

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-1-38-49>



УДК 617.51–001.4

Прогнозирование восстановления пациентов после черепно-мозговой травмы

Н. М. Агарков^{1,3}✉, А. С. Лысенко²

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

² Курская городская больница № 1 имени Н. С. Короткова
ул. Садовая, д. 40, г. Курск 305004, Российская Федерация

³ Белгородский государственный национальный исследовательский университет
ул. Победы, д. 85, г. Белгород 308015, Российская Федерация

✉ e-mail: vitalaxen@mail.ru

Резюме

Цель исследования – разработка регрессионных моделей для прогнозирования восстановления пациентов после черепно-мозговой травмы.

Методы. В клинических условиях обследовано 125 пациентов, перенёвших лёгкой и средней степени тяжести черепно-мозговую травму. Обследование пациентов проводилось через 10-21 дней после получения черепно-мозговой травмы. Уровень когнитивного резерва оценивался по общепринятой методике, где доминирующим являлось образование пациента. Для построения математических моделей применялся многофакторный логистический регрессионный анализ и стандартный статистический пакет Statistica 10.0.

Результаты. Полученные значения коэффициентов β логистической регрессии свидетельствуют об обратном влиянии возраста от 51-60 и от 61 года и более на восстановление пациентов после черепно-мозговой травмы. В скорректированной модели восстановление после перенёшенной черепно-мозговой травмы зависит существенно от места проживания, а именно от проживания в сельской местности, что объясняется меньшей доступностью специализированной медицинской помощи, чем в городах. Позитивно на восстановление после черепно-мозговой травмы влияет полная семья пациента, и наоборот, замедляет процесс восстановления наличие неполной семьи. При включении в прогностическую модель 3-х параметров когнитивного резерва величины коэффициентов β для большинства факторов возросли, в том числе и для возрастных групп, и особенно для возраста 40-50 лет – более чем в 2 раза ($p < 0,01$). Однако наиболее высоко влияние на восстановление после черепно-мозговой травмы когнитивного резерва пациентов. Включение в модель 4-го уровня образования пациентов свидетельствует о наибольшей ассоциации восстановления пациентов после черепно-мозговой травмы с высшим / средним специальным образованием, но она ниже ассоциации с уровнем когнитивного резерва в модели 3.

Заключение. Полученные результаты показывают, что для прогнозирования восстановления пациентов после перенесенной черепно-мозговой травмы следует использовать следующие зависимые переменные: уровень когнитивного резерва, высшее / среднеспециальное образование, проживание в сельской местности, в полной или неполной семье.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма; когнитивный резерв; прогнозирование.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Агарков Н. М., Лысенко А. С. Прогнозирование восстановления пациентов после черепно-мозговой травмы // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2026. Т. 16, № 1. С. 38–49. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-1-38-49>

Поступила в редакцию 17.01.2026

Подписана в печать 16.02.2026

Опубликована 31.03.2026

Predicting recovery of patients after traumatic brain injury

Nikolay M. Agarkov^{1,3} ✉, Anastasia S. Lysenko²

¹ Southwest State University

50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

² Kursk City Hospital No. 1 named after N. S. Korotkov

40 Sadovaya Str., Kursk 305004, Russian Federation

³ Belgorod State National Research University

85 Pobedy Str., Belgorod 308015, Russian Federation

✉ e-mail: vitalaxen@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to develop regression models for predicting the recovery of patients after traumatic brain injury.

Methods. 125 patients with mild to moderate traumatic brain injury were examined in clinical conditions. The patients were examined 10-21 days after receiving a traumatic brain injury. The level of cognitive reserve was assessed according to a generally accepted methodology, where the patient's education was dominant. Multivariate logistic regression analysis and the standard statistical package Statistica 10.0 were used to build mathematical models.

Results. The obtained values of the coefficients of β logistic regression indicate the opposite effect of ages from 51-60 and from 61 years or more on the recovery of patients after traumatic brain injury. In the adjusted model, recovery after a traumatic brain injury depends significantly on the place of residence, namely, living in rural areas, which is explained by the lower availability of specialized medical care than in cities. The patient's full family has a positive effect on recovery from traumatic brain injury, and vice versa, the presence of an incomplete family slows down the recovery process. When 3 parameters of the cognitive reserve were included in the predictive model, the values of the β coefficients for most factors increased, including for age groups, and especially for the age of 40-50 years – by more than 2 times ($p < 0.01$). However, the cognitive reserve of patients has the highest impact on recovery after traumatic brain injury. The inclusion of patients' level of education in model 4 indicates the greatest association of patients' recovery from traumatic brain injury with higher/secondary specialized education, but it is lower than the association with the level of cognitive reserve in model 3.

Conclusion. The results show that the following dependent variables should be used to predict the recovery of patients after traumatic brain injury: the level of cognitive reserve, higher/secondary specialized education, living in rural areas, in a full or incomplete family.

Keywords: traumatic brain injury; cognitive reserve; prognosis.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Agarkov N.M., Lysenko A.S. Predicting recovery of patients after traumatic brain injury. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priboro-*

Введение

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) – это повреждение головного мозга в результате воздействия внешней механической силы, приводящее к временному или постоянному нарушению функций головного мозга [1]. В Европе, по экспертным оценкам, ЧМТ получают 235 человек на 100 000 населения в год, из них около 9% – в тяжёлой форме [2]. В США центры по контролю и профилактике заболеваний зафиксировали 2,53 млн обращений в отделения неотложной помощи в связи с ЧМТ в 2019 г. Было зарегистрировано около 288 000 случаев госпитализации в связи с ЧМТ и 56 800 случаев смерти в связи с ЧМТ [1]. ЧМТ является основной причиной инвалидности среди молодых людей во всем мире, что приводит к значительным экономическим последствиям для национальных систем здравоохранения [3]. Функциональное и когнитивное восстановление после ЧМТ характеризуется высокой вариативностью [4]. Такая неоднородность результатов отчасти объясняется характеристиками травмы, такими как размер и особенности повреждения головного мозга и тяжесть [5]. В зависимости от тяжести травмы ЧМТ может быть лёгкой, средней или тяжёлой. В этом контексте тяжёлая ЧМТ связана с патологическим событием неврождённого, перинаталь-

ного или дегенеративного характера, приводящим к коме с оценкой по шкале комы Глазго в острой фазе от 3 до 8 баллов, длящейся более 24 часов, наличием аномалий при нейровизуализации и посттравматической амнезией продолжительностью более 7 дней [6].

Наиболее тяжёлая форма ЧМТ (тяжёлая ЧМТ) характеризуется большим разбросом исходов – от смерти до благоприятного исхода [1]. Прогнозировать долгосрочный исход для отдельных пациентов невозможно, но выполненные исследования показывают, что на него влияет сочетание демографических факторов, связанных с травмой и когнитивных факторов [6]. Когнитивный дефицит является распространённым явлением после тяжёлой ЧМТ и влияет на работу, досуг и повседневную деятельность [7]. Измерение когнитивного дефицита с использованием полной нейропсихологической оценки отнимает много времени, и на ранних стадиях после ЧМТ тяжёлой степени это может быть невозможно из-за физических травм и недостаточной выносливости пациентов [8]. Поэтому более короткий скрининг когнитивных функций может быть предпочтительнее, но необходимо обеспечить, чтобы более короткие скрининги охватывали когнитивные функции, важные для достижения результата.

Поэтому можно считать, что восстановление пациентов после ЧМТ во многом зависит от параметров когнитивного резерва, общего состояния здоровья и некоторых медико-демографических характеристик травмированных пациентов. Степень влияния названных факторов, как и их прогностическая значимость, на реабилитацию пациентов, перенесших ЧМТ, неоднозначна. В связи с этим возникает необходимость в разработке прогностических моделей, способных адекватно выполнить задачу с использованием выделенных ведущих предикторов, определяющих восстановление пациентов после ЧМТ.

Цель исследования – разработка регрессионных моделей для прогнозирования восстановления пациентов после ЧМТ.

Материалы и методы

В клинических условиях обследовано 125 пациентов, перенёсших лёгкой и средней степени тяжести ЧМТ. Обследование пациентов проводилось через 10-21 день после получения ЧМТ соответственно. Среди переменных, влияющих на выздоровление пациентов с ЧМТ, рассматривались:

- уровень когнитивного резерва;
- возраст пациентов 40-50 лет;
- возраст пациентов 51-60 лет;
- возраст 61 год и более;
- мужской пол;
- женский пол;
- проживание в городе;

- проживание в сельской местности;
- полная семья;
- неполная семья;
- восьмилетнее образование;
- среднее образование;
- высшее образование / среднее специальное образование.

В качестве результирующей переменной рассматривалась способность пациентов после перенесённой ЧМТ выполнять самостоятельно ежедневные бытовые задачи: одевание, приготовление и приём пищи, перемещение по дому, соблюдение гигиены.

Уровень когнитивного резерва оценивался по общепринятой методике [9], где доминирующим являлось образование пациента, поскольку считается, что оно в большей степени способствует разветвлённой синаптической связи головного мозга и степень её развития может влиять на исход и процесс выздоровления после ЧМТ. Уровень когнитивного резерва определялся у пациентов с лёгкой степенью ЧМТ через 10 дней после её получения, а в случае средней степени тяжести ЧМТ – через 20 дней после ЧМТ. Другие зависимые переменные извлекались из медицинских карт стационарного больного, а в случае отсутствия их в указанной официальной медицинской форме получены путём опроса пациентов.

Исследование осуществлялось с соблюдением этических норм и принципов Хельсинской декларации.

Для построения математических моделей применялись многофакторный

логистический регрессионный анализ и стандартный статистический пакет Statistica 10.0. Различие принималось статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Полученные значения коэффициентов β логистической регрессии свидетельствуют об обратном влиянии возраста от 51-60 и от 61 года и более на восстановление пациентов после ЧМТ

(табл. 1) без учёта других изученных социально-демографических факторов. Однако при аналогичном подходе в модели 1 выявлена статистически значимая связь возраста 40-50 лет с восстановлением после ЧМТ, что указывает на то, что в данной возрастной группе восстановление происходит полностью, а прямая связь свидетельствует о позитивном влиянии возраста 40-50 лет на процесс восстановления.

Таблица 1. Влияние демографических факторов на восстановление пациентов после ЧМТ без учёта когнитивного резерва и уровня образования

Table 1. The influence of demographic factors on the recovery of patients after TBI without taking into account cognitive reserve and educational level

Зависимая переменная	Модель 1	p_1	Модель 2	p_2
Возраст 40-50 лет	0,325	$<0,05$	0,419	$<0,05$
Возраст 51-60 лет	0,548	$<0,01$	-0,706	$<0,01$
Возраст 61 год и более	0,629	$<0,01$	-0,838	$<0,01$
Мужской пол	—	—	0,391	$>0,05$
Женский пол	—	—	0,287	$>0,05$
Проживание в городе	—	—	1,459	$<0,01$
Проживание в сельской местности	—	—	0,883	$<0,001$
Полная семья	—	—	1,528	$<0,001$
Неполная семья	—	—	-1,349	$<0,001$

После добавления других социально-демографических факторов в регрессионный анализ в полученной модели 2 установлено повышение значимости ранее рассмотренных параметров возраста в восстановлении пациентов после ЧМТ с сохранением направленности ассоциаций. В скорректированной модели восстановление после перенёсшей ЧМТ зависит существенно от места проживания, а именно от прожи-

вания в сельской местности, что объясняется меньшей доступностью специализированной медицинской помощи, чем в городах. Позитивно на восстановление после ЧМТ влияет полная семья пациента, и наоборот, замедляет процесс восстановления наличие неполной семьи. Не оказывает существенного влияния на восстановление пациентов в скорректированной модели пол пациентов, который в одинаковой степени и

недостаточно связан с результирующей переменной.

Включение уровня когнитивного резерва и образования в прогностические модели 3 и 4 соответственно изменило неоднозначно влияние ранее рассмотренных возрастного и социально-демографических факторов (табл. 2). При включении в прогностическую модель 3 параметров когнитивного резерва величины коэффициентов β для большинства факторов возросли, в т. ч.

и для возрастных групп, и особенно для возраста 40-50 лет – более чем в 2 раза ($p < 0,01$). Однако наиболее высоко влияние на восстановление после ЧМТ когнитивного резерва пациентов. Наряду с этим при включении в модель 3 параметров когнитивного резерва увеличилась прямая ассоциация восстановления пациентов с проживанием в городе, в сельской местности, в полной семье и обратная сопряжённость с проживанием в неполной семье.

Таблица 2. Влияние демографических факторов на восстановление пациентов после ЧМТ с учётом уровня когнитивного резерва и уровня образования

Table 2. The influence of demographic factors on the recovery of patients after TBI, taking into account the level of cognitive reserve and the level of education

Зависимая переменная	Модель 3	p_3	Модель 4	p_4
Возраст 40-50 лет	0,685	$<0,01$	0,539	$<0,01$
Возраст 51-60 лет	-0,637	$<0,01$	-0,471	$<0,05$
Возраст 61 год и более	-0,814	$<0,001$	-0,627	$<0,01$
Мужской пол	0,209	$>0,05$	0,228	$>0,05$
Женский пол	0,362	$<0,05$	0,318	$>0,05$
Проживание в городе	1,284	$<0,001$	1,321	$<0,001$
Проживание в сельской местности	1,592	$<0,001$	1,036	$<0,001$
Полная семья	1,635	$<0,001$	1,316	$<0,001$
Неполная семья	-1,548	$<0,001$	-1,202	$<0,001$
Уровень когнитивного резерва	1,976	$<0,001$	–	–
Восьмилетнее образование	–	–	0,543	$<0,05$
Среднее образование	–	–	0,708	$<0,01$
Высшее / Среднее специальное образование	–	–	1,764	$<0,001$

Следовательно, уровень когнитивного резерва пациентов повышает вероятность их восстановления после перенесённой ЧМТ, и поэтому реализация мероприятий по повышению когнитив-

ного резерва в восстановительном периоде является, на наш взгляд, важной задачей.

Включение в модель 4 уровня образования пациентов свидетельствует о

наибольшей ассоциации восстановления пациентов после ЧМТ с высшим / средним специальным образованием, но она ниже ассоциации с уровнем когнитивного резерва в модели 3 (табл. 2). Значение восьмилетнего и среднего образования в восстановительном процессе при ЧМТ достоверно ниже, чем высшего образования и ряда социально-демографических факторов: проживание в городской местности, проживание в сельской местности, полной и неполной семье.

Разработанные прогностические модели показывают, что восстановление пациентов после перенесённой ЧМТ зависит от уровня когнитивного резерва, высшего / среднего специального образования, проживания в сельской местности, в полной или неполной семье [10]. При этом проживание в неполной семье негативно влияет на восстановление после ЧМТ, тогда как другие вышеназванные факторы – позитивно, особенно когнитивный резерв [11]. Последний рассматривается как свойство головного мозга с множественными потенциальными механизмами, помогающими справиться и восстановиться в связи с изменениями головного мозга, возникшими в результате ЧМТ [12]. Показана неизменная роль когнитивного резерва и возраста в восстановлении пациентов с ЧМТ [13]. Когнитивный резерв, определяемый в большей степени уровнем образования, влияет на процесс восстановления после перенесённой ЧМТ, подтверждая результаты нейропсихологических те-

стов, включая скрининги высших мозговых функций. Однако, по мнению исследователей [13], связь между когнитивным резервом и результатами тестов не означает автоматической связи между результатами тестов скрининга высших мозговых функций и восстановлением. При исследовании взаимосвязи между когнитивным скринингом и функциональными исходами после тяжёлой ЧМТ важно принимать во внимание возраст, тяжесть травмы и когнитивный резерв [14]. После тяжёлой ЧМТ даже при том, что большинство улучшений происходит в течение первого года, изменения в функциональных результатах, как улучшения, так и ухудшения, могут продолжаться в течение нескольких лет. Учитывая, что ЧМТ часто поражает молодых людей, которые, как ожидается, проживут со своей травмой десятилетия, важно проводить исследования с более длительным интервалом наблюдения [15].

Однако, в отличие от нашего исследования, восстановление после ЧМТ авторами оценивалось по индексу адекватности Mayo-Portland и не рассчитывались прогностические показатели с учётом когнитивного резерва и социально-демографических факторов. Вместе с тем установлено влияние образования на исход ЧМТ, как и в нашем исследовании, согласно которому образование ассоциировано с восстановлением пациентов с ЧМТ, и особенно высоко влияние на исход ЧМТ высшего / среднего специального образования.

ЧМТ часто сопровождается двигательными и когнитивными нарушениями [16], что способствует формированию ограничений в повседневной жизни таких пациентов [17]. Так, при обследовании через 21 день после ЧМТ у 63,8% пациентов наблюдалась повышенная утомляемость, а у 72,3% – снижение настроения. Однако при применении скрининговых методик для оценки когнитивных функций в группе пациентов с ЧМТ не выявлено достоверных отличий от результатов контрольной группы [16].

Использование шкалы Глазго для оценки исходов ЧМТ в качестве зависимой переменной и независимых переменных (возраст, пол, уровень образования, когнитивный резерв) позволило установить методом одномерной линейной регрессии влияние пола (коэффициент логистической регрессии $\beta = 1,208$) и психических заболеваний (коэффициент логистической регрессии $\beta = 1,054$) [18]. Однако авторами, в отличие от результатов нашего исследования, не выявлено ассоциации исходов ЧМТ по шкале Глазго с когнитивным резервом (коэффициент логистической регрессии $\beta = -0,28$).

Обнаружено, что у пожилых людей наблюдались значительно худшие долгосрочные результаты, чем у молодых, несмотря на менее тяжелые первоначальные травмы головы. Так, к факторам, повышающих риск неблагоприятного исхода, относится пожилой воз-

раст и гипотония [19]. Кроме того, другие исходные характеристики при поступлении, такие как оценка по шкале Глазго и зрачковая реактивность, традиционно считаются неблагоприятными показателями. Что касается дополнительных показателей визуализации, отмечено, что внутримозговое кровоизлияние, травматическая субарахноидальная гематома и базальная цистерна (облитерация или сдавление) являются дополнительными показателями, повышающими точность прогнозирования исхода [20].

Выводы

Полученные результаты показывают, что для прогнозирования восстановления пациентов после перенесенной ЧМТ следует использовать следующие зависимые переменные: уровень когнитивного резерва, высшее / среднее специальное образование, проживание в сельской местности, в полной или неполной семье. При этом практически все вышеназванные зависимые переменные, за исключением проживания в неполной семье, позитивно влияют на восстановление пациентов, и особенно уровень когнитивного резерва. Напротив, неполная семья отрицательно влияет на восстановление пациентов после ЧМТ, что указывает на важность использования этой зависимой переменной для прогнозирования восстановления пациентов с ЧМТ.

Список литературы

1. Capizzi A., Woo J., Verduzco-Gutierrez M. Traumatic brain injury // *Med. Clin. North. Am.* 2020. N 104. P. 213–238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>
2. Redefining a minimal rehabilitation assessment protocol for severe acquired brain injuries / S. Lavezzi, S. Bargellesi, A. Cassio [et al.] // *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2022. Vol. 58, N 4. P. 584-591. <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.22.07451-2>
3. Recovery from disorders of consciousness: mechanisms, prognosis and emerging therapies / B. L. Edlow, J. Claassen, N. D. Schiff [et al.] // *Nat. Rev. Neurol.* 2021. Vol. 17, N 3. P. 135-156. <https://doi.org/10.1038/s41582-020-00428-x>
4. Recovery of consciousness and functional outcome in moderate and severe traumatic brain injury / R. G. Kowalski, F. M. Hammond, A. H. Weintraub [et al.] // *JAMA Neurol.* 2021. Vol. 78, N 5. P. 548-557. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.0084>
5. Traumatic brain injury and risk of long-term brain changes, accumulation of pathological markers, and developing dementia: a review / C. LoBue, C. Munro, J. Schaffert [et al.] // *J. Alzheimers Dis.* 2019. Vol. 70, N 3. P. 629-654. <https://doi.org/10.3233/jad-190028>
6. Relationships between neuropsychological impairments and functional outcome eight years after severe traumatic brain injury: Results from the PariS-TBI study / C. Vallat-Azouvi, M. Swaenepoël, A. Ruet [et al.] // *Brain. Inj.* 2021. N 35. P. 1001–1010. <https://doi.org/10.1080/02699052.2021.1933180>
7. A Detailed Overview of Long-Term Outcomes in Severe Traumatic Brain Injury Eight Years Post-injury / A. Ruet, E. Bayen, C. Jourdan [et al.] // *Front. Neurol.* 2019. N 10. P. 120. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00120>
8. Neuropsychological Recovery Trajectories in Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: Influence of Patient Characteristics and Diffuse Axonal Injury / A. R. Rabinowitz, T. Hart, J. Whyte [et al.] // *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 2018. N 24. P. 237–246. <https://doi.org/10.1017/S1355617717000996>
9. Стрижицкая О. Ю. Когнитивный резерв как детерминанта позитивного старения // *Мир педагогики и психологии.* 2019. № 1. С. 200-210.
10. The impact of cognitive reserve on delayed neurocognitive recovery after major non-cardiac surgery: an exploratory substudy / E. Kainz, N. Juilfs, U. Harler [et al.] // *Front Aging Neurosci.* 2023. N 15. P. 1267998. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1267998>
11. Measuring cognitive reserve (CR) – a systematic review of measurement properties of CR questionnaires for the adult population / N. Kartschmit, R. Mikolajczyk, T. Schubert [et al.] // *PLoS One.* 2019. N 14. P. e0219851. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219851>
12. Identification of individuals at risk for postoperative cognitive dysfunction (POCD) / X. Yang, X. Huang, M. Li [et al.] // *Ther. Adv. Neurol. Disord.* 2022. N 15. P. 175628642211143. <https://doi.org/10.1177/17562864221114356>

13. Cognitive Reserve, Early Cognitive Screening, and Relationship to Long-Term Outcome after Severe Traumatic Brain Injury / N. Ekdahl, A. K. Godbolt, C. N. Deboussard [et al.] // *J. Clin. Med.* 2022. Vol. 11, N 7. P. 2046. <https://doi.org/10.3390/jcm11072046>
14. Dimensions of cognitive reserve and their predictive power of cognitive performance and decline in the elderly / T. D. Ser, E. Valeriano-Lorenzo, L. Janez-Escalada [et al.] // *Front Dement.* 2023. N 2. P. 1099059. <https://doi.org/10.3389/frdem.2023.1099059>
15. Long-term outcome after severe traumatic brain injury: A systematic literature review / C. Q. Mostert, R. D. Singh, M. Gerritsen [et al.] // *Acta. Neurochir.* 2022. N 164. P. 599-613. <https://doi.org/10.1007/s00701-021-05086-6>
16. Когнитивные и двигательные нарушения у больных с последствием черепно-мозговой травмы / И. Ш. Шоджалилов, А. Т. Джурабекова, Н. Н. Абдуллаева, Н. Б. Муродова // *Достижения науки и образования.* 2019. № 13. С. 107-110.
17. Возрастная жизнеспособность в критические периоды жизни пациентов при зрительном дефиците и травмах / М. А. Неудачин, Н. М. Агарков, А. С. О. Ибиев [и др.] // *Научные результаты биомедицинских исследований.* 2025. Т. 11, № 4. С. 727-741. <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2025-11-4-1-0>
18. Cognitive reserve index and long-term disability in patients with severe traumatic brain injury discharged from the intensive rehabilitation unit / B. Hakiki, S. Pancini, A. M. Romoli [et al.] // *Front Neurol.* 2023. N 14. P. 1106989. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1106989>
19. Defining Hypotension in Patients with Severe Traumatic Brain Injury / K. Shibahashi, K. Sugiyama, Y. Okura [et al.] // *World Neurosurg.* 2018. N 120. P. e667–e674. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.08.142>
20. Helsinki Computed Tomography Scoring System Can Independently Predict Long-Term Outcome in Traumatic Brain Injury / S. Yao, J. Song, S. Li [et al.] // *World Neurosurg.* 2017. N 101. P. 528-533. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.02.072>

References

1. Capizzi A., Woo J., Verduzco-Gutierrez M. Traumatic brain injury. *Med. Clin. North. Am.* 2020;(104):213–238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>
2. Lavezzi S., Bargellesi S., Cassio A., et al. Redefining a minimal rehabilitation assessment protocol for severe acquired brain injuries. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2022;58(4):584-591. <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.22.07451-2>
3. Edlow B.L., Claassen J., Schiff N.D., et al. Recovery from disorders of consciousness: mechanisms, prognosis and emerging therapies. *Nat. Rev. Neurol.* 2021;17(3):135-156. <https://doi.org/10.1038/s41582-020-00428-x>
4. Kowalski R.G., Hammond F.M., Weintraub A.H., et al. Recovery of consciousness and functional outcome in moderate and severe traumatic brain injury. *JAMA Neurol.* 2021;78(5):548-557. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.0084>

5. LoBue C., Munro C., Schaffert J., et al. Traumatic brain injury and risk of long-term brain changes, accumulation of pathological markers, and developing dementia: a review. *J. Alzheimers Dis.* 2019;70(3):629-654. <https://doi.org/10.3233/jad-190028>
6. Vallat-Azouvi C., Swaenepoël M., Ruet A., et al. Relationships between neuropsychological impairments and functional outcome eight years after severe traumatic brain injury: Results from the Paris-TBI study. *Brain. Inj.* 2021;(35):1001–1010. <https://doi.org/10.1080/02699052.2021.1933180>
7. Ruet A., Bayen E., Jourdan C., et al. A Detailed Overview of Long-Term Outcomes in Severe Traumatic Brain Injury Eight Years Post-injury. *Front. Neurol.* 2019;(10):120. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00120>
8. Rabinowitz A.R., Hart T., Whyte J., et al. Neuropsychological Recovery Trajectories in Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: Influence of Patient Characteristics and Diffuse Axonal Injury. *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 2018;(24):237–246. <https://doi.org/10.1017/S1355617717000996>
9. Strizhitskaya O.Y. Cognitive reserve as a determinant of positive aging. *Mir pedagogiki i psihologii = The World of Pedagogy and Psychology.* 2019;(1):200-210. (In Russ.)
10. Kainz E., Juilfs N., Harler U., et al. The impact of cognitive reserve on delayed neurocognitive recovery after major non-cardiac surgery: an exploratory substudy. *Front Aging Neurosci.* 2023;(15):1267998. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1267998>
11. Kartschmit N., Mikolajczyk R., Schubert T., et al. Measuring cognitive reserve (CR) – a systematic review of measurement properties of CR questionnaires for the adult population. *PLoS One.* 2019;(14):e0219851. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219851>
12. Yang X., Huang X., Li M., et al. Identification of individuals at risk for postoperative cognitive dysfunction (POCD). *Ther. Adv. Neurol. Disord.* 2022;(15):175628642211143. <https://doi.org/10.1177/17562864221114356>
13. Ekdahl N., Godbolt A.K., Deboussard C.N., et al. Cognitive Reserve, Early Cognitive Screening, and Relationship to Long-Term Outcome after Severe Traumatic Brain Injury. *J. Clin. Med.* 2022;11(7):2046. <https://doi.org/10.3390/jcm11072046>
14. Ser T.D., Valeriano-Lorenzo E., Janez-Escalada L., et al. Dimensions of cognitive reserve and their predictive power of cognitive performance and decline in the elderly. *Front Dement.* 2023;(2):1099059. <https://doi.org/10.3389/frdem.2023.1099059>
15. Mostert C.Q., Singh R.D., Gerritsen M., et al. Long-term outcome after severe traumatic brain injury: A systematic literature review. *Acta. Neurochir.* 2022;(164):599-613. <https://doi.org/10.1007/s00701-021-05086-6>
16. Shojalilov I.Sh., Dzhurabekova A.T., Abudullayeva N.N., Murodova N.B. Cognitive and motor disorders in patients with traumatic brain injury. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya = Achievements of Science and Education.* 2019;(13):107-110 (In Russ.)

17. Neudakhin M.A., Agakov N.M., Ibiev A.S.O., et al. Age-related resilience in critical periods of life of patients with visual deficits and injuries. *Nauchnye rezul'taty biomeditsinskih issledovanij = Research Results in Biomedicine*. 2025;11(4):727-741 (In Russ.) <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2025-11-4-1-0>
18. Hakiki B., Pancini S., Romoli A.M., et al. Cognitive reserve index and long-term disability in patients with severe traumatic brain injury discharged from the intensive rehabilitation unit. *Front Neurol*. 2023;(14):1106989. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1106989>
19. Shibahashi K., Sugiyama K., Okura Y., et al. Defining Hypotension in Patients with Severe Traumatic Brain Injury. *World Neurosurg*. 2018;(120):e667–e674. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.08.142>
20. Yao S., Song J., Li S., et al. Helsinki Computed Tomography Scoring System Can Independently Predict Long-Term Outcome in Traumatic Brain Injury. *World Neurosurg*. 2017;(101):528-533. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.02.072>

Информация об авторах / Information about the Authors

Агарков Николай Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры биомедицинской инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск; профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней и клинических информационных технологий, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Российская Федерация, e-mail: vitalaxen@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4821-3692

Nikolay M. Agarkov, Doctor of Sciences (Medical), Professor, Professor at the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University, Kursk; Professor at the Department of Propaedeutics of Internal Diseases and Clinical Information Technologies, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation, e-mail: vitalaxen@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4821-3692

Лысенко Анастасия Сергеевна, врач-невролог, Курская городская больница № 1 имени Н. С. Короткова, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: anastasiya-lysenko-96@mail.ru, ORCID: 0009-0001-6521-2130

Anastasia S. Lysenko, Neurologist, Kursk City Hospital No. 1 named after N. S. Korotkov, Kursk, Russian Federation, e-mail: anastasiya-lysenko-96@mail.ru, ORCID: 0009-0001-6521-2130