозговой травмы, 108 (8%) – после операций по поводу сосудистой патологии головного мозга и 25 (1,8%) – от осложнений после резекции новообразований центральной нервной системы. В результате из 1358 оперированных больных, имеющих 1389 дефектов черепа, 919 (67,7%) человек были выписаны из стационара на амбулаторное лечение.

Таким образом, исключая из всех 1358 оперированных 439 больных (32,3%), умерших в стационаре, и 116 (8,5%) пациентов со злокачественным опухолями головного мозга, которым не предполагалось проведение в дальнейшем краниопластики, общее количество больных с ятрогенными дефектами черепа за пятилетний период составило 819 (60,3%) человек, а число приобретенных дефектов, требующих выполнения реконструктивных оперативных вмешательств, достигло 832 (61,2%).

В таблице 2 представлены результаты изучения размеров и площади костных дефектов в зависимости от числа областей, вовлеченных в трепанацию. Площадь дефекта высчитывали по формуле площади эллипса ( $S=\pi Rr$ , где  $S$  – это площадь,  $\pi$  – число, равное 3,1415,  $R$  – большая полуось,  $r$  – малая полуось), так как эллипс – фигура, более приближенная к форме трепанационного дефекта.

Таблица 2

Распределение дефектов черепа в зависимости от их размера и количества трепанированных областей

Этиология заболевания	Общее количество дефектов	Области трепанаций				Средняя площадь одного дефекта (см <sup>2</sup> ); M±m
		Одна	Две	Три	Четыре	
Онкологическая патология ЦНС	170 (20,43%)	122 (14,66%)	42 (5,05%)	6 (0,72%)	0	36,16±2,89
Сосудистая патология ЦНС	178 (21,4%)	23 (2,76%)	78 (9,38%)	73 (8,78%)	4 (0,48%)	76,18±3,67

Аномалии развития головного мозга	14 (1,68%)	14 (1,68%)	0	0	0	11,34±1,54
ЧМТ	438 (52,64%)	90 (10,82%)	226 (27,16%)	119 (14,3%)	3 (0,36%)	57,72±1,53
Гнойно-воспалительные заболевания ЦНС	32 (3,85%)	16 (1,93%)	12 (1,44%)	4 (0,48%)	0	56,74±11,94
Итого	832 (100%)	265 (31,85%)	358 (43,03%)	202 (24,28%)	7 (0,84%)	54,49±1,43

Из приведенных в таблице 2 данных следует, что средняя площадь дефекта независимо от причины краниоэктомии составила  $54,49 \pm 1,43 \text{ см}^2$ .

Наибольшее количество дефектов было у больных с черепно-мозговой травмой. Число посттравматических дефектов за пять лет наблюдения составило 438 (52,6% от общего числа дефектов), средняя площадь дефекта была равна  $57,72 \pm 1,53 \text{ см}^2$ .

На втором месте по числу имеющихся дефектов черепа (178 дефектов, или 21,4% от общего их количества) оказались больные, оперированные по поводу сосудистой патологии. Средняя площадь дефекта составила  $76,18 \pm 3,67 \text{ см}^2$ .

Большое количество дефектов (170, или 20,43% от общего числа) со средней площадью одного дефекта  $36,16 \pm 2,89 \text{ см}^2$  пришлось на нейроонкологическую патологию.

При гнойно-воспалительной патологии головного мозга, патологии черепа и мозга число дефектов составляло 32 и 14 соответственно, средняя площадь дефекта в первом случае равнялась  $56,74 \pm 11,94 \text{ см}^2$ , во втором –  $11,34 \pm 1,54 \text{ см}^2$ .

В зависимости от патологии и возникших осложнений со стороны головного мозга у одного больного дефекты черепа могли быть сформированы в одной, двух, трех или четырех областях конвекса черепа.

Наибольшее количество дефектов с вовлечением только одной области черепа приходилось на нейроонкологическую патологию (122), что связано с выполнением операционного доступа с использованием нейронавигации, позволяющей осуществить выход на новообразование через небольшой, но оптимальный костный дефект в черепе.

При черепно-мозговой травме, как правило, использованы расширенные доступы, распространяющиеся на две (226 дефектов), три (119 дефектов) и редко на четыре области конвекса черепа. Это объясняется обширностью поражения мозга и выраженностью его отека.

Аналогичные по локализации дефекты черепа были и при сосудистой церебральной патологии. Они формировались в двух (78), трех (73), а иногда при развившемся в

послеоперационном периоде осложнении в виде выраженного отека мозга в четырех областях (4 дефекта) свода черепа.

Хирургия инфекционных осложнений головного мозга приводила к формированию костных дефектов, как правило, в одной (16 дефектов), двух (12 дефектов) областях и редко в 3 (4 дефекта). Наименьший размер трепанации был отмечен у больных с врожденной патологией черепа и головного мозга ( $11,34 \pm 1,54 \text{ см}^2$ ).

Дефектов в лобной кости было 308, в теменной – 617, височной – 567 и затылочной кости – 147.

Среди всех 819 выживших и выписанных на амбулаторное лечение больных, без учета пациентов со злокачественными церебральными новообразованиями, в 2013 г. количество дефектов составило 158, в 2014 г. – 163, в 2015 г. – 177, в 2016 г. – 152 и в 2017 г. – 169. Таким образом, в Новосибирске в среднем в течение года у больных с нейрохирургической патологией формируется 156 ятрогенных дефектов.

Нами проведен расчет количества посттрепанационных дефектов среди выживших пациентов на 100 000 населения города Новосибирска по формуле: количество приобретенных дефектов / среднегодовая численность населения  $\times 100\ 000$ . Таким образом, число вновь возникших дефектов черепа в городе Новосибирске, требующих в дальнейшем их закрытия, в среднем в расчете на 100 000 населения было равно 10,46 (табл. 3).

Таблица 3

Число новых посттрепанационных дефектов, возникавших в течение 1 года, в расчете на 100 000 населения города Новосибирска в период с 2013 по 2017 гг.

2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	В среднем в год
10,36	10,53	11,29	9,59	10,54	10,46

Из общего количества 819 больных 596 человек (72,7%) являлись трудоспособными людьми в возрасте от 18 до 60 лет.

Клинические рекомендации ассоциации нейрохирургов России, изданные в 2015 г., подразделяют размеры дефектов костей черепа на малые (площадь до  $10 \text{ см}^2$ ), средние (до  $30 \text{ см}^2$ ), большие (до  $60 \text{ см}^2$ ) и обширные (площадь свыше  $60 \text{ см}^2$ ) [5]. Исходя из данных рекомендаций нами установлено, что из общего количества 832 сформированных дефектов за пятилетний срок исследования малых дефектов было 76 (9,1%), средних – 192 (23,1%), больших

– 230 (27,7%), обширных – 334 (40,1%). Таким образом, ежегодно в г. Новосибирске возникали в среднем 166 дефектов черепа, в том числе 15 малых (9%), 38 средних (22,9%), 46 больших (27,7%) и 67 обширных (40,4%). Ежегодно 113 (68,1%) больных с большими и обширными дефектами нуждаются в проведении реконструктивных оперативных вмешательств, которые следует выполнять по программе высокотехнологической помощи МЗ России.

**Обсуждение исследования.** Проведенная работа по изучению количества больных с ятрогенными дефектами черепа подтверждает высокую актуальность изучаемой проблемы и потребность в реконструктивной хирургии черепа.

Как правило, выписанные из стационара больные, которым выполнена резекционная трепанация черепа, находятся на амбулаторном лечении по месту жительства с органической симптоматикой в виде неврологического дефицита. Большая часть таких пациентов представлена тяжелыми инвалидами. Операция, направленная на реконструкцию приобретенного дефекта костей черепа, способствует восстановлению части утраченных функций, вследствие чего оперированные могут возвращаться к активной трудовой и социальной жизни.

В настоящее время для проведения краниопластики используются не только имплантаты, представляющие собой штампованные титановые пластины, изготовленные по стандартным технологиям, но и индивидуальные. Первые применяют при оперативных вмешательствах по программе ОМС, как правило, при небольших костных дефектах конвексимальной поверхности черепа. Они имеют свои недостатки: довольно длительное время формирования имплантата под размеры и конфигурацию дефекта, погрешности в восстановлении формы черепа. Вторые изготавливают при помощи стереолитографического метода, что обеспечивает большую точность восстановления симметрии черепа и укорачивает время проведения операции [5].

Использование индивидуальных имплантатов регламентировано программой государственной гарантии оказания высокотехнологичной помощи населению, раздел «Нейрохирургия» 8.010.17 – микрохирургическая реконструкция при врожденных и приобретенных сложных и гигантских дефектах и деформациях свода, лицевого скелета и основания черепа с компьютерным и стереолитографическим моделированием с применением биосовместимых пластических материалов и ресурсоемких имплантатов. Изготовление индивидуальных пластин происходит путем их формирования по анатомическим моделям в пресс-форме [11-13], а также с использованием аддитивных технологий (3D-печать) [14]. Внедрение в медицинскую практику современных производственных аддитивных технологий позволит оказывать данный вид медицинской помощи на передовом мировом уровне.

В процессе проведения данного исследования получен результат, отображающий число больных, имеющих дефекты черепа, которые нуждаются в их закрытии. Кроме этого, представляется возможным получить исчерпывающую картину данной проблемы в крупном промышленном городе, что в свою очередь позволит своевременно и обоснованно планировать финансирование региональным и федеральным министерствам здравоохранения программы госгарантий МЗ России.

После проведенного анализа определено, что 32% всех костных дефектов черепа нуждаются в реконструктивных операциях на региональном уровне по программе ОМС, 68% больных необходима высокотехнологичная медицинская помощь МЗ России.

### **Выводы**

1. Среди всех этиологических факторов черепно-мозговая травма является наиболее частой причиной возникновения артифициальных дефектов черепа у нейрохирургических больных.

2. В Новосибирске ежегодно у больных при различной патологии ЦНС формируются в среднем 166 ятрогенных дефектов черепа, а их число на 100 000 населения в среднем составляет 10,46. 72% больных с дефектами свода черепа – лица трудоспособного возраста.

3. Ежегодно в Новосибирске 32% костных дефектов черепа могут быть закрыты с помощью реконструктивных операций на региональном уровне по программе ОМС, а 68% – только по программе оказания высокотехнологичной медицинской помощи МЗ России.

### **Список литературы**

1. Коновалов А.Н., Потапов А.А., Лихтерман Л.Б., Корниенко В.Н., Кравчук А.Д., Охлопков В.А., Захарова Н.Е., Яковлев С.Б. Реконструктивная и минимально инвазивная хирургия последствий черепно-мозговой травмы. М.: Издательство ИП «Т.А. Алексеева», 2012. 320 с.
2. Балязин-Парфенов И.В., Балязин В.А., Шелякина Т.В., Тарнопольская О.В. Эпидемиология первичных опухолей головного мозга в Ростовской области за 2010-2015 годы // Кубанский научный медицинский вестник. 2016. №. 3. С. 15-20.
3. Карпова Е.Н., Муравьев К.А., Муравьева В.Н., Карпов С.М., Шевченко П.П., Вышлова И.А., Хатуяева А.А. Эпидемиология и факторы риска развития ишемического инсульта // Современные проблемы науки и образования. 2015. №. 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20768> (дата обращения: 15.02.2019).
4. Brazinova A., Rehorcikova V., Taylor M.S., Buckova V., Majdan M., Psota M., Synnot A.

Epidemiology of traumatic brain injury in Europe: a living systematic review. *Journal of neurotrauma*. 2016. no 33. P. 1-30.

5. Потапов А.А., Кравчук А.Д., Лихтерман Л.Б., Охлопков В.А., Чобулов С.А., Маряхин А.Д. Реконструктивная хирургия дефектов черепа: клинические рекомендации. М., 2015. 22 с.
6. Andrabi S.M., Sarmast A.H., Kirmani A.R., Bhat A.R. Cranioplasty: Indications, procedures, and outcome—An institutional experience. *Surgical neurology international*. 2017. Vol. 8. P. 91.
7. Schimidek H. *Operative Neurosurgical Technique: Cranioplasty: Indications, Technique and Prognosis*, 4th ed. Singapore: Elsevier Science. 2000. P. 319-323.
8. Фейгин А.В., Золотенкова Г.В., Горелкин Д.Г., Романько Н.А., Тархнишвили Г.С. Конструкционные переломы свода черепа с резко выраженными дегенеративными изменениями костной ткани // *Судебная медицина*. 2015. Т. 1. №. 1. С. 35-38.
9. Виноградов А.А., Андреев, И.В., Орзулова Е.В., Бондаренко О.В. Краниотопография теменной кости свода черепа человека // *Вестник Луганского национального университета им. Тараса Шевченко. Биологические науки*. 2013. №. 19 (1). С. 79-85.
10. Moon J.W., Hyun D.K. Decompressive Craniectomy in Traumatic Brain Injury: A Review Article. *Korean journal of neurotrauma*. 2017. Vol. 13. no. 1. P. 1-8.
11. Потапов А.А., Корниенко В.Н., Кравчук А.Д., Лихтерман Л.Б., Охлопков В.А., Еолчийн С.А., Гаврилов А.Г., Захарова Н.Е., Яковлев С.Б., Шурхай В.А. Современные технологии в хирургическом лечении последствий травмы черепа и головного мозга // *Вестник РАМН*. 2012. № 9. С. 31-38.
12. Shah A.M., Jung H., Skirboll S. Materials used in cranioplasty: a history and analysis. *Neurosurgical Focus*. 2014. Vol. 36. no 4. P. E19.
13. Дюсембеков Е.К., Исатаев Б.С., Аглаков Б.М., Ли К.Ю., Садыкова Ж.Б. Краниопластика: применение 3D имплантов для пластики дефекта черепа // *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2016. №. 4. С. 82-92.
14. Mishinov S.V., Stupak V.V., Koporushko N.A., Samokhin A.G., Panchenko A. A., Krasovskii I.B., Desyatykh I.V., Kiselev A.S. Titanium Patient-Specific Implants in Reconstructive Neurosurgery. *Biomedical Engineering*. 2018. Vol. 52. no. 3. P. 152-155.