

**Оригинальная статья = Original article = Оригінальна стаття**

Ukr Neurosurg J. 2020;26(4):35-41

doi: 10.25305/unj.214218

**Сравнительный анализ методов трепанации при тяжелой черепно-мозговой травме***Ырысов К.Б., Мамытов М.М., Турганбаев Б.Ж.*

Кафедра нейрохирургии,  
Кыргызская государственная  
медицинская академия имени И.К.  
Ахунбаева, Бишкек, Кыргызская  
Республика

Поступила в редакцию 14.10.2020  
Принята к публикации 09.11.2020

**Адрес для переписки:**

*Ырысов Кенешбек Бакирбаевич,  
Кафедра нейрохирургии,  
Кыргызская государственная  
медицинская академия имени  
И.К. Ахунбаева, ул. Ахунбаева,  
92, Бишкек, 720020, Кыргызская  
Республика, e-mail: keneshbek.  
yrysov@gmail.com*

**Цель:** определить оптимальный способ трепанации черепа для улучшения результатов лечения больных с травматическим сдавлением головного мозга.

**Материалы и методы.** Проанализированы результаты лечения 127 пациентов, прооперированных в отделении нейрохирургии. Среди пациентов преобладали мужчины – 109 (85,8%). Возраст пострадавших составлял от 16 до 85 лет, средний возраст – (43,8±4,2) года.

**Результаты.** У пострадавших с травматическим сдавлением головного мозга независимо от способа трепанации черепа (фрезеотомия, резекционная или костно-пластическая трепанация) статистически значимой разницы в исходах лечения не выявлены. При планировании способа трепанации черепа у пострадавших с травматическим сдавлением головного мозга следует учитывать показатель нарушения сознания по шкале ком Глазго, локализацию контузионных очагов мозга, наличие острых субдуральных и внутримозговых гематом, объем сдавления мозга, а также возраст больных и наличие или отсутствие дислокационного синдрома, что в совокупности определяет исход лечения.

**Выводы.** Не выявлено статистически значимой разницы в исходах лечения при использовании фрезеотомии, резекционной и костно-пластической трепанации черепа при травматическом сдавлении головного мозга. Резекционная трепанация черепа при травматическом сдавлении головного мозга может быть эффективной даже при нарушении сознания до глубокой комы и наличии дислокационного синдрома, но при отсутствии отека мозга во время операции. Отсутствие интраоперационного отека-набухания головного мозга и уровень сознания до умеренной комы являются показаниями для выполнения костно-пластической трепанации черепа.

**Ключевые слова:** *травматическое сдавление головного мозга; субдуральная гематома; эпидуральная гематома; внутримозговая гематома; фрезеотомия; резекционная трепанация черепа; костно-пластическая трепанация черепа*

**Comparative analysis of craniotomy methods in severe traumatic brain injury***Keneshbek B. Yrysov, Mitalip M. Mamytov, Bakytbek J. Turganbaev*

Neurosurgery Department, I. K.  
Akhunbaev Kyrgyz State Medical  
Academy, Bishkek, the Kyrgyz  
Republic

Received: 14 October 2020  
Accepted: 09 November 2020

**Address for correspondence:**

*Keneshbek B. Yrysov, Neurosurgery  
Department, I. K. Akhunbaev  
Kyrgyz State Medical Academy, 92  
Akhunbaev st., Bishkek, 720020, the  
Kyrgyz Republic, e-mail: keneshbek.  
yrysov@gmail.com*

**The goal of research:** to improve the results of neurosurgical management in patients with traumatic brain compression by detecting an optimal way of craniotomy.

**Material and methods.** The study includes data of 127 patients with traumatic brain compression. The series consisted of 109 (85.8 %) males and 18 (14.2 %) females out of examined. The patients' age ranged from 16 to 85 years. The neurosurgical interventions were performed in all patients with traumatic brain compression.

**Results.** The patients with traumatic brain compression regardless of craniotomy method (burr hole surgery, craniectomy, osteoplastic craniotomy) did not experience a statistically significant difference in the outcome. When planning a method of craniotomy in traumatic brain compression, the grade of consciousness impairment on the Glasgow coma scale, brain contusion foci, acute subdural and intracerebral hematomas, brain compression, patients' age and brain dislocation syndrome should be considered that predicts an outcome.

**Conclusion.** The results of a burr hole, resection, and osteoplastic craniotomy revealed no significant differences in outcome in patients with traumatic brain injury. Resection craniotomy in traumatic brain injury may be effective enough even in deep coma and dislocation syndrome but in absence of intraoperative brain edema. The absence of brain edema, the moderate coma level are indications for osteoplastic craniotomy.

**Keywords:** *traumatic brain compression; subdural hematoma; epidural hematoma; intracerebral hematoma, burr hole surgery; craniectomy; osteoplastic craniotomy*



## Порівняльний аналіз методів трепанації при тяжкій черепно-мозковій травмі

Ирисов К.Б., Мамитов М.М., Турганбаєв Б.Ж.

Кафедра нейрохірургії, Киргизька державна медична академія імені І.К. Ахунбаєва, Бішкек, Киргизька Республіка

Надійшла до редакції 14.10.2020  
Прийнята до публікації 09.11.2020

### Адреса для листування:

Ирисов Кенешбек Бакірбаєвич,  
Кафедра нейрохірургії, Киргизька державна медична академія імені І.К. Ахунбаєва, вул. Ахунбаєва, 92, Бішкек, 720020, Киргизька Республіка, e-mail: keneshbek.yrysov@gmail.com

**Мета:** уділити результати лікування больних с травматическим сдавлением головного мозга путем определения оптимального способа трепанации черепа.

**Матеріали і методи.** Проаналізовано результати лікування 127 пацієнтів, прооперованих у відділенні нейрохірургії. Серед пацієнтів переважали чоловіки – 109 (85,8%). Вік постраждалих становив від 16 до 85 років, середній вік – (43,8±4,2) року.

**Результати.** У постраждалих з травматичним здавленням головного мозку незалежно від способу трепанації черепа (фрезеотомія, резекційна або кістково-пластична трепанація) статистично значущої різниці в наслідках лікування не виявлено. При плануванні способу трепанації черепа у постраждалих з травматичним здавленням головного мозку слід ураховувати показник порушення свідомості за шкалою ком Глазго, локалізацію контузійних вогнищ мозку, наявність гострих субдуральних та внутрішньомозкових гематом, об'єм здавлення мозку, а також вік хворих і наявність чи відсутність дислокаційного синдрому, що в сукупності визначає результат лікування.

**Висновки.** Не виявлено статистично значущої різниці в наслідках лікування при використанні фрезеотомії, резекційної і кістково-пластичної трепанації черепа при травматичному здавленні головного мозку. Резекційна трепанація черепа при травматичному здавленні головного мозку може бути ефективною навіть при порушенні свідомості до глибокої коми і наявності дислокаційного синдрому, але за відсутності набряку мозку під час операції. Відсутність інтраопераційного набряку-набухання головного мозку та рівень свідомості до помірної коми є показаннями для виконання кістково-пластичної трепанації черепа.

**Ключові слова:** травматичне здавлення головного мозку; субдуральна гематома; епідуральна гематома; внутрішньомозкова гематома; фрезеотомія; резекційна трепанація черепа; кістково-пластична трепанація черепа

### Вступление

Вопросы хирургического лечения больных с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) остаются актуальными. Несмотря на использование новых методов нейровизуализации для диагностики и современных способов лечения при тяжелой ЧМТ, летальность пострадавших остается высокой [1–6].

Проведено большое количество научных исследований, посвященных вопросам выбора вида трепанации черепа у больных с тяжелой ЧМТ. Однако этот вопрос до конца не решен, недостаточно освещен в современной литературе, а мнения авторов существенно отличаются [7–12].

Стационары на практике недостаточно оснащены современным диагностическим оборудованием, в частности компьютерным и магнитно-резонансным томографами. При их отсутствии выбор методики трепанации черепа затруднен и зависит от клинико-неврологических данных пострадавших. Выбор вида трепанации черепа основывается на субъективных факторах, таких как предпочтение и квалификация нейрохирурга, устоявшиеся привычки. В связи с этим увеличивается количество трепанаций черепа, выполненных неоправданно, повторных оперативных вмешательств и повышается риск осложнений [13–18].

**Цель:** определить оптимальный способ трепанации черепа для улучшения результатов лечения больных с травматическим сдавлением головного мозга.

### Материалы и методы

Проведено одноцентровое ретроспективное исследование. Сравнивали результаты лечения 127 пациентов с травматическим сдавлением головного мозга в зависимости от способа трепанации черепа.

Все больные дали письменное согласие на обследование и использование в научных исследованиях данных, содержащихся в истории болезни.

Проведение исследования утверждено Комиссией по этике и биоэтике Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева Министерства здравоохранения Кыргызской Республики (протокол №9 от 12 сентября 2015 года).

**Критерии включения в исследование пациентов:**

1. Больные любого пола и возраста, проходившие стационарное лечение в отделении нейрохирургии Национального госпиталя Минздрава Кыргызской Республики в 2015–2019 гг.

2. Диагноз – черепно-мозговая травма со сдавлением головного мозга. Диагноз верифицирован с помощью компьютерного и магнитно-резонансного томографа.

Применяли следующие способы трепанации черепа:

- фрезеотомию;
- резекционную трепанацию;
- костно-пластическую трепанацию.

Уровень нарушения сознания определяли с помощью шкалы ком Глазго, которая основана на

Статья содержит рисунки, которые отображаются в печатной версии в оттенках серого, в электронной — в цвете.

изучении двигательных реакций, словесного ответа и реакций глаз.

Ретроспективно проанализированы следующие факторы риска: возраст, пол, сознание по шкале ком Глазго до операции, смещение срединных структур головного мозга, объем и локализация гематом, время до операции и вид операции.

#### Статистический анализ

Статистическую обработку материала выполняли с помощью программы Excel 2013. Для описания групп наблюдения использовали описательную статистику: рассчитывали среднее арифметическое, погрешность среднего арифметического и среднее отклонение. Применяли кросс-табуляцию (разделение выборки на группы в соответствии со значением двух или более переменных): составляли таблицы сопряженности для представления совместного распределения переменных и изучение связи между ними. Корреляционный анализ проводили по методу Спирмена. Для выяснения статистической значимости различия между двумя выборками применяли непараметрический критерий  $\chi^2$  для качественных переменных. Различия между показателями считали значимыми при  $p < 0,05$ .

#### Характеристика исследуемой группы

Доля мужчин составила 85,8% (109), доля женщин – 14,2% (18). Возраст пострадавших – от 16 до 85 лет, средний возраст – (43,8±4,2) года. Преобладали лица молодого и среднего возраста – 41 (32,3%) и 44 (34,6%) соответственно, тогда как пациентов моложе 20 лет было меньше всего – 17 (13,4%) (Рис. 1).

Чаще всего встречались бытовая травма (38 (29,9%)) и транспортная травма (34 (26,8%)).

Распределение по уровню нарушения сознания больных по шкале ком Глазго было следующим: <8 баллов – в 91 (71,6%) случае, 9–11 баллов – в 33 (26,0%), 12–15 баллов – в 3 (2,4%) (Рис. 2).

Нами разработан и внедрен способ лабораторной диагностики травматического сдавления головного мозга (рационализаторское предложение №09/15 "Способ лабораторной диагностики тяжести черепно-мозговой травмы"). Кровь пациентов исследовали методом иммуноферментного анализа на содержание интерлейкина-6. При уровне в плазме крови  $\geq 20$  пг/мл прогнозировали тяжелое неблагоприятное течение

**Таблица 1.** Содержание интерлейкина-6 в плазме крови пациентов, пг/мл\*

Исход	Уровень интерлейкина-6		Итого Абс.
	<20	$\geq 20$	
Улучшение	110	9	119
Умерло	1	7	8
Всего	111	16	127

\* Различия в исходах лечения в зависимости от уровня интерлейкина-6 являются статистически значимыми ( $p < 0,05$ ).

ЧМТ, а при содержании <20 пг/мл – благоприятное течение ЧМТ с хорошим исходом (Табл. 1).

По результатам иммуноферментного анализа крови у 111 (87,4%) пациентов содержание интерлейкина-6 было <20 пг/мл. Среди этих больных отмечено лишь 1 случай смерти, тогда как в группе пациентов с уровнем интерлейкина-6  $\geq 20$  пг/мл – 7.

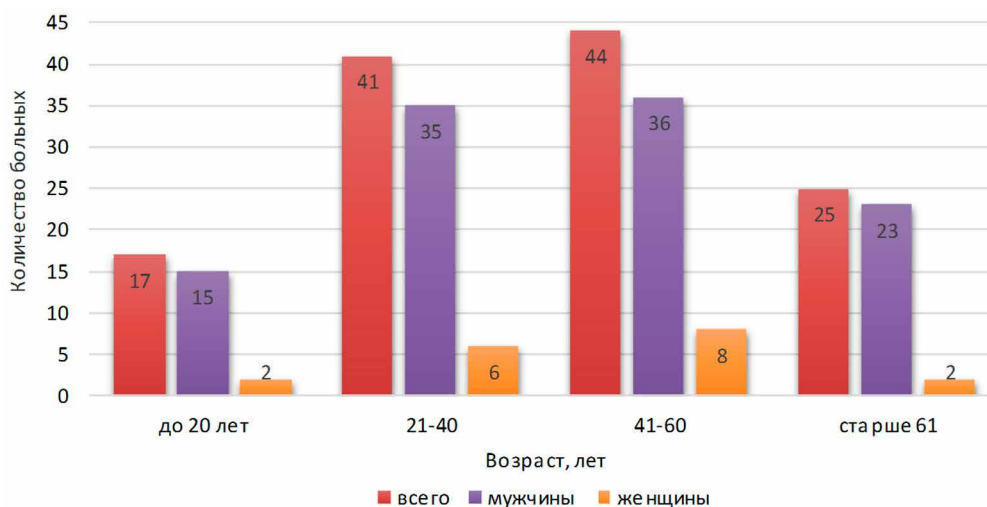
Анализ больных по локализации травматических внутричерепных гематом выявил, что в 80 (63,0%) случаев они располагались в височной доле, в 54 (42,5%) – в лобной доле, в 48 (37,8%) – в теменной доле, в 17 (13,4%) – в затылочной доле, в 7 (5,5%) – в задней черепной ямке.

Смещение срединных структур головного мозга 5–15 мм обнаружено у 55 (43,3%) пациентов, >15 мм – у 42 (33,1%), <5 мм – в 30 (23,6%) (Рис. 3).

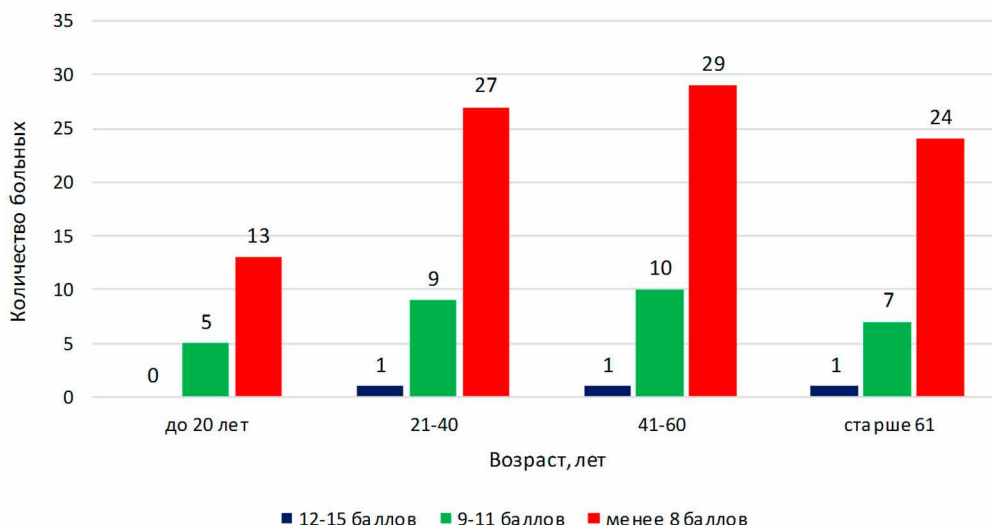
У 63 (49,6%) пациентов выявлены гематомы объемом >100 см<sup>3</sup>, у 55 (43,3%) – объемом 50–100 см<sup>3</sup>, у 9 (7,1%) – объемом <50 см<sup>3</sup> (Рис. 4).

#### Результаты и их обсуждение

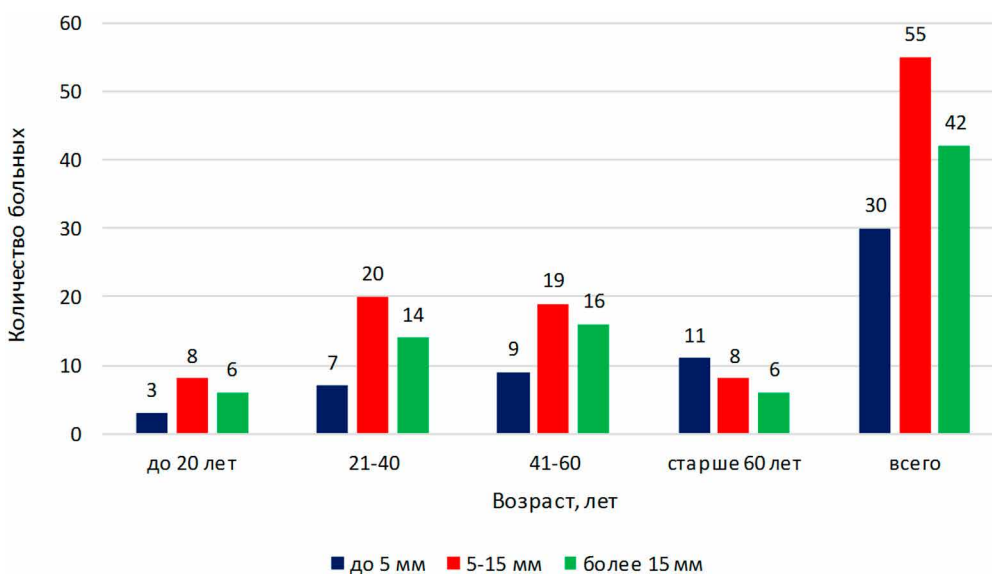
При эпидуральных гематомах у 37 (26,6%) пострадавших фрезеотомия выполнена в 7 случаях, резекционная трепанация черепа – в 30. При удалении субдуральных гематом у 72 (51,8%) пациентов резекционная трепанация черепа проведена в 67 случаях, фрезеотомия – в 3, костно-пластическая трепанация черепа – в 2. Удаление внутримозговых гематом у 8 (5,8%) больных осуществили посредством костно-пластической трепанации черепа. Двусторонние



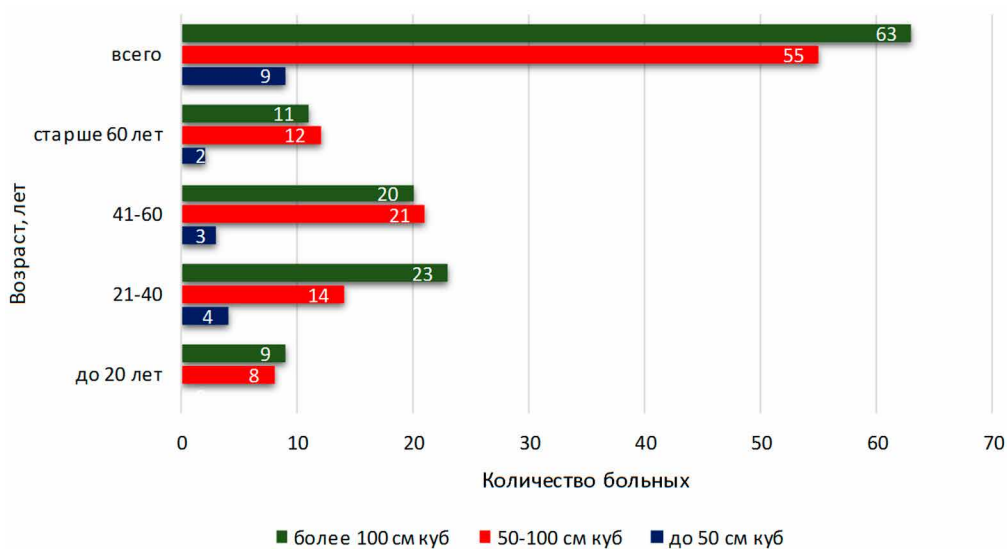
**Рис. 1.** Распределение больных по полу и возрасту



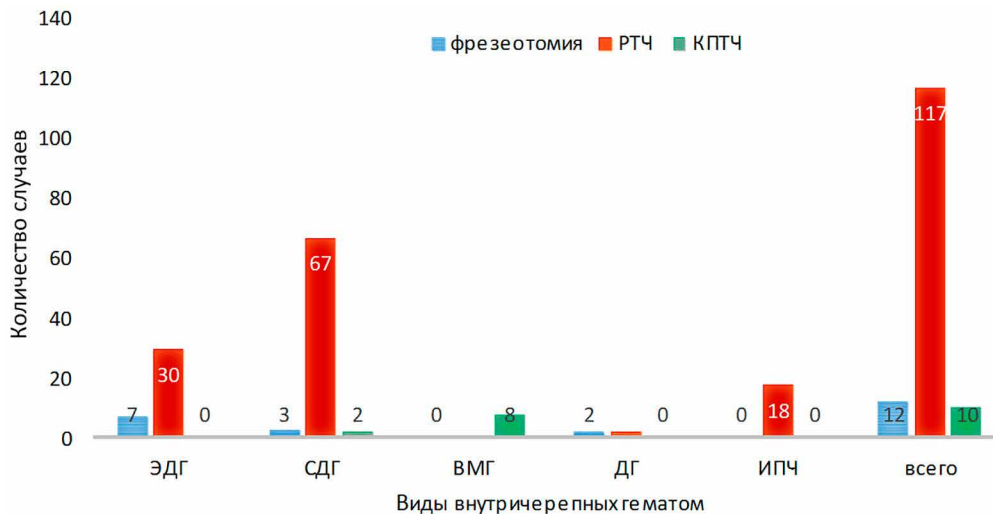
**Рис. 2.** Уровень нарушения сознания больных по шкале ком Глазго



**Рис. 3.** Распределение больных по степени смещения срединных структур головного мозга



**Рис. 4.** Распределение больных по возрасту и размеру гематомы



**Рис. 5.** Использование оперативных вмешательств при разных видах гематом: РТЧ – резекционная трепанация черепа; КПТЧ – костно-пластическая трепанация черепа; ЭДГ – эпидуральная гематома; СДГ – субдуральная гематома; ВМГ – внутримозговая гематома; ДГ – двусторонняя гематома; ИПЧ – импрессионный перелом черепа

гематомы удалены у 4 (2,9%) больных путем фрезеотомии (2 случая) и резекционной трепанации черепа (2). При импрессионных переломах черепа во всех 18 (12,9%) случаях выполнена резекционная трепанация черепа (**Рис. 5**).

В нашем исследовании у 127 пострадавших проведено 139 операций. В связи с тем, что больные поступили в стационар в тяжелом состоянии в 71,7% случаев, использован метод резекционной трепанации черепа. Показаниями для выполнения резекционной трепанации черепа служили: тяжелое состояние пострадавших, грубо выраженная общемозговая и стволовая симптоматика, оскольчатые переломы костей черепа, нарастающий отек головного мозга с дислокацией. Все эти случаи требовали обеспечения срочной декомпрессии головного мозга.

В 12 (20,0%) случаях удаление внутричерепных гематом выполнено посредством фрезеотомии, из них в 8 фрезеотомия использована как самостоятельный метод, в остальных – в качестве первого этапа операции, затем проводили резекционную или костно-пластическую трепанацию черепа.

Нами предложен и использован способ прогнозирования течения послеоперационного периода тяжелой ЧМТ (рационализаторское предложение №10/15 "Способ прогнозирования течения послеоперационного периода тяжелой черепно-мозговой травмы"). Способ обеспечивает эффективную диагностику степени тяжести и течения ЧМТ.

Рассчитывали суммарный балл риска по специальной формуле. При значении суммарного балла риска <4 прогнозировали благоприятный исход, при значении  $\geq 4$  – летальный исход тяжелой ЧМТ. Предложенный способ позволил повысить точность прогноза и упростить процедуру расчета.

У 117 (92,1%) пациентов суммарный балл риска был <4 и, как и следовало ожидать, смертные случаи в этой подгруппе не отмечены. В подгруппе 10 (7,9%) больных с суммарным баллом риска  $\geq 4$  было 8 случаев смерти (**Табл. 2**).

**Таблица 2.** Результаты лечения по суммарному баллу риска

Исход	Суммарный балл риска		Итого
	<4	>4	
Улучшение	117	2	119
Умерло	0	8	8
Всего	117	10	127

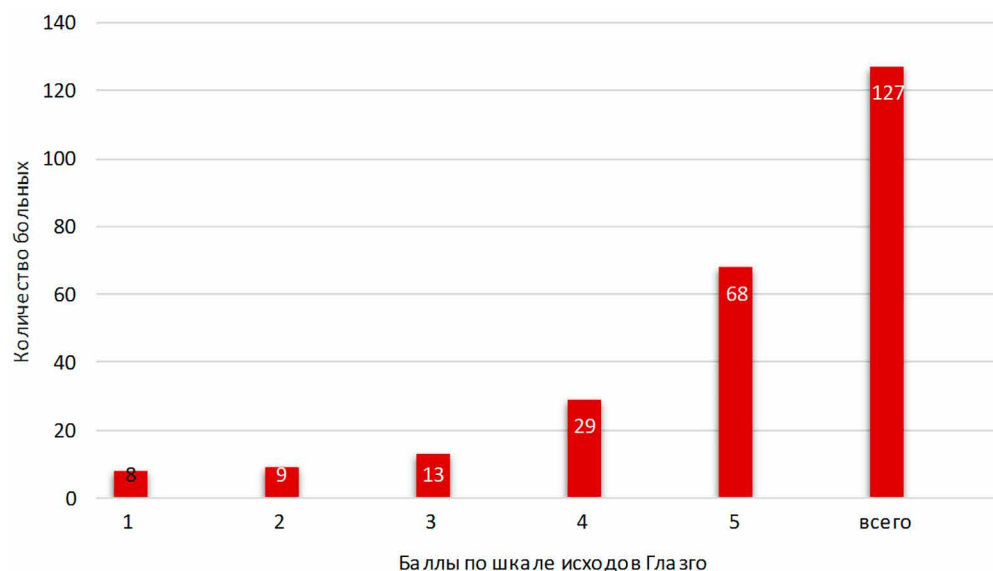
**Исходы хирургического лечения.** Общая летальность среди 127 пострадавших составила 6,3%, так как умерло 8 пациентов в стационаре. Из 91 (71,6%) пациента с  $\leq 8$  баллов по шкале ком Глазго умерло 6 (6,6%), из 33 (26,0%) пострадавших с 9–11 баллами по шкале ком Глазго – 2 (6,1%).

Корреляционный анализ по методу Спирмена выявил статистически значимую ( $R=0,67$ ;  $p=0,01$ ) зависимость между показателем по шкале исходов Глазго и состоянию пациента по шкале ком Глазго.

Качество жизни пациентов оценивали по шкале исходов Глазго (**Рис. 6**). Хорошее восстановление (5 баллов) отмечено у 68 (53,5%) больных, умеренная инвалидизация (4 балла) – у 29 (22,8%), тяжелая инвалидизация (3 балла) – у 13 (10,2%), стойкое вегетативное состояние (2 балла) – у 9 (7,1%).

Большой размер гематом (>50 мм) коррелировал с высоким показателем летальности ( $p=0,01$ ). Установлена прямо пропорциональная статистически значимая связь между показателем смещения срединных структур (по результатам компьютерной или магнитно-резонансной томографии головного мозга) и летальностью. При смещении срединных структур 5–15 мм летальность составила 33,1%, а при смещении >15 мм – 43,3% ( $p<0,02$ ). При наличии синдрома вклинения мозга летальность составила 38,6%, а при его отсутствии – 12,1%.

Возраст пострадавших, уровень сознания до операции по шкале ком Глазго, время от момента



**Рис. 6.** Распределение результатов лечения по шкале исходов Глазго

получения травмы до выполнения оперативного вмешательства и наличие синдрома вклинения мозга по результатам мультивариационного анализа линейной регрессии признаны независимыми предикторами смерти. Анализ летальности в зависимости от вида выполненных операций выявил, что после резекционной трепанации черепа отмечено 6 случаев смерти, а после фрезеотомии – 2. Летальность после костно-пластической трепанации черепа не отмечена. На исход лечения в значительной степени влияло время от момента травмы и выполнением операции. Сравнительно низкий уровень летальности (14,3%) отмечен при операциях, выполненных до 6 ч после травмы ( $p < 0,023$ ). Вероятность развития благоприятного и неблагоприятного исходов определялась степенью угнетения сознания. Из 17 (13,4%) коматозных пациентов умерло 8, из 46 (36,2%) сопознанных – 2, при оглушении не отмечен летальный исход ( $p < 0,0002$ ).

#### Выводы

Использование фрезеотомии, резекционной и костно-пластической трепанации черепа при травматическом сдавлении головного мозга не выявило статистически значимых различий в исходах лечения.

Возраст пострадавших старше 60 лет, нарушение сознания до 4–6 баллов по шкале ком Глазго и наличие дислокационного синдрома являются неблагоприятными прогностическими факторами.

Резекционная трепанация черепа при травматическом сдавлении головного мозга может быть эффективной даже при нарушении сознания до глубокой комы и наличии дислокационного синдрома, но при отсутствии отека мозга во время операции.

Отсутствие отека-набухания головного мозга и уровень сознания до умеренной комы являются показателями для выполнения костно-пластической трепанации черепа.

При планировании способа трепанации черепа у пострадавших с травматическим сдавлением голов-

ного мозга следует учитывать показатель нарушения сознания по шкале ком Глазго (4–9 баллов), локализацию контузионных очагов мозга, наличие острых субдуральных и внутримозговых гематом, объем сдавления мозга (30–150 см<sup>3</sup>).

#### Раскрытие информации

##### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

##### Этические нормы

Все процедуры, выполненные участниками в ходе исследования, соответствуют этическим стандартам конституционального и национального комитетов по этике, Хельсинкской декларации 1964 г. и более поздним ее поправкам или аналогичным этическим стандартам. Проведение исследования утверждено Комиссией по этике и биоэтике Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева Министерства здравоохранения Кыргызской Республики (протокол №9 от 12 сентября 2015 года).

##### Информированное согласие

Информированное согласие получено от каждого участника, включенного в исследование.

##### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

#### References

- Mattiello JA, Munz M. Images in clinical medicine. Four types of acute post-traumatic intracranial hemorrhage. *N Engl J Med.* 2001 Feb 22;344(8):580. doi: 10.1056/NEJM200102223440806. PMID: 11207354.
- Ayaz H, Izzetoglu M, Izzetoglu K, Onaral B, Ben Dor B. Early diagnosis of traumatic intracranial hematomas. *J Biomed Opt.* 2019 Feb;24(5):1-10. doi: 10.1117/1.JBO.24.5.051411. PMID: 30719879; PMCID: PMC6992895.
- Nazarov M. K., Kadyrov R.M., Golev R.A. Summary of the new approaches of reduction of lethality at severe combined craniocerebral injury. *Healthcare of Kyrgyzstan.* 2018 (3): 50-5. Russian. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36498206>
- Servadei F, Compagnone C, Sahuquillo J. The role of surgery in traumatic brain injury. *Curr Opin Crit Care.* 2007 Apr;13(2):163-8. doi: 10.1097/MCC.0b013e32807f2a94.

- PMID: 17327737.
5. Robinson RG. Chronic subdural hematoma: surgical management in 133 patients. *J Neurosurg.* 1984 Aug;61(2):263-8. doi: 10.3171/jns.1984.61.2.0263. PMID: 6737050.
  6. Hutchinson PJ, Koliass AG, Tajsic T, Adeleye A, Aklilu AT, Apriawan T, Bajamal AH, Barthélemy EJ, Devi BI, Bhat D, Bulters D, Chesnut R, Citerio G, Cooper DJ, Czosnyka M, Edem I, El-Ghandour NMF, Figaji A, Fountas KN, Gallagher C, Hawryluk GWJ, Iaccarino C, Joseph M, Khan T, Laeke T, Levchenko O, Liu B, Liu W, Maas A, Manley GT, Manson P, Mazzeo AT, Menon DK, Michael DB, Muehlschlegel S, Okonkwo DO, Park KB, Rosenfeld JV, Rosseau G, Rubiano AM, Shabani HK, Stocchetti N, Timmons SD, Timofeev I, Uff C, Ullman JS, Valadka A, Waran V, Wells A, Wilson MH, Servadei F. Consensus statement from the International Consensus Meeting on the Role of Decompressive Craniectomy in the Management of Traumatic Brain Injury : Consensus statement. *Acta Neurochir (Wien).* 2019 Jul;161(7):1261-1274. doi: 10.1007/s00701-019-03936-y. PMID: 31134383; PMCID: PMC6581926.
  7. Akhundov EM, Vorobyev AA, Lazarev VA. Modern methods of decompressive craniectomy. *Volgograd Journal of Medical Research.* 2016;(1):17-9. Russian. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27249159>
  8. Ogunlade J, Elia C, Duong J, Yanez PJ, Dong F, Wacker MR, Menoni R, Goldenberg T, Miulli DE. Severe Traumatic Brain Injury Requiring Surgical Decompression in the Young Adult: Factors Influencing Morbidity and Mortality - A Retrospective Analysis. *Cureus.* 2018 Jul 24;10(7):e3042. doi: 10.7759/cureus.3042. PMID: 30258741; PMCID: PMC6153092.
  9. Seyitbekov TT, Mamarajapov MT, Kudayberdieva JI. Results of surgery in traumatic brain compression depending on craniotomy methods. *Vestnik Kyrgyzskoj Gosudarstvennoj Medicinskoj Akademii.* 2018;(5-6):34-9. Russian. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37082124>
  10. Tallon JM, Ackroyd-Stolarz S, Karim SA, Clarke DB. The epidemiology of surgically treated acute subdural and epidural hematomas in patients with head injuries: a population-based study. *Can J Surg.* 2008 Oct;51(5):339-45. PMID: 18841222; PMCID: PMC2556533.
  11. Kim H, Suh SJ, Kang HJ, Lee MS, Lee YS, Lee JH, Kang DG. Predictable Values of Decompressive Craniectomy in Patients with Acute Subdural Hematoma: Comparison between Decompressive Craniectomy after Craniotomy Group and Craniotomy Only Group. *Korean J Neurotrauma.* 2018 Apr;14(1):14-19. doi: 10.13004/kjnt.2018.14.1.14. PMID: 29774193; PMCID: PMC5949517.
  12. Seyitbekov TT, Mamarajapov MT, Kudayberdieva JI. Comparative analysis of craniotomy methods in traumatic brain compression. *Vestnik Kyrgyzskoj Gosudarstvennoj Medicinskoj Akademii.* 2018;(5-6):40-5. Russian. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37082125>
  13. Motohashi O, Kameyama M, Kon H, Fujimura M, Onuma T. [Two cases of impending herniation due to multiple traumatic acute subdural hematomas: combination of burr hole evacuation and craniotomy]. *No Shinkei Geka.* 2003 May;31(5):529-35. Japanese. PMID: 12755026.
  14. Winter CD, Adamides A, Rosenfeld JV. The role of decompressive craniectomy in the management of traumatic brain injury: a critical review. *J Clin Neurosci.* 2005 Aug;12(6):619-23. doi: 10.1016/j.jocn.2005.02.002. PMID: 16033709.
  15. Jeong TS, Yee GT, Lim TG, Kim WK, Yoo CJ. Efficacy and safety of decompressive craniectomy with non-suture duraplasty in patients with traumatic brain injury. *PLoS One.* 2020 Oct 8;15(10):e0232561. doi: 10.1371/journal.pone.0232561. PMID: 33031373; PMCID: PMC7544056.
  16. Abecassis IJ, Kim LJ. Craniotomy for Treatment of Chronic Subdural Hematoma. *Neurosurg Clin N Am.* 2017 Apr;28(2):229-237. doi: 10.1016/j.nec.2016.11.005. PMID: 28325457.
  17. Fatima N, Al Rumaihi G, Shuaib A, Saqqur M. The Role of Decompressive Craniectomy in Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *Asian J Neurosurg.* 2019 Apr-Jun;14(2):371-381. doi: 10.4103/ajns.AJNS\_289\_18. PMID: 31143249; PMCID: PMC6515989.
  18. Rubiano AM, Carney N, Khan AA, Ammirati M. The Role of Decompressive Craniectomy in the Context of Severe Traumatic Brain Injury: Summary of Results and Analysis of the Confidence Level of Conclusions From Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Front Neurol.* 2019 Oct 10;10:1063. doi: 10.3389/fneur.2019.01063. PMID: 31649610; PMCID: PMC6795698.