

УДК 616.715.5–089.843–092.9

## Сравнительный анализ результатов ортотопической краниопластики фронто-орбитальных костно-оболочечных дефектов с применением различных пластических материалов в условиях лабораторного эксперимента

Сипитый В.И., Ганулич Т.В., Бабалян Ю.А., Самойлов В.М.

Харьковский государственный медицинский университет, кафедра нейрохирургии,  
Харьковская областная клиническая больница

Обобщены результаты экспериментальных исследований состояния имплантатов из титана, протакрила-М, корундовой керамики, с применением формализированного гомотрансплантата твердой оболочки головного мозга, а также раневого покрытия “Тахокомб”. Изучены особенности процессов, происходящих в тканях вокруг имплантатов.

**Ключевые слова:** фронто-орбитальный дефект, краниопластика, пластика твердой оболочки головного мозга, имплантат.

**Вступление.** Посттравматические дефекты костей свода и основания черепа являются одними из часто возникающих последствий черепно-мозговой травмы [3, 9]. Нарушение замкнутой полости, необходимой для нормального функционирования и развития мозга, с прогрессирующими расстройствами гемато- и ликвороциркуляции, обуславливает возникновение многокомпонентного синдрома “трепанированных” дефектов, зачастую резистентного к фармакотерапии [5, 9]. Формирующий порочный круг патологических процессов значительно ухудшает качество жизни пациента с частичной или полной утратой трудоспособности, при этом проблема костных дефектов черепа из медицинской становится медико-социальной [2, 3, 5].

На современном этапе развития нейрохирургии необходимость осуществления пластики дефектов свода и основания черепа несомненна [3]. Применение различных материалов: формализированной гомокости, брэфоткани, аутокости, метакрилатов, титана, тантала, виталия, силиконовой резины, корундовой керамики, гидроксиапатита и других, позволило разработать и внедрить в клиническую нейрохирургию многочисленные методики краниопластики [6, 7, 10, 11, 13]. Усовершенствованию техники восстановительных вмешательств по поводу дефектов свода и основания черепа способствовали разработка микроинструментов, операционной оптики, появление высокоскоростных боров [1, 8]. Вместе с тем, частота неудовлетворительных результатов хирургического лечения костных дефектов свода черепа, распространяющихся на область передней черепной ямки, достаточно высока и составляет при нагноении 2–4,7%, частичной или полной резорбции биodeградирующих пластических материалов — соответственно 50 и 12,5%. [2, 11, 12]. Таким образом,

краниопластика фронто-орбитальных дефектов является одной из актуальных проблем современной нейрохирургии [4].

**Целью** исследования являлась оценка эффективности ортотопической краниопластики фронто-орбитальных костно-оболочечных дефектов с применением различных пластических материалов в условиях лабораторного эксперимента.

**Материалы и методы исследования.** Проанализированы результаты 120 оперативных вмешательств, выполненных у 60 серых кролей-самцов в возрасте от 1 до 2 лет (медиана 16 мес). Масса тела животных от 2 до 3 кг, в среднем — 2200 г.

Животные распределены на 5 групп по 12 в каждой. Операции производили под общей анестезией калипсолом в дозе 10 мг/кг.

Всем животным выполняли двухэтапное вмешательство. Первым этапом во всех группах осуществляли резекционную краниотомию во фронто-орбитальной области с формированием костного дефекта чешуи лобной кости, крыши орбиты площадью до 4 см<sup>2</sup> (**рис. 1а, 1б цветной вкладки**). Животным 4-й и 5-й групп дополнительно создавали дефект твердой оболочки головного мозга площадью до 2 см<sup>2</sup> (**рис. 1в цветной вкладки**).

У всех животных на 7-е сутки в условиях неосложненной операционной раны производили второй этап вмешательства — ортотопическую краниопластику фронто-орбитального дефекта с использованием различных пластических материалов, что позволяло приблизить лабораторную модель к реальным клиническим условиям.

В 1-й группе для пластики костного дефекта лобно-орбитальной области черепа использовали корундовый имплантат, изготовленный

ООО “Огнеупор” (Харьков) (рис. 2а цветной вкладки); во 2-й группе — титановый имплантат “Конмет” (Москва) (рис. 2б цветной вкладки); в 3-й группе — быстротвердеющую пластмассу протакрил-М “Свема” (Харьков) (рис. 2в цветной вкладки); в 4-й группе — для пластики дефекта твердой оболочки головного мозга применили раневое покрытие “Тахокомб” (Nuscomed, Austria) (рис. 2г цветной вкладки); костного дефекта — корундовый имплантат “Огнеупор” (Харьков); в 5-й группе — для пластики дефекта твердой оболочки головного мозга использован ее формализированный гомотрансплантат, костного дефекта — корундовый имплантат ООО “Огнеупор” (Харьков).

Материал для гистологического исследования (твердую оболочку головного мозга, периорбитальную костную ткань по периметру дефекта, а в 4–5-й группах — и подлежащее костно-оболочечному дефекту вещество головного мозга) забирали после предварительной наркотизации калипсолом (в условиях *in vivo*) на 14, 30-е и 90-е сутки. Это отражало стандартные этапы саногенных реакций, позволяло выявить и оценить течение основных (гноино-воспалительных, реактивных) патологических процессов. Гистологическое исследование препаратов произведено на кафедре патологической анатомии ХГМУ (проф. А.Ф. Яковцова).

Для стандартизованной оценки состояния имплантата на различных этапах послеоперационного периода применена методика М.Ф. Макаренко (1994) с расчетом абсолютных (в баллах) и относительных (в %) показателей. Это позволило объективизировать особенности течения раневого процесса. Состояние имплантата в зависимости от выраженности воспалительных реакций (по М.Ф. Макаренко, 1994) представлено в табл. 1.

Оценка статистической значимости показателей и различий рассматриваемых групп произ-

Таблица 1. Оценки состояния имплантата (М.Ф. Макаренко, 1994) [9].

Состояние имплантата, баллов	Характеристика
1	Отторжение имплантата
2	Лизис имплантата или признаки воспалительного процесса в прилежащих костях черепа с возникновением остеомиелита
3	Лизис имплантата или признаки воспалительного процесса в прилежащих костях черепа без проявлений остеомиелита
4	Серозит в области операции
5	Местные воспалительные изменения кожи вне зоны операции
6	Отсутствие воспалительных изменений в зоне операции

водилась с использованием непараметрического критерия Пирсона  $\chi^2$  ( $\chi^2=10,74$ , число степеней свободы = 8, вероятность ошибки  $p=0,217$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Анализ результатов качественной и количественной оценки состояния имплантата в исследуемых группах через 14,30,90 суток после краниопластики фронто-орбитального дефекта в условиях эксперимента представлен в табл. 2.

Как следует из данных табл. 2, через 14 сут после краниопластики (второй этап экспериментального исследования) состояние имплантата было наилучшим во 2-й группе (22 балла, 100%). В ранние сроки (14 сут) высокие показатели отмечены также в 1-й, 4-й и 5-й группах — 22 балла ( $91,7\pm 5,6\%$ ), что свидетельствовало о благоприятном течении раневого процесса. Состояние имплантата оценено как наихудшее, с осложненным течением раннего послеоперационного периода у животных 3-й группы — 18 баллов ( $75\pm 8,8\%$ ), серозит возник в 25% наблюдений.

Таблица 2. Состояние имплантата у лабораторных животных после пластики костного дефекта лобной области с применением различных пластических материалов (на 14-е, 30-е, 90-е сутки).

Группы лабораторных животных	14 сут		30 сут		90 сут	
	Суммарная оценка состояния имплантата (max = 24 балла)	% неосложненного течения послеоперационного периода	Суммарная оценка состояния имплантата (max = 48 баллов)	% неосложненного течения послеоперационного периода	Суммарная оценка состояния имплантата (max = 72 балла)	% неосложненного течения послеоперационного периода
1-я (n=12)	22	$91,7\pm 5,6$	46	$95,8\pm 2,9$	70	$94,4\pm 2,7$
2-я (n=12)	24	100,0	44	$91,7\pm 4,0$	68	$92,7\pm 1,9$
3-я (n=12)	18	$75,0\pm 8,8$	29	$60,4\pm 7,1$	53	$73,6\pm 5,2$
4-я (n=12)	22	$91,7\pm 5,6$	46	$95,8\pm 2,9$	70	$94,4\pm 2,7$
5-я (n=12)	22	$91,7\pm 5,6$	37	$77,1\pm 6,1$	61	$84,7\pm 4,2$

На 30-е сутки после восстановительного вмешательства количественные и качественные показатели состояния имплантата оставались высокими в 1-й и 4-й группах — 46 баллов ( $95,8 \pm 2,9\%$ ), несколько меньшими они были во 2-й группе — 44 балла ( $91,7 \pm 4,0\%$ ). Низкие показатели вследствие выраженной воспалительной реакции отмечены в 3-й группе — 29 баллов ( $60,4 \pm 7,1\%$ ), в 24,9% наблюдений выявлены инфекционно-воспалительные осложнения в виде краевого остеомиелита и отторжения имплантата. Также осложненное течение раневого процесса и низкие показатели состояния имплантата — 37 баллов ( $77,1 \pm 6,1\%$ ) — отмечены в 5-й группе, у 16,6% животных обнаружены краевой остеомиелит и отторжение имплантата. Единичное наблюдение краевого остеомиелита на 30-е сутки при использовании титановых имплантатов, в связи с нечеткостью клинических симптомов, следует дифференцировать от краевого остеолита, описанного в литературе при осуществлении металлопластики [9]. Однако по данным гистологического исследования более вероятен воспалительный процесс.

В отдаленном периоде (90 сут), перед окончанием периода наблюдения за лабораторными животными, наилучшие качественные и количественные показатели состояния имплантата отмечены в 1-й — 70 баллов ( $92,7 \pm 1,9\%$ ), 2-й — 68 баллов ( $94,4 \pm 2,7\%$ ) и 4-й — 70 баллов ( $92,7 \pm 1,9\%$ ) группах. Неблагоприятные результаты отмечены у животных 3-й — 53 балла ( $73,6 \pm 5,2\%$ ) и 5-й групп — 61 балл ( $84,7 \pm 4,2\%$ ).

При гистологическом исследовании в раннем послеоперационном периоде (14-е сутки) наиболее благоприятные взаимоотношения твердой мозговой оболочки и имплантата, перiorбитальной ткани и имплантата отмечены в 1-й и 2-й группах, отмечено формирование мягкого грануляционного вала, более выраженного при использовании имплантатов из титана (**рис. 3, 4**). На 30-е сутки наиболее выраженные изменения ткани отмечены у животных 3-й группы, обнаружены значительные гиперпластические изменения в перiorбитальной ткани. Поздний период (90 сут) течения раневого процесса характеризовался формированием грубой соединительнотканной капсулы вокруг всех имплантатов, более массивной после применения акрилового, титанового имплантатов, с выраженной рубцово-спаечной реакцией перiorбитальной ткани и твердой оболочки головного мозга.

Следует отметить благоприятное сочетание материала для костной пластики — корундовой керамики и для пластики твердой оболочки головного мозга — раневого покрытия “ТахоКомб”, не вызывающего прогрессирующих

тканевых реакций, обеспечивающего соблюдение принципа послойности восстановления анатомо-топографических взаимоотношений в зоне операции.

### Выводы

1. Использование корундовой керамики для пластики дефектов черепа фронто-орбитальной локализации характеризуется высокими качественными и количественными показателями состояния имплантата, отсутствием инфекционно-воспалительных осложнений, что позволяет считать краниопластику фронто-орбитальных костных дефектов с использованием корундовых имплантатов методом выбора.

2. Применение титана в качестве пластического материала для закрытия фронто-орбитальных дефектов черепа, несмотря на высокие качественные и количественные показатели состояния имплантата, низкую частоту септических осложнений, характеризовалось выраженными рубцово-спаечными реакциями перiorбитальной ткани, твердой оболочки головного мозга.

3. При использовании акриловых имплантатов для закрытия фронто-орбитальных дефектов черепа отмечены наиболее низкие показатели состояния имплантата в сроки наблюдения до 90 сут, с высокой частотой (до 25%) осложненного течения послеоперационного периода.

4. При сочетанном применении корундовой керамики и раневого покрытия “ТахоКомб” для ортотопической краниопластики фронто-орбитальных дефектов черепа не наблюдали осложненного течения раневого процесса, ухудшения состояния имплантата.

### Список литературы

1. Алексеев С.П., Чебурахин В.Н. Пластика дефектов черепа титановой сеткой // Матеріали III з'їзду нейрохірургів України. — Алушта, 2003. — С.64–65.
2. Артемьев И.Н. Хирургическое лечение обширных дефектов свода черепа, осложненных остеомиелитом: Автореф. дис. ... канд.мед.наук. — Челябинск, 2000. — 23 с.
3. Вовк Ю.Н., Андреева И.В. Современные представления о краниопластике // Укр. мед. альманах. — 1999. — Т.2, №3. — С.7–14.
4. Еолчийн С.А., Потапов А.А., Катаев М.Г. и др. Реконструктивная хирургия при краниоорбитальных повреждениях // Матеріали III з'їзду нейрохірургів України. — Алушта, 2003. — С.63.
5. Мельник Н.Ю. Первично-отсроченная краниопластика у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб, 1999. — 24 с.
6. Меренков Д.И., Николаев Н.Н. Пластика дефектов костей свода черепа керамикой на основе гидроксилпатита (Аспекты, выводы, перспективы)

- // III съезд нейрохирургов России. — СПб, 2002. — С.638.
7. Сипитый В.И., Пятикоп В.А., Посохов Н.Ф. Ортотопическая пластика дефектов костей свода черепа и твердой мозговой оболочки. — Х.: Основа, 1995. — 70 с.
  8. Сипитый В.И., Пятикоп В., Гунько Б. Ортотопічна краніопластика у дітей // Бюл. Укр. Асоц. нейрохірургів. — 1995. — №1. — С.29.
  9. Хирургия последствий черепно-мозговой травмы / А.Н. Коновалов, А.А. Потапов, Л.Б. Лихтерман и др. — М., 2006. — 352 с.
  10. Blair G.A., Fannin T.F., Gordon D.S. Titanium-strip cranioplasty // Br. Med. J. — 1976. — V.16, N2. — P.907-908.
  11. Chen T.M., Wang H.J., Chen S.L., Lin F.H. Reconstruction of post-traumatic frontal-bone depression using hydroxyapatite cement // Ann. Plast. Surg. — 2004. — V.52, N3. — P.303-308.
  12. Cho Y.R., Gosain A.K. Biomaterials in craniofacial reconstruction // Clin. Plast. Surg. — 2004. — V.31, N3. — P.377-385.
  13. Friedman C.D., Costantino P.D., Synderman C.H. et al. Reconstruction of the frontal sinus and frontofacial skeleton with hydroxyapatite cement // Arch. Facial Plast. Surg. — 2000. — V.2, N2. — P.124-129.

**Порівняльний аналіз результатів ортотопічної краніопластики фронто-орбітальних кістково-оболонкових дефектів з застосуванням різних пластичних матеріалів в умовах лабораторного експерименту**

**Сипитий В.І., Ганулич Т.В., Бабалян Ю.А., Самойлов В.М.**

Узагальнені результати експериментальних досліджень стану імплантатів з титану, протакрилу-М, корундової кераміки, з застосуванням формалінізованого гомотрансплантата твердої оболонки головного мозку, а також ранового покриття "ТахоКомб". Вивчені особливості процесів, що відбуваються у тканинах навколо імплантатів.

**Comparative analyses of ossea-meningeal fronto-orbital defects orthotopic cranioplastic results by different plastic materials application in laboratory experiment**

**Sipity V.I., Ganulich T.V., Babalyan Yu.A., Samoylov V.M.**

The results of titan, protacril-M, corundum ceramics with dura mater application formalized homotransplants, wound coverage "Tachokomb" implants state experimental researches were summarized. The processes coursed in and around implants tissues features were studied.

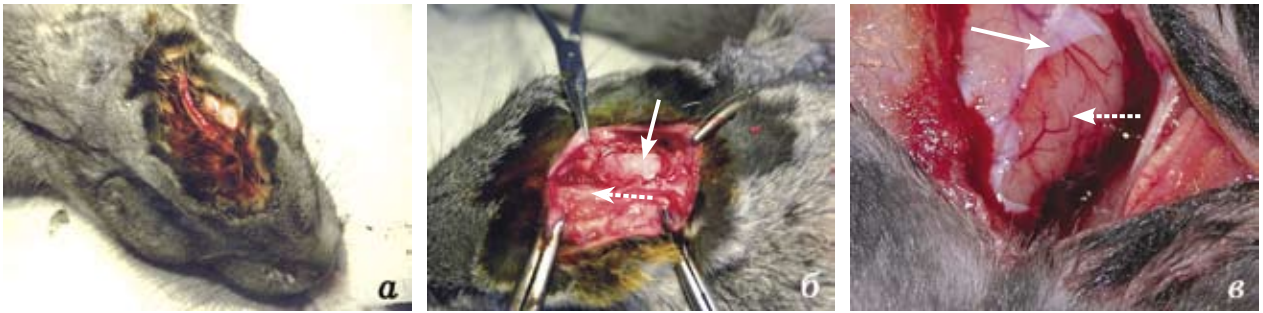


Рис. 1. Интраоперационные фотограммы краниотомии в левой лобно-орбитальной области черепа: а — разрез кожи в левой лобной области; б — костный дефект левой лобно-орбитальной области черепа, видна твердая оболочка головного мозга (непрерывная стрелка), глазного яблока (пунктирная стрелка); в — дефект твердой оболочки головного мозга (непрерывная стрелка), видно вещество головного мозга (пунктирная стрелка).

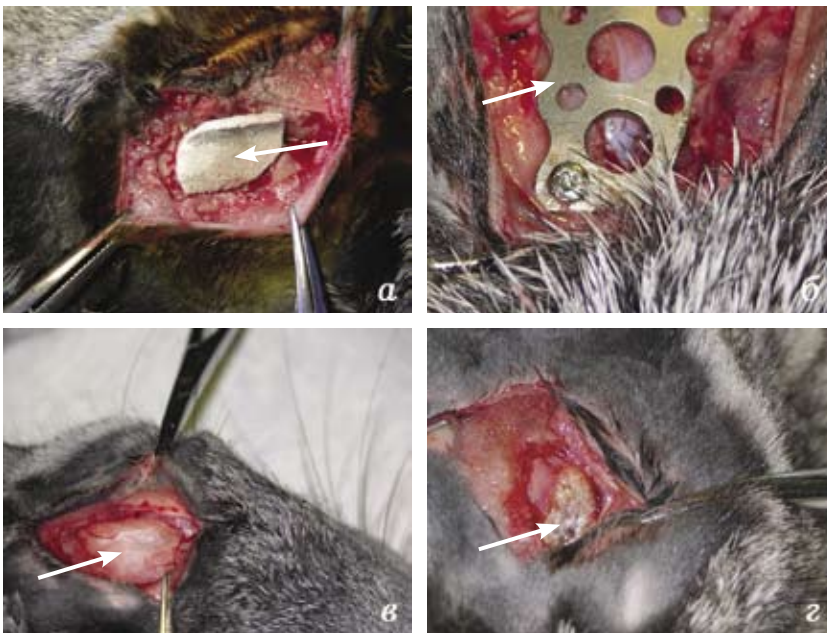


Рис. 2. Второй этап эксперимента — ортотопическая краниопластика фронтально-орбитального дефекта с использованием различных пластических материалов (пояснения в тексте).

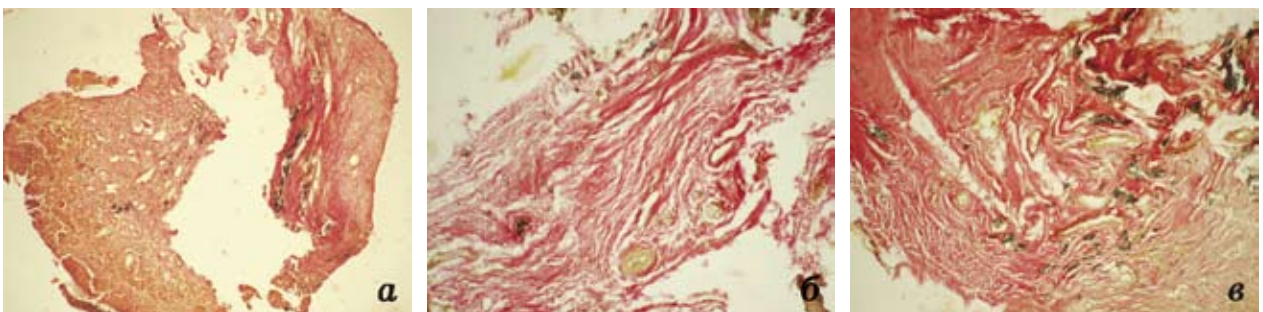


Рис. 3. Микрофото. Периорбитальная волокнистая соединительная ткань (а, б, в) животных 1-й группы: а — на 14-е; б — на 30-е; в — на 90-е сутки после операции. Определяются зрелые фуксинофильные волокна, дифференцированные пикринофильные артериальные сосуды малого диаметра, единичные мелкие скопления лимфо-гистиоцитарных элементов. Окраска пикрофуксином по Ван-Гизону. Ув.×100.

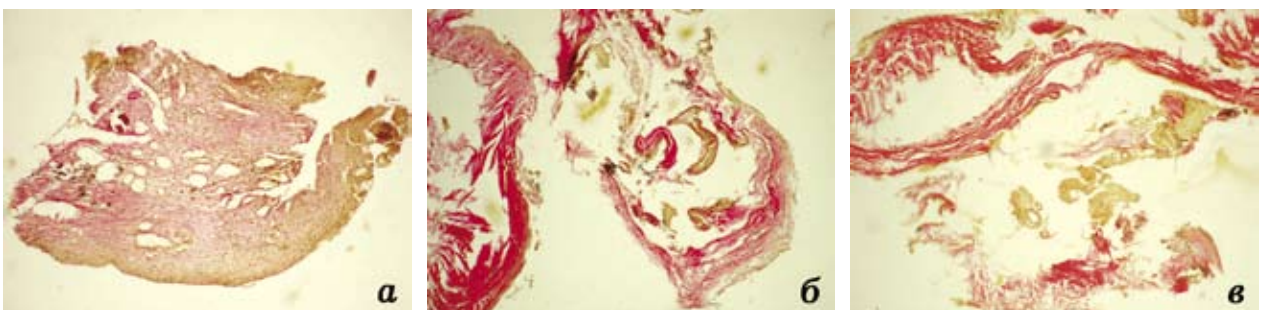


Рис. 4. Микрофото. Твердая оболочка головного мозга (а, б, в) животных 1-й группы: а — через 14 сут после керамопластики — созревающая соединительная ткань с участками грубоволокнистой ткани, богатой тонкостенными расширенными капиллярами; б — через 30 сут, в — через 90 сут после пластики, грубоволокнистая соединительная ткань с мелкими дифференцированными артериями. Окраска пикрофуксином. Ув.×100.