

НЕВРОЛОГИЯ И НЕЙРОХИРУРГИЯ NEUROLOGY AND NEUROSURGERY

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДОВ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ С УЧЁТОМ КОГНИТИВНОГО СТАТУСА

Агарков Н.М.^{1,2},
Павлов О.Г.³,
Яковлев А.П.⁴,
Иванов В.А.⁵,
Бахарева А.А.¹,
Федосеев И.М.¹

¹ ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»
(305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября,
д. 94, Россия)

² ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный
исследовательский университет»
(308015, г. Белгород, ул. Победы, д.85,
Россия)

³ ГБУЗ МО «Московский областной
НИИ акушерства и гинекологии имени
академика В.И. Краснопольского»
(101000, г. Москва, ул. Покровка, д. 22а,
Россия).

⁴ ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет
им. И.С. Тургенева» (302026, г. Орел,
ул. Комсомольская, д. 95, Россия)

⁵ ФГБОУ ВО «Курский государственный
медицинский университет» (305041,
г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 3, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Агарков Николай Михайлович
e-mail: vitalaxen@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Для оптимизации диагностической и лечебной помощи пациентам важным является прогнозирование исходов черепно-мозговой травмы (ЧМТ) в зависимости от степени когнитивных нарушений, но последние редко используются в прогностических моделях.

Цель исследования. Разработка моделей прогнозирования исходов легкой и средней степени тяжести ЧМТ у пожилых пациентов с учетом когнитивного статуса.

Материал и методы. Обследовано 125 пациентов 60–74 лет на 8–9 и 20–21 сутки с легкой и средней степенью тяжести ЧМТ соответственно. Исходы ЧМТ классифицированы на 3 группы: 1 – способность пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия; 2 – настроение и межличностное взаимодействие; 3 – социальные контакты и работа. Когнитивные нарушения выявлялись по шкале Mini-Mental State Examination (MMSE). Для разработки прогностических моделей вышеуказанных исходов ЧМТ использована программа «Statistica 17.0» и регрессионный анализ.

Результаты. Установлены обратные слабые связи между легкой степенью тяжести ЧМТ и исходами ЧМТ. Однако ассоциация средней степени тяжести ЧМТ с исходами оказалась выше, чем для легкой ЧМТ, и особенно для участия в социальных контактах и работе ($r=-0,452$; $p < 0,01$), и для настроения и межличностного взаимодействия ($r=-0,406$; $p < 0,01$). С когнитивными нарушениями исходы ЧМТ во всех случаях имели прямую умеренную связь с коэффициентами корреляции от 0,339 до 0,372 ($p < 0,01$). Для прогнозирования способности пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия (y_4) с учетом балла когнитивных нарушений (x_4) создана скорректированная модель $y_4=7,389-1,724x_4$, для прогнозирования настроения и межличностного взаимодействия скорректированная модель $y_5=8,241-1,406x_5$, для прогнозирования участия пациентов в социальных контактах и работе скорректированная модель $y_6=7,895-1,469x_6$, где x_5 и x_6 – балл когнитивных нарушений по шкале MMSE.

Заключение. Результаты показывают негативное влияние когнитивных нарушений на исходы ЧМТ, для прогнозирования которых разработаны прогностические модели.

Ключевые слова: пожилые, когнитивные нарушения, черепно-мозговая травма, исходы черепно-мозговой травмы, прогнозирование, прогностические модели, медицинская информатика

Статья поступила: 20.01.26
Статья принята: 24.09.2026
Статья опубликована: 09.10.2026

Для цитирования: Агарков Н.М., Павлов О.Г., Яковлев А.П., Иванов В.А., Бахарева А.А., Федосеев И.М. Модели прогнозирования исходов черепно-мозговой травмы у пожилых людей с учётом когнитивного статуса. *Acta biomedica scientifica*. 2026; 11(4): 136-144. doi: 10.29413/ABS.2026-11.4.14

MODELS FOR PREDICTING TRAUMATIC BRAIN INJURY OUTCOMES IN THE OLDER PATIENTS, ACCOUNTING FOR COGNITIVE STATUS

Agarkov N.M.^{1,2},
Pavlov O.G.³,
Yakovlev A.P.⁴,
Ivanov V.A.⁵,
Bakhareva A.A.¹,
Fedoseyev I.M.¹

¹ Southwest State University (50 let Oktyabrya str., 94, Kursk 305040, Russian Federation)

² Belgorod State National Research University (Pobedy Str., 85, Belgorod 308015, Russian Federation)

³ Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology named after Academician V.I. Krasnopol'sky (Pokrovka, st. 22a, Moscow 101000, Russian Federation)

⁴ Oryol State University named after I.S. Turgenev (Komsomolskaya str., 95, Oryol 302026, Russian Federation)

⁵ Kursk State Medical University (Karl Marx Str., 3, Kursk 305041, Russian Federation)

Corresponding author:
Nikolai M. Agarkov
e-mail: vitalaxen@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. Predicting the outcomes of traumatic brain injury (TBI) depending on the degree of cognitive impairment is important for optimizing diagnostic and therapeutic care, but cognitive impairments are rarely used in predictive models.

Aim. To develop models for predicting the outcomes of mild and moderate TBI in elderly patients, taking into account cognitive status.

Material and methods. A total of 125 patients aged 60–74 years with mild and moderate TBI were examined on days 8–9 and 20–21, respectively. TBI outcomes were classified into 3 groups: 1 – patients' ability to perform motor and sensory actions, 2 – mood and interpersonal interaction, 3 – social contacts and work. Cognitive impairments were detected using the Mini-Mental State Examination (MMSE). The Statistica 17.0 program and regression analysis were used to develop predictive models of the above-mentioned TBI outcomes.

Results. Weak inverse correlations between mild TBI severity and TBI outcomes were established. However, the association of moderate TBI severity with outcomes was higher than for mild TBI, especially for participation in social contacts and work ($r = -0.452$; $p < 0.01$) and for mood and interpersonal interaction ($r = -0.406$; $p < 0.01$). In all cases, the outcomes of TBI with cognitive impairments had a moderate positive correlation, with correlation coefficients from 0.339 to 0.372 ($p < 0.01$). To predict the ability of patients to perform motor and sensory actions (y_4), taking into account the score of cognitive impairment (x_4), an adjusted model $y_4 = 7,389 - 1,724x_4$ was created. To predict mood and interpersonal interaction, an adjusted model $y_5 = 8,241 - 1,406x_5$; to predict patient participation in social contacts and work, an adjusted model $y_6 = 7,895 - 1,469x_6$, where x_5 and x_6 are the scores of cognitive impairments on the MMSE scale.

Conclusion. The results show the negative impact of cognitive impairment on the outcomes of TBI, for the prediction of which prognostic models have been developed.

Keywords: older adults, cognitive impairment, traumatic brain injury, outcomes of traumatic brain injury, forecasting, prognostic models

Received: 20.01.26
Accepted: 24.09.2026
Published: 09.10.2026

For citation: Agarkov N.M., Pavlov O.G., Yakovlev A.P., Ivanov V.A., Bakhareva A.A., Fedoseyev I.M. Models for predicting traumatic brain injury outcomes in the older patients, accounting for cognitive status. *Acta biomedica scientifica*. 2026; 11(4): 136-144. doi: 10.29413/ABS.2026-11.4.14

АКТУАЛЬНОСТЬ

Получение черепно-мозговой травмы (ЧМТ) взрослыми пациентами является довольно частой травмой и несет отдаленные последствия для адекватного функционирования головного мозга, причём на лёгкую ЧМТ приходится 85 % случаев. Большинство пациентов, перенёвших лёгкую ЧМТ, в течение первых недель после травмы жалуются на когнитивные (забывчивость и плохая концентрация внимания), эмоциональные (раздражительность и тревожность) и физические (головные боли и усталость) нарушения [1]. Хотя посттравматические жалобы обычно проходят в течение 3 месяцев после травмы, у части пациентов (20 %) они могут сохраняться значительно дольше [2]. Однако отдельные жалобы не являются специфичными и могут встречаться как у здоровых людей, так и в различных клинических группах [3]. Кроме того, ЧМТ средней степени тяжести редко анализируется исследователями, несмотря на то, что отдельные жалобы сохраняются в течение года, а когнитивные нарушения являются более выраженными [4]. Отбор пациентов, подверженных риску развития когнитивных нарушений после средней степени тяжести ЧМТ, имеет решающее значение для разработки оптимальной стратегии лечения и прогнозирования исходов [5, 6].

Жалобы, возникающие после ЧМТ, часто оцениваются с помощью опросников, в которых пациенты самостоятельно указывают относительную тяжесть текущих жалоб по сравнению с состоянием до ЧМТ. Таким образом, при заполнении опросников пациенты должны вспоминать о своём состоянии до ЧМТ, и их субъективное восприятие влияет на оценку жалоб [7]. Кроме того, у пожилых людей наблюдается более высокий уровень жалоб и когнитивных нарушений [8].

Установлено, что пожилой возраст является независимым фактором, предсказывающим ухудшение состояния после средней степени тяжести ЧМТ. Поскольку население планеты продолжает стареть, число пожилых людей, получающих лёгкую ЧМТ, будет расти. Гериатрические пациенты со средней степенью тяжести ЧМТ чаще страдают от сопутствующих заболеваний, чем их более молодые сверстники, и представляют собой уязвимую группу [8]. Таким образом, гериатрическая популяция является приоритетным направлением для исследований в области прогнозирования последствий ЧМТ. Тем не менее, до сих пор было проведено лишь несколько исследований, посвящённых прогнозированию исходов с лёгкой и средней степенью тяжести ЧМТ у пожилых людей [8].

Выявление прогностических маркеров неполного восстановления может помочь врачам в оказании оптимальной персонализированной медицинской помощи пациентам из группы риска. Функциональные нарушения, связанные с ЧМТ, можно оценить с помощью расширенной шкалы исходов Глазго, которая является наиболее часто используемым показателем исхода в исследованиях ЧМТ. Однако такие функциональные дефициты как когнитивные нарушения более полно

выявляет шкала Mini-Mental State Examination, которые часто возникают после средней степени тяжести ЧМТ и существенно ограничивают досуг и повседневную деятельность пациентов [9]. Однако когнитивные нарушения редко используются в прогнозировании исходов легкой и средней степени тяжести ЧМТ у пожилых пациентов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка моделей прогнозирования исходов легкой и средней степени тяжести ЧМТ у пожилых пациентов с учетом когнитивного статуса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 125 пациентов пожилого возраста с легкой и средней степенью тяжести ЧМТ с ушибами головного мозга и внутримозговыми гематомами с локализацией в затылочной области, обследованных в стационарных условиях на 8–9-е и 20–21-е сутки соответственно. Среди обследованных 125 пациентов: 60 пациентов имели лёгкую степень тяжести ЧМТ, а 65 пациентов – среднюю степень тяжести ЧМТ. Пациенты с лёгкой и средней степенью тяжести ЧМТ не имели значимых различий по возрасту: $63,48 \pm 2,36$ лет и $61,92 \pm 2,09$ лет соответственно ($p > 0,05$). Распространённость артериальной гипертензии среди пациентов с ЧМТ лёгкой степени тяжести составляла $43,3 \pm 2,47$ на 100 обследованных, а среди пациентов с ЧМТ средней степени тяжести – $38,5 \pm 2,08$ на 100 обследованных ($p > 0,05$), ишемической болезни сердца – $28,3 \pm 1,14$ и $29,2 \pm 1,31$ на 100 обследованных ($p > 0,05$), сахарного диабета 2-го типа – $13,3 \pm 0,92$ и $15,4 \pm 0,86$ на 100 обследованных ($p > 0,05$). Отсутствие достоверных различий в распространённости сопутствующих заболеваний среди пациентов с лёгкой и средней степенью тяжести ЧМТ свидетельствует об однородности полиморбидного статуса обеих групп.

Диагностика ЧМТ проводилась в соответствии с критериями, изложенными в Клинических рекомендациях «Очаговая травма головного мозга» [10]. Выявление когнитивных нарушений осуществлялось по русифицированной шкале Mini-Mental State Examination с общепринятыми критериями их градации [11, 12].

В исследование не включались пациенты до 60 лет и старше 74 лет, с деменцией, перенесённым острым нарушением мозгового кровообращения в последние полгода, с переломами длинных трубчатых костей в последние полгода, с синдромом старческой астении, с соматической патологией в стадии декомпенсации, с хроническим алкоголизмом, психическими заболеваниями, онкопатологией III-IV стадии.

На этапе постановки диагноза ЧМТ легкой и средней степени тяжести проводился общий анализ крови, биохимический анализ крови с определением общего

белка, альбумина, мочевины, креатинина, аланин-аминотрансферазы и аспарат-аминотрансферазы, электролитов крови, общий анализ мочи, компьютерная томография головы.

Лечение пациентов с лёгкой и средней степенью тяжести ЧМТ включало при показаниях респираторную поддержку, коррекцию гемодинамических нарушений и, прежде всего, уровень систолического артериального давления до 90 мм рт.ст. и более, коррекцию внутричерепной гипертензии, обезболивание и седацию с использованием барбитуратов. Среди хирургических методов выполнены удаление эпидуральных гематом свыше 30 см³ и субдуральных гематом свыше 40 см³ и толщиной 10 мм.

В качестве исходов ЧМТ рассматривались три критерия: способность пациентов, отражающая выполнение двигательных, сенсорных действий; адаптация пациентов включает настроение и межличностное взаимодействие; участие пациентов включает работу и социальные контакты. Также рассчитывался общий балл по указанным трем видам исходов ЧМТ.

Оценка вышеназванных исходов ЧМТ осуществлялась по индексу адаптивности Mayo-Portland (MPAI-4), состоящего из 30 вопросов, направленных на выявление наиболее часто встречающихся функциональных нарушений и трудностей после получения ЧМТ, специально разработанного для измерения этих аспектов исходов после ЧМТ и, как было показано, являющемуся валидным и надёжным инструментом [13]. Оценка исходов по данному индексу варьирует от 0 до 120 баллов и их меньшее число указывает на лучший исход перенесенной ЧМТ. Оценка когнитивных способностей проводилась также через 4 недели и 6 месяцев после вышеназванных сроков.

Исследование проводилось с соблюдением принципов Хельсинской декларации и включение пациентов осуществлялось после получения письменного информированного согласия.

Исследование одобрено экспертной комиссией этического комитета и возможности открытого опубликования материалов ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», протокол № 712 от 25.12.2024 г.

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения «Statistica 17.0» на персональном компьютере. Различия в исследованных показателях оценивались по Т-критерию Уайта и считалось достоверным при $p < 0,05$. Для выявления взаимосвязей между исследованными показателями применялся корреляционный анализ Пирсона со следующей оценкой корреляционной связи: 0,0–0,30 — слабая корреляционная связь, 0,31–0,70 — умеренная корреляционная связь, 0,71 и более — высокая корреляционная связь. При разработке прогностических моделей применялся многомерный регрессионный анализ с построением нескорректированных и скорректированных моделей. Эффективность созданных регрессионных моделей изучалась посредством ROC-анализа с использованием площади под кривой (AUC ROC).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Когнитивный статус пациентов с лёгкой степенью тяжести ЧМТ при первичном обследовании на 8–9-е сутки по шкале MMSE соответствовал субъективным когнитивным расстройствам ($28,2 \pm 0,3$ баллов), у пациентов со средней степенью тяжести ЧМТ на 20–21-е сутки соответствовал умеренным когнитивным расстройствам ($26,6 \pm 0,4$ баллов). В процессе восстановления в обеих группах наблюдалось улучшение когнитивных способностей. Через 4 недели после первичного обследования у пациентов с лёгкой степенью ЧМТ когнитивный статус улучшился незначительно до $28,4 \pm 0,4$ баллов относительно 8–9-х суток ($p > 0,05$), а через 6 месяцев – до $28,6 \pm 0,5$ баллов ($p > 0,05$). Среди пациентов со средней степенью тяжести ЧМТ через 4 недели после первичного обследования когнитивные способности достоверно улучшились до $28,1 \pm 0,5$ баллов ($p < 0,05$) относительно 20–21-х суток, а через 6 месяцев существенно не изменились ($28,4 \pm 0,4$ баллов, $p > 0,05$). Средний общий балл исходов у пациентов с лёгкой ЧМТ составил $27,2 \pm 2,1$ балла, а у пациентов с средней степенью тяжести ЧМТ – $36,4 \pm 2,3$ балла.

При анализе корреляционных связей исходов лёгкой и средней степени тяжести ЧМТ по использованным трем критериям и общему их баллу с возрастом, между степенью тяжести ЧМТ и когнитивными нарушениями при первичном обследовании установлены слабые и умеренные корреляционные связи (табл. 1). При этом между возрастом и рассматриваемыми исходами ЧМТ связи были обратными.

Возраст коррелировал обратной слабой связью с общим баллом, а также с участием пациентов в социальных контактах и работе с достоверной значимостью. Вместе с тем между возрастом и такими исходами как способность пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия, настроением и межличностным взаимодействием (адаптацией) выявлены обратные умеренные связи ($p < 0,05$).

Ассоциация легкой степени тяжести ЧМТ представлена во всех случаях обратной слабой статистически значимой связью с исходами ЧМТ. Однако средняя степень тяжести ЧМТ имела как с общим баллом исходов, так и с тремя выделенными критериями обратные умеренные связи. Иначе говоря, при повышении степени тяжести ЧМТ способность выполнения двигательных и сенсорных действий, настроение и межличностное взаимодействие и социальные контакты и работа снижаются и, следовательно, исходы ЧМТ ухудшаются.

С когнитивными нарушениями исходы ЧМТ имели прямые умеренные связи, что указывает на ухудшение исходов ЧМТ с повышением степени тяжести когнитивных нарушений. Со всеми тремя критериями исходов ЧМТ и с общим баллом корреляционные связи являлись статистически значимыми.

Построение нескорректированной регрессионной модели для прогнозирования рассматриваемых исходов ЧМТ в зависимости от степени когнитивных

нарушений позволило получить статистически значимые коэффициенты β и 95% доверительные интервалы (табл. 2), а также константы для разработки прогностической модели, иллюстрирующей способность пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия (y_1), имеет вид:

$$y_1 = 8,786 - 1,879x_1,$$

где x_1 – величина когнитивных нарушений по шкале MMSE.

AUC для данной модели составила 0,808 с чувствительностью 79,9 % и специфичностью 76,6 %.

Модель для прогнозирования настроения и межличностного взаимодействия пациентов (y_2) имеет вид:

$$y_2 = 6,254 - 1,365x_2,$$

где x_2 – величина когнитивных нарушений по шкале MMSE.

Эффективность этой модели по AUC составила 0,844 с чувствительностью 82,2 % и специфичностью 86,7 %.

Нескорректированная модель для прогнозирования участия пациентов в социальных контактах и работе (y_3) имеет вид:

$$y_3 = 9,364 - 1,518x_3,$$

где x_3 – величина когнитивных нарушений по шкале MMSE.

Для модели y_3 эффективность по AUC достигла 0,796 с чувствительностью 80,4 % и специфичностью 78,7 %.

Разработка скорректированных регрессионных моделей прогнозирования анализируемых исходов ЧМТ по полу и возрасту показала, что коэффициенты β сохранили свою статистическую значимость во всех случаях (табл. 3), но величина коэффициентов β незначительно ($p > 0,05$) уменьшилась для некоторых исходов, что не повлияло на достоверность синтезированных прогностических моделей. Прогнозирование способности пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия (y_4) описывается выражением:

$$y_4 = 7,389 - 1,724x_4,$$

где x_4 – величина когнитивных нарушений по шкале MMSE.

После корректировки AUC достигла 0,796 с чувствительностью 80,4 % и специфичностью 78,4 %.

Для прогнозирования настроения и межличностного взаимодействия пациентов после ЧМТ (y_5), в зависимости от балла когнитивных нарушений по шкале MMSE (x_5), модель имеет вид:

$$y_5 = 8,241 - 1,406x_5.$$

где x_5 – величина когнитивных нарушений по шкале MMSE.

AUC для данной прогностической модели составила 0,813 с чувствительностью 83,7 % и специфичностью 79,0 %.

Прогнозирование участия пациентов в работе и социальных контактах (y_6) описывается уравнением:

ТАБЛИЦА 1

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ИСХОДАМИ ЛЁГКОЙ И СРЕДНЕЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ЧМТ И ВОЗРАСТОМ, СТЕПЕНЬЮ ТЯЖЕСТИ ЧМТ И КОГНИТИВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

TABLE 1

CORRELATIONS BETWEEN MILD AND MODERATE TBI OUTCOMES AND AGE, TBI SEVERITY AND COGNITIVE IMPAIRMENT

Показатель	Общий балл исходов	Способность выполнения двигательных и сенсорных действий	Настроение и межличностное взаимодействие	Социальные контакты и работа
Возраст	-0,282*	-0,365*	-0,338*	-0,265*
Легкая ЧМТ	-0,287*	-0,274*	-0,256*	-0,268*
Средняя ЧМТ	-0,398**	-0,369*	-0,406**	-0,452**
Когнитивные нарушения	0,357*	0,348*	0,372**	0,339*

Примечание: * – $p < 0,05$ между показателями, ** – $p < 0,01$ между показателями.

ТАБЛИЦА 2

НЕСКОРРЕКТИРОВАННЫЕ РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДОВ ЧМТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ

TABLE 2

UNADJUSTED REGRESSION MODELS FOR PREDICTING TBI OUTCOMES DEPENDING ON COGNITIVE IMPAIRMENTS

Показатель исхода ЧМТ	Константа	Коэффициент β	95% доверительный интервал	p
Способность пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия	8,786	-1,879	-1,614:-2,105	0,001
Настроение и межличностное взаимодействие	6,254	-1,365	-1,122:-1,671	0,002
Участие пациентов в работе и социальные контакты	9,364	-1,518	-1,325:-1,802	0,001

$$y_6 = 7,895 - 1,469x_6,$$

где x_6 – величина когнитивных нарушений по шкале MMSE.

AUC для данной модели составила 0,789 с чувствительностью 79,8 % и специфичностью 81,1 %.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее предложенные модели для прогнозирования исходов ЧМТ основывались на клинической оценке, клинических шкалах и нейрорадиологии. Для улучшения прогнозирования исхода были разработаны более сложные статистические модели, в том числе модель Международной миссии по прогнозированию и анализу клинических исследований в области ЧМТ (IMPACT). Однако такие модели обычно не адаптируют для клинического применения, возможно, потому что они слишком сложны для интеграции в клинический процесс [13]. Это открывает огромные возможности для улучшения прогнозирования результатов, если будут разработаны более применимые параклинические методы.

На прогнозирование исходов ЧМТ, помимо влияния возраста и образования, влияет когнитивная дисфункция, выявленная по Монреальской шкале оценки когнитивных нарушений (MoCA) [14]. Это исследование подтверждает наши результаты и предыдущие эмпирические данные о том, что с возрастом общие когнитивные показатели снижаются. Также обнаружено, что уровень образования является важным фактором, влияющим на результаты теста MoCA, и эти результаты согласуются с данными, полученными в различных этнических группах [15]. Это коррелирует с теорией когнитивного резерва при ЧМТ, которая предполагает, что более высокий уровень образования до получения травмы значительно улучшает прогноз после неё, но прогностические модели авторы не разрабатывали.

Выполненный ROC-анализ показывает, что пороговый балл MoCA, равный 22, позволяет достоверно отличить людей с ЧМТ в анамнезе и когнитивными нарушениями от людей с ЧМТ в анамнезе без когнитивных нарушений (AUC = 0,82; чувствительность 76 %, специфичность 71 %). Кроме того, нижний пороговый балл аналогичен показателям многих других

международных исследований по валидации MoCA. Сообщалось о пороговых значениях < 21 и < 20 для дифференциации между лёгкими когнитивными нарушениями и лёгкой деменцией. В другом исследовании оптимальные пороговые значения определялись как 13/14 для неграмотных людей, 19/20 для людей с образованием от 1 до 6 лет и 24/25 для людей с образованием от 7 лет и более. Следует отметить, что пороговый балл 21/22 используется для прогнозирования лёгких нейрокогнитивных расстройств [16].

Однако отмечается, что, поскольку участники с ЧМТ были обследованы как минимум через девять месяцев после травмы, а не в момент её получения, то выявление когнитивных нарушений в подострой и хронической фазах ЧМТ имеет особое значение в контексте прогнозирования и оценки реабилитации пострадавших. Пациенты и их семьи часто обращаются за оценкой когнитивных функций спустя много лет после ЧМТ, когда замечают, что симптомы ЧМТ оказывают значительное влияние на повседневную жизнь. Наконец, поскольку шкала MoCA была разработана для выявления умеренных когнитивных нарушений и деменции, которые зависят от эпизодической памяти и ориентации в пространстве, отсутствие показателей по этим параметрам является ограничением. Необходимы дополнительные исследования свойств шкал памяти и зрительно-пространственного восприятия, чтобы повысить обобщаемость результатов для других клинических групп, а также оценить надёжность повторного тестирования для клинической практики. Поскольку возраст и уровень образования неизменно оказывались значимыми факторами, влияющими на результаты MoCA, даже после корректировки результатов с учётом уровня образования, следующим важным шагом должен быть сбор данных на основе более крупной выборки, разделённой по возрасту и уровню образования, чтобы определить конкретные пороговые значения для различных демографических групп [14].

С помощью шкалы MMSE у пострадавших с лёгкой и средней тяжестью ЧМТ в период наблюдения от 3 недель до 6 месяцев удалось выявить, что 46,3 % пациентов имели нормальные когнитивные функции, в то время как 28,4 % – лёгкие когнитивные нарушения, 17,9 % – умеренные когнитивные нарушения и 7,5 % – тяжёлые когнитивные нарушения [17]. Кроме

ТАБЛИЦА 3

СКОРРЕКТИРОВАННЫЕ РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДОВ ЧМТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ

TABLE 3

ADJUSTED REGRESSION MODELS FOR PREDICTING TBI OUTCOMES DEPENDING ON COGNITIVE IMPAIRMENTS

Показатель исхода ЧМТ	Константа	Коэффициент β	95% доверительный интервал	p
Способность пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия	7,389	-1,724	-1,529;-1,908	0,0018
Настроение и межличностное взаимодействие	8,241	-1,406	-1,317;-1,725	0,0024
Участие пациентов в работе и социальные контакты	7,895	-1,469	-1,225;-1,704	0,0039

того, авторами подчеркивается хорошая оценочная способность шкалы MMSE, поскольку с помощью неё выявлены нарушения когнитивных функций у тех пациентов, у которых тест рисования часов не выявил таких нарушений и эта разница в возможностях выявления рассматриваемых нарушений оказалась статистически значимой. При одновременном использовании шкалы MMSE и MoCA у пациентов с легкой степенью тяжести ЧМТ не выявлено достоверных различий в уровне когнитивных нарушений [18]. Средний балл когнитивных нарушений среди пациентов до начала лечения электроакупunkturой по шкале MMSE составлял $17,25 \pm 2,58$ баллов и $16,02 \pm 2,79$ баллов по шкале MoCA ($p > 0,618$), что указывает на одинаковую способность этих двух шкал в выявлении когнитивных нарушений после ЧМТ. Обе шкалы показали одинаковые результаты в оценке когнитивных способностей и после лечения – уровень когнитивных нарушений по шкале MoCA составлял $22,47 \pm 2,64$ балла, а по MMSE – $22,99 \pm 2,15$ баллов ($p > 0,05$), что свидетельствует о равноценной (одинаковой) способности этих шкал выявлять когнитивные нарушения среди пациентов с лёгкой степенью тяжести ЧМТ.

В более раннем исследовании [19], использовавшем MMSE и MoCA, у пациентов с ЧМТ обнаружены более низкие суммарные баллы по шкале MoCA – $14,84 \pm 6,70$ баллов, чем по MMSE – $18,63 \pm 8,93$ баллов. Результаты тестов MoCA и MMSE показали, что у пациентов с ЧМТ показатели ориентации в пространстве и памяти значительно ниже, чем у пациентов с инсультом. Наряду с этим сообщается, что китайская версия шкалы MoCA является более чувствительной при выявлении когнитивных нарушений, чем китайская версия шкалы MMSE из-за того, что в шкале MMSE, по мнению авторов, 24 из 30 баллов начисляются за воспроизведение, речь и ориентацию в пространстве, а за зрительно-конструктивную функцию всего 1 балл из 30 баллов. Для сравнения шкала MoCA имеет более широкий охват и хорошо сбалансирована по субтестам.

В другом исследовании также использовалась MoCA для выявления когнитивных нарушений у пациентов с ЧМТ, которая продемонстрировала высокую надёжность и валидность при оценке когнитивных функций после ЧМТ [14]. MoCA оценивает различные когнитивные функции, включая внимание, счёт, память, речь и исполнительные функции, что позволяет получить более достоверные результаты. Как и другие исследования, это исследование показало, что в Китае ЧМТ чаще всего происходит у мужчин в возрасте 18–65 лет, а основной причиной являются дорожно-транспортные происшествия. Такие пациенты часто выражают сильное желание вернуться к работе, но когнитивные нарушения существенно затрудняют их возвращение к работе и повседневной деятельности. Таким образом, раннее выявление и устранение факторов риска когнитивных нарушений после ЧМТ может снизить их частоту и облегчить нагрузку на общество [16].

Надёжные доказательства связи между ЧМТ со снижением когнитивных функций представлены

в систематическом обзоре [20], включавшем 32 исследования, в которых учувствовало более семи миллионов человек. Было показано, что ЧМТ на две трети повышает риск развития деменции от всех причин. Авторами приведены доказательства того, что эти субъективные когнитивные симптомы, связанные с ЧМТ, выходят за рамки памяти и включают язык, зрительно-пространственную функцию и исполнительную функцию.

Возникающие в позднем возрасте устойчивые изменения в поведении (например, неадаптивное поведение) также могут свидетельствовать о начинающемся снижении когнитивных функций и деменции. Однако исследования связи ЧМТ с неадаптивным поведением появились совсем недавно. В Едином наборе данных Национального координационного центра по борьбе с ЧМТ различной степени тяжести выявлена связь с более высокой вероятностью неадаптивного поведения и более высоким риском снижения мотивации и психоэмоционального состояния у пожилых людей без когнитивных нарушений на исходном уровне [20].

Как нескорректированные, так и скорректированные модели свидетельствуют об отрицательном влиянии когнитивных нарушений на исходы ЧМТ, поскольку когнитивный статус во многом определяет выполнение различных действий, деятельность человека в повседневной и социальной жизни [21–23]. И как нами установлено снижение когнитивного статуса пациентов после ЧМТ сопровождается снижением выполнения двигательных и сенсорных действий, участия в работе и социальных контактах, их адаптации в связи с изменившимся состоянием здоровья, в том числе ментального, после травматизации.

Когнитивные нарушения возникают у пациентов даже с легкой ЧМТ, которые сообщают об ограничении активности и снижении удовлетворённости жизнью, и эти негативные последствия усугубляются по мере увеличения тяжести ЧМТ. Как и предыдущие исследования, наши текущие результаты указывают на некоторую корреляцию между тяжестью ЧМТ и выраженностью когнитивных нарушений. Однако ранжирование по степени тяжести ЧМТ не всегда позволяет предсказать наличие симптомов и качество жизни [6]. Оценка тяжести ЧМТ, её последствий и вариантов лечения может быть гораздо более сложной. На основе группового сравнения лёгкой, умеренной и тяжёлой ЧМТ (определяемой по продолжительности потери сознания) было установлено, что даже лёгкая ЧМТ сопровождалась более выраженными симптомами по сравнению с группой без ЧМТ. На основе этой классификации тяжести ЧМТ не было выявлено различий в выраженности симптомов в разных группах ЧМТ. Исследование тяжести ЧМТ с более высоким разрешением с использованием взвешенной оценки ответов участников на модифицированный цифровой опросник OSU TBI-ID выявило значительную связь между большей тяжестью ЧМТ и худшим исходом [6].

Исследования показывают, что существует начальный период восстановления после ЧМТ, хотя

восстановление происходит наиболее быстро в первые шесть месяцев после травмы, большинство пациентов с ЧМТ лёгкой или средней степени тяжести сообщают о постепенном повышении самостоятельности в течение пяти лет после травмы [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способность пожилых пациентов выполнять двигательные и сенсорные действия, участвовать в работе и социальных контактах, поддерживать уровень настроения и межличностного взаимодействия после перенесенной ЧМТ, согласно выявленным корреляционным связям, снижается с повышением возраста, степени тяжести ЧМТ и с ухудшением когнитивного статуса. Разработанные модели позволяют прогнозировать рассматриваемые исходы ЧМТ в зависимости от когнитивных нарушений. Согласно созданным прогностическим моделям, на исходы перенесенной ЧМТ негативно влияют когнитивные нарушения, поскольку входящие в них коэффициенты регрессии β имеют отрицательные значения. Разработанные модели могут применяться в клинической практике для прогнозирования исходов ЧМТ в зависимости от когнитивных нарушений, что позволит оптимизировать диагностические и лечебные мероприятия у таких пациентов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Bittencourt M, Balart-Sanchez SA, Maurits NM, et al. Self-Reported Complaints as Prognostic Markers for Outcome after Mild Traumatic Brain Injury in Elderly: A Machine Learning Approach. *Front Neurol*. 2021; 12: 751539. doi: 10.3389/fneur.2021.751539
2. Dwyer B, Katz DI. Postconcussion syndrome. *Handb Clin Neurol*. 2018; 158: 163–178. doi: 10.1016/b978-0-444-63954-7.00017-3
3. Voormolen DC, Cnossen MC, Polinder S, et al. Prevalence of post-concussion-like symptoms in the general population in Italy, The Netherlands and the United Kingdom. *Brain Inj*. 2019; 33(8): 1078–1086. doi: 10.1080/02699052.2019.1607557
4. Yuan X, Xu Q, Du F, et al. Development and validation of a model to predict cognitive impairment in traumatic brain injury patients: a prospective observational study. *EClinicalMedicine*. 2025; 80: 103023. doi: 10.1016/j.eclinm.2024.103023
5. Slavoaca D, Birla C, Stan A, et al. Prediction of Neurocognitive Outcome after Moderate-Severe Traumatic Brain Injury Using Serum Neuron-Specific Enolase and S100 bio-

markers. *J Med Life*. 2020; 13(3): 306–313. doi: 10.25122/jml-2020-0147

6. Nelson LD, Temkin NR, Barber J, et al. Functional Recovery, Symptoms, and Quality of Life 1 to 5 Years After Traumatic Brain Injury. *JAMA Netw Open*. 2023; 6(3): e233660. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.3660

7. Voormolen DC, Cnossen MC, Spikman J, et al. Rating of pre-injury symptoms over time in patients with mild traumatic brain injury: the good-old-days bias revisited. *Brain Inj*. 2020; 34(8): 1001–1009. doi: 10.1080/02699052.2020.1761563

8. Gardner RC, Dams-O'Connor K, Morrissey MR, et al. Geriatric Traumatic Brain Injury: Epidemiology, Outcomes, Knowledge Gaps, and Future Directions. *J Neurotrauma*. 2018; 35(7): 889–906. doi: 10.1089/neu.2017.5371

9. Rabinowitz AR, 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(3): 237–246. doi: 10.1017/S1355617717000996

10. Потапов А.А., Крылов В.В., Петриков С.С., и др. *Клинические рекомендации «Очаговая травма головного мозга»*. М.: Ассоциация нейрохирургов России; 2024. [Potapov AA, Krylov VV, Petrikov SS, et al. *Clinical guidelines "Focal traumatic brain injury"*. Moscow: Association of Neurosurgeons of Russia; 2024. (In Russ.)].

11. Агарков Н.М., Копылов А.Е., Османов Р.Э., и др. Дефицит зрения — новый маркер когнитивных нарушений. *Офтальмология*. 2024; 21(2): 326–331. [Agarkov NM, Kopylov AE, Osmanov RE, et al. Visual deficit is a new marker of cognitive impairment. *Ophthalmology*. 2024; 21(2): 326–331. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2024-2-326-331

12. Копылов А.Е., Агарков Н.М., Попова Н.В., и др. Жизнестойкость пациентов с саркопеническим ожирением и возрастной патологией органа зрения. *Российский офтальмологический журнал*. 2025; 18(2): 50–55. [Kopylov AE, Agarkov NM, Popova NV, et al. Resilience of patients with sarcopenic obesity and age-related ocular pathology. *Russian Ophthalmological Journal*. 2025; 18(2): 50–55. (In Russ.)]. doi: 10.21516/2072-0076-2025-18-2-50-55

13. Kean J, Malec JF, Altman IM, et al. Rasch measurement analysis of the Mayo-Portland Adaptability Inventory (MPAI-4) in a community-based rehabilitation sample. *J Neurotrauma*. 2011; 28(5): 745–753. doi: 10.1089/neu.2010.1573

14. Quang H, Nguyen AL, Do C, et al. Examining the Vietnamese Montreal cognitive assessment in healthy and moderate-to-severe traumatic brain injury populations. *Clin Neuropsychol*. 2023; 37(5): 1062–1077. doi: 10.1080/13854046.2023.2170281

15. Aiello EN, Gramegna C, Esposito A, et al. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA): updated norms and psychometric insights into adaptive testing from healthy individuals in Northern Italy. *Aging Clin Exp Res*. 2022; 34(2): 375–382. doi: 10.1007/s40520-021-01943-7

16. Gao G, Wu X, Feng J, et al. Clinical characteristics and outcomes in patients with traumatic brain injury

in China: a prospective, multicentre, longitudinal, observational study. *Lancet Neurol.* 2020; 19(8): 670–677. doi: 10.1016/s1474-4422(20)30182-4

17. Singh A, Kumar R, Singh NP, et al. Evaluation of Cognitive Functions in Traumatic Brain Injury Patients Using Mini Mental State Examination and Clock Drawing Test. *Asian J Neurosurg.* 2021; 16(1): 99–105. doi: 10.4103/ajns.AJNS_331_20

18. Jia H, Chen Y, Wang Y, et al. The neuroprotective effect of electro-acupuncture on cognitive recovery for patients with mild traumatic brain injury: A randomized controlled clinical trial. *Medicine (Baltimore).* 2023; 102(6): e32885. doi: 10.1097/MD.00000000000032885

19. Zhang H, Zhang XN, Zhang HL, et al. Differences in cognitive profiles between traumatic brain injury and stroke: A comparison of the Montreal Cognitive Assessment and Mini-Mental State Examination. *Chin J Traumatol.* 2016; 19(5): 271–274. doi: 10.1016/j.cjtee.2015.03.007

20. Guan DX, Peters ME, Pike GB, et al. Cognitive, behavioral, and functional outcomes of suspected mild

traumatic brain injury in community-dwelling older persons without mild cognitive impairment or dementia. *J Acad Consult Liaison Psychiatry.* 2025; 66(2): 118–129. doi: 10.1016/j.jaclp.2024.12.004

21. Del Pozzo J, Spielman L, Yew B, et al. Detecting and Predicting Cognitive Decline in Individuals with Traumatic Brain Injury: A Longitudinal Telephone-Based Study. *J Neurotrauma.* 2024; 41(15–16): 1937–1947. doi: 10.1089/neu.2023.0589

22. Dang H, Su W, Tang Z, et al. Prediction of motor function in patients with traumatic brain injury using genetic algorithms modified back propagation neural network: A data-based study. *Front Neurosci.* 2023; 16: 1031712. doi: 10.3389/fnins.2022.1031712

23. Mavroudis I, Ciobica A, Bejenariu A, et al. Cognitive impairment following mild traumatic brain injury (mTBI): a review. *Medicina (Kaunas).* 2024; 60(3): 380. doi: 10.3390/medicina60030380

Сведения об авторах

Агарков Николай Михайлович – доктор медицинских наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»; профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней и клинических информационных технологий ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»; e-mail: vitalaxen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4821-3692>

Павлов Олег Георгиевич – доктор медицинских наук, доцент, заведующий медико-генетическим отделением ГБУЗ МО «Московский областной НИИ акушерства и гинекологии имени академика В.И. Кранопольского»; e-mail: secretariat@oparina4.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3023-337X>

Яковлев Александр Павлович – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры иммунологии и специализированных клинических дисциплин ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»; e-mail: dep_immunology_skd@oreluniver.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5356-6284>

Иванов Виктор Афанасьевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»; e-mail: kurskmed@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7254-1146>

Бахарева Арина Александровна – студент кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»; e-mail: evgeniaforfec@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1789-1482>

Федосеев Илья Максимович – студент кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»; e-mail: ilya_fedoseev_2020@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6420-0050>

Information about the authors

Nikolay M. Agarkov – Dr. Sc. (Med.), Professor of the Department of biomedical engineering, Southwest State University; professor of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases and Clinical Information Technologies, Belgorod State National Research University; e-mail: vitalaxen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4821-3692>

Oleg G. Pavlov – Dr. Sc. (Med.), Associate Professor, Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology named after Academician V.I. Krasnopolsky; e-mail: secretariat@oparina4.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3023-337X>

Alexander P. Yakovlev – Dr. Sc. (Med.), professor, professor of the Department of immunology and specialized clinical disciplines, Oryol State University named after I.S. Turgenev; e-mail: dep_immunology_skd@oreluniver.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5356-6284>

Viktor A. Ivanov – Dr. Sc. (Med.), professor of the Department of Human Anatomy, Kursk State Medical University; e-mail: kurskmed@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7254-1146>

Arina A. Bakhareva – student of the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University; e-mail: evgeniaforfec@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1789-1482>

Ilya M. Fedoseev – student of the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University; e-mail: ilya_fedoseev_2020@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6420-0050>

Вклад авторов

Агарков Н.М. – научное редактирование;

Яковлев А.П. – сбор данных, написание текста;

Павлов О.Г. – анализ данных;

Иванов В.А. – оформление и структурирование статьи;

Бахарева А.А., Федосеев И.М. – поиск литературы.