

Новая классификация травматических поражений головного мозга, основанная на данных магнитно-резонансной томографии *

Н.Е. Захарова, А.А. Потапов, В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин, Е.В. Александрова, Г.В. Данилов, А.Г. Гаврилов, О.С. Зайцев, А.Д. Кравчук, А.А. Сычев

Прогностическая ценность данных мультимодальной магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга у пациентов с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) требует подробного изучения. В настоящей работе исследована связь между уровнем и локализацией травматического поражения головного мозга в остром периоде ЧМТ (по данным МРТ), а также и тяжестью и исходами ЧМТ. На основании исследования предложена градация повреждения разных структур мозга (корково-подкорковых, мозолистого тела, подкорковых ядер, таламусов, а также среднего мозга и моста с одной или двух сторон и продолговатого мозга). Была выявлена значимая корреляция между оценкой локализации и уровня поражения по предложенной МРТ-шкале и шкалами комы и исходов Глазго. Результаты исследования показали высокую прогностическую ценность предложенной МРТ-градации уровня и локализации травматического поражения головного мозга.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, магнитно-резонансная томография головного мозга, классификация повреждений мозга, прогноз.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-04-12061).

Введение

Механизмы, лежащие в основе сознания и его нарушений, всегда находятся в центре внимания клинических и фундаментальных исследований [1–13]. Тяжелая черепно-мозговая травма (ЧМТ) – клиническая модель для изучения структурных и функциональных изменений в мозге [13–18]. Современные методы нейровизуализации позволили расширить представления о травматическом диффузном и очаговом поражении головного мозга [19–26]. С помощью специальных последовательностей магнитно-резонансной томографии

(МРТ) (DWI, DTI, SWAN, T2-FLAIR) возможно выявлять микроструктурные геморрагические и негеморрагические поражения различных структур, которые составляют морфологическую основу клинических проявлений травмы мозга [27–34].



ЗАХАРОВА
Наталья Евгеньевна
Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



ПОТАПОВ
Александр Александрович
академик, профессор, директор Научно-исследовательского института нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



КОРНИЕНКО
Валерий Николаевич
академик, профессор, Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



ПРОНИН
Игорь Николаевич
член-корреспондент РАН, профессор, Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



АЛЕКСАНДРОВА
Евгения Владимировна
Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



ДАНИЛОВ
Глеб Валерьевич
Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



ГАВРИЛОВ
Антон Григорьевич
Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



ЗАЙЦЕВ
Олег Семенович
Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



КРАВЧУК
Александр Дмитриевич
профессор, Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко



СЫЧЕВ
Александр Анатольевич
Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко

Каким образом повреждение определенных глубинных структур головного мозга связано с тяжестью травмы мозга? Можно ли предсказать исход ЧМТ на основе данных современной МРТ? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо изучить взаимосвязь между уровнем/локализацией поражения головного мозга с одной стороны, и тяжестью ЧМТ и ее исходами – с другой, используя расширенный спектр высокочувствительных последовательностей МРТ.

Материалы и методы

В период с 2002 по 2014 гг. в НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 212 пациентам в остром периоде ЧМТ в дополнение к рутинной компьютерной томографии (КТ) была проведена МРТ головного мозга с использованием современных высокочувствительных режимов. Критериями включения в исследование были: стабилизация жизненно важных параметров, нормализация внутричерепного и церебрального перфузионного давлений, отсутствие возбуждения, возможность адекватного контроля жизненно важных функций, отсутствие полиорганной недостаточности, отсутствие металлических имплантатов, клаустрофобии, возможность транспортировки

пациента. Таким образом, изучаемая группа составила только 12% всех больных с острой ЧМТ в НИИ нейрохирургии.

Тяжесть травмы при поступлении оценивали по шкале комы Глазго (ШКГ) [35], исход ЧМТ – по шкале исходов Глазго (ШИГ) в течение 6 месяцев после травмы [36].

Для детальной оценки очаговых, многоочаговых и диффузных поражений выполняли МРТ в рутинных и высокочувствительных последовательностях (T2-FLAIR, SWAN, DWI, DTI).

Большинству пациентов (48%) МРТ головного мозга проводили в первые 7 дней после травмы, 33% пациентов – на 8–14-й день и 19% – на 15–21-й день (в среднем на 9-е ± 6 сутки).

Результаты и их обсуждение

В исследуемую группу включены 145 мужчин и 67 женщин в возрасте от 8 до 74 лет (средний возраст составил 31 ± 14 лет). Дорожно-транспортные происшествия (механизм ускорения–замедления) были доминирующей причиной травмы. От тяжелой травмы в этой группе пострадало большинство пациентов – 66%, ЧМТ средней тяжести наблюдалась в 21% случаев, легкая травма – у 13% пациентов. Почти каждый второй пациент в выборке имел неблагоприятный исход (48% пациентов).

Первый вопрос, на который мы пытались ответить: какова частота повреждения различных структур головного мозга у больных с разной степенью расстройства сознания?

Как показано на диаграмме (рис. 1), повреждения мозолистого тела, базальных ганглиев и ствола мозга значительно чаще наблюдались у пациентов в

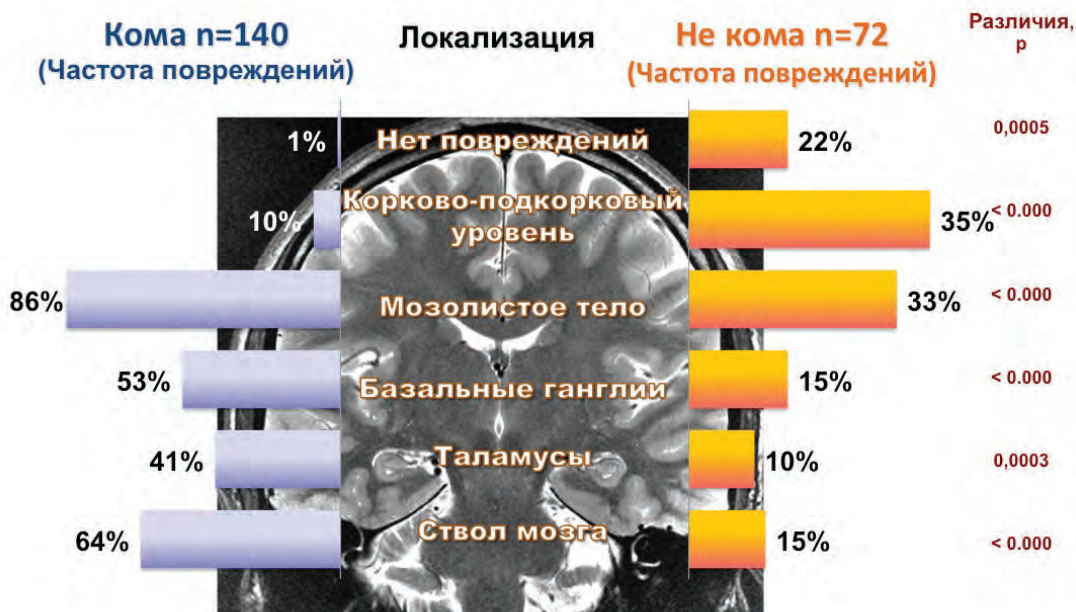


Рис. 1. Частота повреждения различных структур мозга у пациентов в коме и в сопоре/оглушении/ясном сознании (n = 212).



Рис. 2. Частота повреждений различных структур мозга, верифицированных с помощью МРТ, и неблагоприятных исходов.

коме, в то время как у пациентов, угнетение сознания которых не достигало уровня комы, преобладали корково-подкорковые ушибы.

Повреждение каких структур мозга приводит к неблагоприятным исходам чаще всего? Рисунок 2 демонстрирует, что распространение повреждений на мозолистое тело, базальные ганглии, таламус и ствол мозга (расширение зоны поражения в каудальном направлении) было связано с более высокой вероятностью неблагоприятного исхода: глубокой инвалидизации, вегетативного состояния или смерти.

Для определения взаимосвязи между глубиной повреждения головного мозга, тяжестью травмы и ее исходами были предложены 8 градаций на основании данных о локализации повреждений, верифицированных с помощью МРТ (табл. 1).

Первую категорию составили 17 пациентов, у которых при МРТ-исследовании поражения головного мозга выявлено не было. Один из па-

Таблица 1. Градация уровня и локализации повреждений травматических повреждений мозга, верифицированных с помощью МРТ

Градация	Уровень/локализация повреждений	Число пациентов	Доля пациентов в коме (ШКГ ≤ 8)	Частота неблагоприятных исходов (1-3 балла по ШИГ)
1	Отсутствие повреждений	17	6%	0%
2	Кортико-подкорковый уровень	39	36%	15%
3	Мозолистое тело ± 2	28	64%	25%
4	Базальные ядра, внутренняя капсула, таламус ± 2-3	28	64%	46%
5	Одностороннее повреждение ствола на любом уровне ± 2-4	38	84%	55%
6	Двустороннее повреждение среднего мозга ± 2-4	34	91%	88%
7	Двустороннее повреждение моста ± 2-6	26	96%	92%
8	Двустороннее повреждение продолговатого мозга ± 2-7	2	50%	50%
Всего:		212	66%	48%

Примечание. ±2,3,4... означает, что каждый вышележащий уровень может включать признаки предыдущего.

циентов в этой группе был в коме и все пациенты имели благоприятный исход.

Из 39 пациентов с корково-подкорковыми поражениями у 36% развивалась кома и меньшинство пациентов (15%) имели неблагоприятный исход.

Повреждение мозолистого тела значительно ухудшало состояние больных: 64% пациентов из этой категории были в коме. Травма подкорковых образований приводила к неблагоприятному исходу у 46% пациентов (табл. 1).

Каждая последующая градация предполагает повреждение более глубоко расположенных образований мозга, при этом не исключая повреждение более поверхностных структур. Так, наличие повреждений корково-подкорковых структур, а также мозолистого тела соответствует третьей градации по предложенной МРТ-классификации.

Травма стволовых структур мозга приводит к значительному увеличению вероятности комы и неблагоприятных исходов ЧМТ. Таким образом, большинство пациентов с двусторонними повреждениями моста и среднего мозга имели неблагоприятные исходы. Однако, как следует из таблицы 1, повреждение ствола мозга не всегда приводит к коме.

В наших наблюдениях только у двух из 212 пациентов были выявлены повреждения продолговатого мозга при разном сочетании с повреждением других структур, что соответствовало 8-й градации по предложенной МРТ-шкале. Один из этих пациентов с момента травмы находился в коме с последующим восстановлением сознания и исходом в глубокую инвалидизацию с тетрапарезом через 6 месяцев. У другого пациента угнетение уровня сознания с момента травмы соответствовало сопору/глубокому оглушению, и через 6 месяцев наблюдалась умеренная инвалидизация с последующим хорошим восстановлением.

В нашем исследовании мы наблюдали значительную корреляцию между ШКГ и ШИГ ($R = 0.64, p < 0.0001$),

что свидетельствует об адекватности применения обеих шкал при оценке тяжести ЧМТ и ее исходов.

Также была выявлена значимая корреляция между оценками по предложенной МРТ-градации и оценками по ШКГ ($R = -0.65, p < 0.001$) (рис. 3) и ШИГ ($R = -0.65, p < 0.01$) (рис. 4), что указывает на высокую прогностическую ценность предлагаемой балльной оценки и возможность использовать ее в качестве классификации уровня и локализации травматических повреждений мозга.

Для статистической оценки предикторов неблагоприятного прогноза было выполнено логит-моделирование исходов ЧМТ, в результате которого выявлено, что повреждения ствола мозга, а также таламуса и базальных ганглиев были главными прогностически значимыми неблагоприятными факторами ($p < 0.05$). Наличие внутричерепных гематом также увеличивали шансы неблагоприятного исхода.

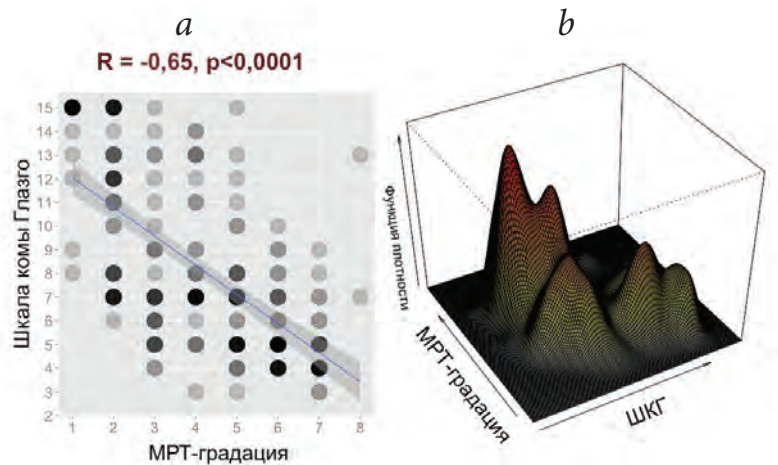


Рис. 3. Двумерное распределение пациентов по шкале комы Глазго и предложенной МРТ-градации травматических повреждений: графики рассеяния (а) и двумерной плотности (b).

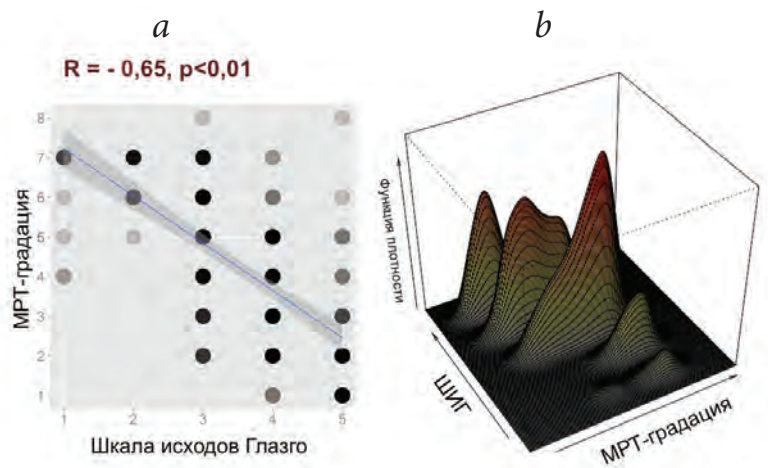


Рис. 4. Двумерное распределение пациентов по шкале исходов Глазго и предложенной МРТ-градации травматических повреждений: графики рассеяния (а) и двумерной плотности (b).



Рис. 5. Частота повреждения различных структур мозга у пациентов с разной степенью компрессии базальных цистерн ($n = 212$).

Все пациенты в нашей группе проходили стандартное КТ-исследование при поступлении и в динамике. Компрессия мезенцефальных цистерн служила индикатором аксиальной дислокации. Таким образом, мы наблюдали три группы пациентов, отличающихся по степени компрессии цистерн (рис. 5). В первой группе не было выявлено признаков компрессии, частота повреждения ствола мозга достигла 29%, мозолистое тело было повреждено у 54%, меньший риск повреждения наблюдался для таламуса и базальных ганглиев (15% и 21% соответственно). Во второй группе обнаружена умеренная или односторонняя компрессия базальных цистерн со значительно более высокой частотой повреждения ствола мозга и таламусов. В третьей группе наблюдалась выраженная компрессия мезенцефальных цистерн и достоверное увеличение риска повреждения ствола мозга, таламусов, мозолистого тела и базальных ганглиев ($p < 0.05$).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в группах пациентов с признаками аксиальной дислокации вероятность вторичного повреждения ствола мозга увеличивается.

Заключение

В проведенном исследовании выявлена взаимосвязь между уровнем/локализацией повреждения мозга и степенью тяжести травмы, а также ее исходами. Предложенная МРТ-градация как классификация уровня и локализации травматического повреждения мозга предназначена для определения тяжести травмы и прогнозирования ее исхода, что делает ее клинически значимой.

Литература

1. **Е.В. Александрова, О.С. Зайцев, В.Д. Тенедиева, А.А. Потапов, Н.Е. Захарова, А.Д. Кравчук, А.В. Ошоров, Е.Ю. Соколова, В.А. Шухрай, Ю.В. Воробьев**
Ж. неврол. психиатр. им. С.С. Корсакова, 2011, №3, 58.
2. **С.С. Augustenborg**
Consciousness and Cognition, 2010, **19**(2), 547.
DOI: 10.1016/j.concog.2010.03.007.
3. **А.Н. Коновалов, А.А. Потапов, Л.Б. Лихтерман, В.Н. Корниенко, А.Д. Кравчук, В.А. Охлопков, Н.Е. Захарова, С.Б. Яковлев**
Реконструктивная и минимально-инвазивная хирургия последствий черепно-мозговой травмы, Москва, Антидор, 2012, 319 с.
4. **Клиническое руководство по черепно-мозговой травме: Практическое пособие в 3-х тт.**, под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова, том 1, Москва, Антидор, 1998, 550 с.
5. **L.F. Marshall, S.B. Marshall, M.R. Klauber, M. van Berkum Clark, H.M. Eisenberg, J.A. Jane, T.G. Luerssen, A. Marmarou, M.A. Foulkes Spec. Suppl.**, 1991, **75**(1), S14. DOI: 10.3171/sup.1991.75.1s.0s14.
6. **Y. Nagai, H.D. Critchley, E. Featherstone, P.B.C. Fenwick, M.R. Trimble, R.J. Dolan**
NeuroImage, 2004, **21**(4), 1232.
DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.10.036.
7. **Л.Б. Окшина, Е.В. Шарова, О.С. Зайцев, Н.Е. Захарова, Е.Л. Машиеров, Г.А. Щекунтьев, В.Н. Корниенко, А.А. Потапов**
Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко, 2011, **75**, №3, 19.
8. **J. Parvizi, A.R. Damasio**
Brain, 2003, **126**(7), 1524. DOI: 10.1093/brain/awg166.
9. **А.А. Потапов**
Автореф. диссерт. докт. мед. наук, Киевский науч.-исслед. институт нейрохирургии, Киев, 1989, 43 с.
10. **Современные технологии и клинические исследования в нейрохирургии в 3-х тт.**, под ред. А.Н. Коновалова, том 1, Москва, ИП «Т.А. Алексеева», 2012, 368 с.
11. **В.В. Крылов, А.А. Потапов, Л.Б. Лихтерман, С.В. Царенко, С.С. Петриков, А.Г. Гаврилов**
Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко, 2006, №1, 3.
12. **J.V. Posner, C.B. Saper, N. Schiff, F. Plum**
Plum and Posner's Diagnosis of Stupor and Coma (Contemporary Neurology Series), 4th edition, UK, Oxford, Oxford University Press, 2007, 401 pp.
13. **О.С. Зайцев**
Психопатология тяжелой черепно-мозговой травмы, Москва, МЕДпресс-информ, 2011, 336 с.
14. **С.Ю. Касумова**
В Мат. Всесоюзн. конф. нейрохирургов, (Одесса, 29 сентября – 1 октября, 1991), Одесса, 1991, с. 52–54.
15. **С.Ю. Касумова, В.Г. Науменко, П.О. Ромодановский**
В Тез. обл. науч.-практ. конф. «Современная периодизация черепно-мозговой травмы», (Харьков, 22–24 ноября, 1989), Харьков, Харьковский науч.-иссл. инст. неврологии и психиатрии им. В.П. Протопопова, 1989, с. 32–34.
16. **N.D. Schiff**
Trends Neurosci., 2010, **33**(1), 1. DOI: 10.1016/j.tins.2009.11.002.
17. **N.D. Schiff**
Ann NY Acad. Sci., 2008, **1129**, 105. DOI: 10.1196/annals.1417.029.
18. **N.D. Schiff, F. Plum**
J. Clin. Neurophysiol., 2000, **17**(5), 438.
19. **R. Firsching, D. Woischneck, S. Klein, S. Reifberg, W. Döhring, B. Peters**
Acta Neurochir. (Wien), 2001, **143**(3), 263. DOI: 10.1007/s007010170106.
20. **В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин**
Диагностическая нейрорадиология в 5-ти тт., том 3, Москва, Видар, 2009, 463 с.
21. **B. Levine**
J. Neurotrauma, 2006, **23**(10), 1394. DOI: 10.1089/neu.2006.23.1394.
22. **А.А. Потапов, Л.Б. Лихтерман, В.Н. Корниенко**
Черепно-мозговая травма: прогноз течения и исходов, Москва, Книга ЛТД, 1993, 299 с.
23. **Доказательная нейротравматология**, под ред. А.А. Потапова, Л.Б. Лихтермана, В.Л. Зельмана, В.Н. Корниенко, А.Д. Кравчука, Москва, ПБОЮЛ Андреева Т.М., 2003, 517 с.
24. **V.N. Kornienko, I.N. Pronin**
Diagnostic Neuroradiology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 1288 pp. DOI: 10.1007/978-3-540-75653-8.
25. **K.E. Saatman, A.-C. Duhaime, R. Bullock, A.I.R. Maas, A. Valadka, G.T. Manley**
J. Neurotrauma, 2010, **25**(7), 719. DOI: 10.1089/neu.2008.0586.
26. **Т.Н. Трофимова, Н.И. Ананьева, Ю.В. Назинкина, А.К. Карпенко, А.Д. Халиков**
Нейрорадиология, Санкт-Петербург, Издательский дом СПбМАПО, 2005, 288 с.
27. **J.J. Bazarian, J. Zhong, B. Blyth, T. Zhu, V. Kavcic, D. Peterson**
J. Neurotrauma, 2007, **24**(9), 1447. DOI: 10.1089/neu.2007.0241.
28. **E.M. Haacke, A.C. Duhaime, A.D. Gean, G. Riedy, M. Wintermark, P. Mukherjee, D.L. Brody, T. DeGraba, T.D. Duncan, E. Elovic, R. Hurley, L. Latour, J.G. Smirniotopoulos, D.H. Smith**
JMRI, 2010, **32**(3), 501. DOI: 10.1002/jmri.22259.
29. **R.J. Mannion, J. Cross, P. Bradley, J.P. Coles, D. Chatfield, A. Carpenter, J.D. Pickard, D.K. Menon, P.J. Hutchinson**
J. Neurotrauma, 2007, **24**(1), 128. DOI: 10.1089/neu.2006.0127.
30. **А.А. Потапов, Н.Е. Захарова, В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин, Е.В. Александрова, О.С. Зайцев, Л.Б. Лихтерман, А.Г. Гаврилов, Г.В. Данилов, А.В. Ошоров, А.А. Сычев, А.А. Полузан**
Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко, 2014, №1, 4.
31. **Н.Е. Захарова, А.А. Потапов, В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин, Л.М. Фадеева, А.Г. Гаврилов, А.В. Ошоров, К.М. Горшков, С.В. Такуш**
Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко, 2010, №2, 3.
32. **Н.Е. Захарова, А.А. Потапов, В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин, О.С. Зайцев, А.Г. Гаврилов, Л.М. Фадеева, А.В. Ошоров, А.А. Сычев, С.В. Такуш**
Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко, 2010, №3, 3.
33. **N. Zakharova, V. Kornienko, A. Potapov, I. Pronin**
Neuroimaging of Traumatic Brain Injury, Switzerland, Cham, Springer International Publishing, 2014, 159 pp.
DOI: 10.1007/978-3-319-04355-5.
34. **N. Zakharova, A. Potapov, V. Kornienko, I. Pronin, A. Gavrillov, A. Kravchuk, E. Alexandrova, G. Danilov, A. Oshorov, A. Sychev**
In Proc. 15th WFNS World Congress of Neurosurgery, (8–13 September 2013, Republic Of Korea, Seoul), Abstract FA1138.
35. **G. Teasdale, B. Jennett**
Lancet, 1974, **304**(78720), 81. DOI: 10.1016/S0140-6736(74)91639-0.
36. **B. Jennett, M. Bond**
Lancet, 1975, **305**(7905), 480. DOI: 10.1016/S0140-6736(75)92830-5.

References

1. E.V. Aleksandrova, O.S. Zaitsev, V.D. Tenedieva, A.A. Potapov, N.E. Zakharova, A.D. Kravchuk, A.V. Oshorov, E.Iu. Sokolova, V.A. Shukhrai, Iu.V. Vorob'ev
Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova [Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry], 2011, № 3, 58. (in Russian).
2. C.C. Augustenborg
Consciousness and Cognition, 2010, 19(2), 547.
DOI: 10.1016/j.concog.2010.03.007.
3. A.N. Konovalov, A.A. Potapov, L.B. Likhberman, V.N. Kornienko, A.D. Kravchuk, V.A. Okhlopkov, N.E. Zakharova, S.B. Yakovlev
Reconstructive and Minimally Invasive Surgery of Traumatic Brain Injury Sequelae [Rekonstruktivnaya i minimalno invazivnaya khirurgiya posledstviy cherepno-mozgovoy travmy], RF, Moscow, Antidor Publ., 2012, 319 pp. (in Russian).
4. *Clinical Practice Guideline on Traumatic Brain Injury: Manual*, 3-Vol. Ed. [Klinicheskoe rukovodstvo po cherepno-mozgovoy travme: prakticheskoe posobie v 3 tomakh], Eds A.N. Konovalov, B. Likhberman, A.A. Potapov, Vol. 1, RF, Moscow, Antidor Publ., 1998, 550 pp. (in Russian).
5. L.F. Marshall, S.B. Marshall, M.R. Klauber, M. van Berkum Clark, H.M. Eisenberg, J.A. Jane, T.G. Luerksen, A. Marmarou, M.A. Foulkes
Spec. Suppl., 1991, 75(1), S14. DOI: 10.3171/sup.1991.75.1s.0s14.
6. Y. Nagai, H.D. Critchley, E. Featherstone, P.B.C. Fenwick, M.R. Trimble, R.J. Dolan
NeuroImage, 2004, 21(4), 1232.
DOI: 10.1016/j.neuroimage.2003.10.036.
7. L.B. Oknina, E.V. Sharova, O.S. Zaitsev, N.E. Zakharova, E.L. Masherov, G.A. Shchekut'ev, V.N. Kornienko, A.A. Potapov
J. "Problems of Neurosurgery" named after N.N. Burdenko [Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" imeni N.N. Burdenko], 2011, №3, 75, 19. (in Russian).
8. J. Parvizi, A.R. Damasio
Brain, 2003, 126(7), 1524. DOI: 10.1093/brain/awg166.
9. A.A. Potapov
Abstr. Thes. Degree of a Doctor of Medical Sciences, Kiev Research Inst. Neurosurgery, USSR, Kiev, 1989, 43 pp. (in Russian).
10. *Modern Technologies and Clinical Research in Neurosurgery [Sovremennye tekhnologii i klinicheskie issledovaniya v neyrokhirurgii]*, 3-Vol. Ed., Ed. A.N. Konovalov, Vol. 1, Moscow, SE "T.A. Alekseeva", 2012, 368 pp. (in Russian).
11. V.V. Krylov, A.A. Potapov, L.B. Likhberman, S.V. Tsarenko, S.S. Petrikov, A.G. Gavrillov
J. "Problems of Neurosurgery" named after N.N. Burdenko [Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" imeni N.N. Burdenko], 2006, №1, 3. (in Russian).
12. J.B. Posner, C.B. Saper, N. Schiff, F. Plum
Plum and Posner's Diagnosis of Stupor and Coma (Contemporary Neurology Series), 4th edition, UK, Oxford, Oxford University Press, 2007, 401 pp.
13. O.S. Zaytsev
Psychopathology Of Severe Traumatic Brain Injury [Psikhopatologiya tyazhelyy cherepno-mozgovoy travmy], RF, Moscow, MEDpress-inform Publ., 2011, 336 pp. (in Russian).
14. S.Yu. Kasumova
In Proc. USSR Conference of Neurological Surgeons [Vsesoyuznaya konferentsiya neyrokhirurgov], (Ukraine, Odessa, September 29 – October 1, 1991), Ukraine, Odessa, 1991, pp. 52–54. (in Russian).
15. S.Yu. Kasumova, V.G. Naumenko, P.O. Romodanovskiy
In Proc. Reg. Sci. Pract. Conf. "Modern Periodization Of Traumatic Brain Injury" [Oblastnaya nauchno-practicheskaya konferentsiya "Sovremennaya periodizatsiya cherepno-mozgovoy travmy"], (USSR, Kharkiv, November 22–24, 1989), USSR, Kharkiv, Kharkiv Protopyop Research Inst. Neurology and Psychiatry, 1989, pp. 32–34. (in Russian).
16. N.D. Schiff
Trends Neurosci., 2010, 33(1), 1.
DOI: 10.1016/j.tins.2009.11.002.
17. N.D. Schiff
Ann NY Acad. Sci., 2008, 1129, 105. DOI: 10.1196/annals.1417.029.
18. N.D. Schiff, F. Plum
J. Clin. Neurophysiol., 2000, 17(5), 438.
19. R. Firsching, D. Woeschmeck, S. Klein, S. Reiffberg, W. Döhring, B. Peters
Acta Neurochir. (Wien), 2001, 143(3), 263.
DOI: 10.1007/s007010170106.
20. V.N. Kornienko, I.N. Pronin
Diagnostic Neuroradiology [Dokazatel'naya neyroradiologiya], 5-Vol. Ed., Vol. 3, Moscow, Vidar Publ., 2009, 463 pp. (in Russian).
21. B. Levine
J. Neurotrauma, 2006, 23(10), 1394. DOI: 10.1089/neu.2006.23.1394.
22. A.A. Potapov, L.B. Likhberman, V.N. Kornienko
Traumatic Brain Injury: Prognosis of Disease Course and Outcome [Cherepno-mozgovaya travma: prognoz techeniya i ishodov], RF, Moscow, Kniga LTD Publ., 1993, 299 pp. (in Russian).
23. *Evidence-Based Neurotraumatology [Dokazatel'naya neyrotavmatologiya]*, Eds A.A. Potapov, L.B. Likhberman, V.L. Zelman, V.N. Kornienko, A.D. Kravchuk, Moscow, SE Andreeva T.M., 2003, 517 pp. (in Russian).
24. V.N. Kornienko, I.N. Pronin
Diagnostic Neuroradiology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 1288 pp. DOI: 10.1007/978-3-540-75653-8.
25. K.E. Saatman, A.-C. Duhaime, R. Bullock, A.I.R. Maas, A. Valadka, G.T. Manley
J. Neurotrauma, 2010, 25(7), 719. DOI: 10.1089/neu.2008.0586.
26. T.N. Trofimova, N.I. Ananeva, Yu.V. Nazinkina, A.K. Karpenko, A.D. Khalikov
Neuroradiology [Neyroradiologiya], RF, Saint-Petersburg, SPbMAPO Publ., 2005, 288 pp. (in Russian).
27. J.J. Bazarian, J. Zhong, B. Blyth, T. Zhu, V. Kavcic, D. Peterson
J. Neurotrauma, 2007, 24(9), 1447. DOI: 10.1089/neu.2007.0241.
28. E.M. Haacke, A.C. Duhaime, A.D. Gean, G. Riedy, M. Wintermark, P. Mukherjee, D.L. Brody, T. DeGraba, T.D. Duncan, E. Elovic, R. Hurley, L. Latour, J.G. Smirniotopoulos, D.H. Smith
JMRI, 2010, 32(3), 501. DOI: 10.1002/jmri.22259.
29. R.J. Mannion, J. Cross, P. Bradley, J.P. Coles, D. Chatfield, A. Carpenter, J.D. Pickard, D.K. Menon, P.J. Hutchinson
J. Neurotrauma, 2007, 24(1), 128. DOI: 10.1089/neu.2006.0127.
30. A.A. Potapov, N.E. Zakharova, V.N. Kornienko, I.N. Pronin, E.V. Aleksandrova, O.S. Zaitsev, L.B. Likhberman, A.G. Gavrillov, G.V. Danilov, A.V. Oshorov, A.A. Sychev, A.A. Polupan
J. "Problems of Neurosurgery" named after N.N. Burdenko [Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" imeni N.N. Burdenko], 2014, №1, 4. (in Russian).
31. N.E. Zakharova, A.A. Potapov, V.N. Kornienko, I.N. Pronin, L.M. Fadeeva, A.G. Gavrillov, A.V. Oshorov, K.M. Gorshkov, S.V. Takush
J. "Problems of Neurosurgery" named after N.N. Burdenko [Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" imeni N.N. Burdenko], 2010, №2, 3. (in Russian).
32. N.E. Zakharova, A.A. Potapov, V.N. Kornienko, I.N. Pronin, O.S. Zaytsev, A.G. Gavrillov, L.M. Fadeeva, A.V. Oshorov, A.A. Sychev, S.V. Takush
J. "Problems of Neurosurgery" named after N.N. Burdenko [Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" imeni N.N. Burdenko], 2010, №3, 3. (in Russian).
33. N. Zakharova, V. Kornienko, A. Potapov, I. Pronin
Neuroimaging of Traumatic Brain Injury, Switzerland, Cham, Springer International Publishing, 2014, 159 pp.
DOI: 10.1007/978-3-319-04355-5.
34. N. Zakharova, A. Potapov, V. Kornienko, I. Pronin, A. Gavrillov, A. Kravchuk, E. Alexandrova, G. Danilov, A. Oshorov, A. Sychev
In Proc. 15th WFNS World Congress of Neurosurgery, (8–13 September 2013, Republic Of Korea, Seoul), Abstract FA1138.
35. G. Teasdale, B. Jennett
Lancet, 1974, 304(78720), 81.
DOI: 10.1016/S0140-6736(74)91639-0.
36. B. Jennett, M. Bond
Lancet, 1975, 305(7905), 480.
DOI: 10.1016/S0140-6736(75)92830-5.