

КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ CLINICAL ASPECTS OF DISASTER MEDICINE

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2020-4-38-41>
УДК 356.33:001.891

Оригинальная статья
© ВЦМК «Защита»

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕЙРОТРАВМЫ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ МЕДИКО-САНИТАРНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

А.В.Наумов, А.Б.Юдин, С.Н.Васягин, С.А.Лопатин

ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины»
Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Цель исследования – анализ использования и определение перспектив разработки комплексов компьютерной томографии (КТ), биомаркеров, тест-систем экспресс-оценки функционального состояния центральной нервной системы как элементов комплексной диагностики нейротравмы при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Материалы и методы исследования. Предмет исследования – российский и зарубежный опыт комплексной диагностики нейротравмы у пострадавших в ЧС. Основные методы исследования: логический, системный анализ, натурное моделирование и наблюдение.

Результаты исследования и их анализ. Результаты исследования показали, что перспективными элементами системы комплексной диагностики нейротравмы у пострадавших в ЧС являются: комплекс мобильный КТ; тест-системы для экспресс-оценки уровня биомаркеров крови, отражающих основные патологические механизмы нейротравмы; тест-системы экспресс-оценки функционального состояния центральной нервной системы.

Ключевые слова: комплексная диагностика, компьютерная томография, нейротравма, Служба медицины катастроф Минобороны России, чрезвычайные ситуации

Конфликт интересов. Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

Для цитирования: Наумов А.В., Юдин А.Б., Васягин С.Н., Лопатин С.А. Оптимизация комплексной диагностики нейротравмы при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций // Медицина катастроф. 2020. №4. С. 38–41.
<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2020-4-38-41>

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2020-4-38-41>
UDC 356.33:001.891

Original article
© ARCDM Zashchita

OPTIMIZATION OF COMPLEX DIAGNOSTICS OF NEUROTRAUMA DURING ELIMINATION OF MEDICAL AND SANITARY CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS

A.V.Naumov, A.B.Yudin, S.N.Vasyagin, S.A.Lopatin

State Scientific Research Testing Institute of Military Medicine, the Ministry of Defence of the Russian Federation,
St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The purpose of the study is to analyze the use and determine the prospects for the development of computer tomography (CT) complexes, biomarkers, and test systems for rapid assessment of the functional state of the central nervous system as elements of a comprehensive diagnosis of neurotrauma in the elimination of medical and sanitary consequences of emergencies.

Materials and methods of research. The subject of the study is Russian and foreign experience in complex diagnostics of neurotrauma in emergency situation victims. Main research methods: logical, system analysis, field modeling and observation.

Research results and their analysis. The results of the study showed that promising elements of the system for complex diagnostics of neurotrauma in emergency situation victims are: mobile complex for CT; test systems for rapid assessment of the level of blood biomarkers that reflect the main pathological mechanisms of neurotrauma; test systems for rapid assessment of the functional state of the central nervous system.

Key words: complex diagnostics, computed tomography, emergencies, neurotrauma, Service for Disaster Medicine of the Russian Defense Ministry

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Naumov A.V., Yudin A.B., Vasyagin S.N., Lopatin S.A. Optimization of Complex Diagnostics of Neurotrauma during Elimination of Medical and Sanitary Consequences of Emergency Situations. *Medsitsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2020; 4: 38–41 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2020-4-38-41>

Контактная информация:

Наумов Антон Владимирович – заместитель начальника отдела ГНИИИ ВМ МО РФ
Адрес: Россия, 195043, С.-Петербург, ул. Лесопарковая, 4
Тел.: +7 (812) 775-02-62
E-mail: gniinvm_2@mil.ru

Contact information:

Anton V. Naumov – Assistant Head of Department, State Scientific Research Testing Institute of Military Medicine
Address: 4, Lesoparkovaya str., St. Petersburg, 195043, Russia
Phone: +7 (812) 775-02-62
E-mail: gniinvm_2@mil.ru

По данным отечественных источников, в чрезвычайных ситуациях (ЧС), включая военные конфликты, на санитарные потери с нейрохирургической травмой приходится до одной трети всех потерь хирургического профиля: доля травмы черепа и головного мозга составляет 12%; позвоночника и спинного мозга – до 2,4; доля поражений крупных нервных стволов – до 11%. Более половины нейротравм имеют множественный и сочетанный характер, что обусловлено преобладанием осколочных ранений и минно-взрывных повреждений. В структуре травм позвоночника и спинного мозга преобладающим механизмом является закрытая травма, доля которой составляет 68% [1]. В то же время следует отметить, что технические средства подразделений Службы медицины катастроф (СМК) Минобороны России не позволяют своевременно диагностировать нейротравму.

Таким образом, исследование направлений развития системы нейрорентгенодиагностики в догоспитальном периоде остаётся актуальной задачей военной медицины.

В армиях стран НАТО черепно-мозговые травмы (ЧМТ) также являются актуальной проблемой, так как чаще всего оказываются причиной санитарных и безвозвратных потерь. Так, в ходе боевых действий в Афганистане и Ираке поражения в области головы были выявлены в 29,4% случаев [2]. Несмотря на то, что тяжелые и проникающие ЧМТ отмечались лишь в 8% всех травм головы, в общей структуре боевых потерь доля повреждений нервной системы составила 33%. Пострадавшие с минно-взрывными ранениями центральной нервной системы (ЦНС) составили наиболее многочисленную – свыше 60% – группу тяжелых пациентов нейрохирургического профиля, поступивших на этап специализированной медицинской помощи [3].

Цель исследования – проанализировать использование и определить перспективы разработки комплексов компьютерной томографии (КТ), биомаркеров, тест-систем экспресс-оценки функционального состояния ЦНС как элементов комплексной диагностики нейротравмы в догоспитальном периоде при ликвидации последствий ЧС.

Материалы и методы исследования. Предмет исследования – российский и зарубежный опыт комплексной

диагностики нейротравмы у пострадавших в ЧС. По результатам его изучения подготовлен отчет о НИР «Нейрорентгенодиагностика-ВМ» [4].

Материалы исследования: медико-технические характеристики устройств, применяемых для диагностики нейротравмы: комплекса мобильной компьютерной томографии; тест-систем экспресс-оценки уровня биомаркеров крови, отражающих основные патологические механизмы нейротравмы; тест-систем экспресс-оценки функционального состояния центральной нервной системы. Изучены и проанализированы некоторые средства краниографии, эхоэнцефалоскопии, рентгенографии позвоночника и других методов диагностики, применяющихся на этапе оказания специализированной медицинской помощи.

Результаты исследования и их анализ. При ликвидации последствий ЧС, включая военные конфликты, основная лечебно-диагностическая работа по оказанию нейрохирургической помощи проводится в госпитальном периоде, так как возможности технических средств диагностики травмы нервной системы, имеющихся на снабжении медицинских подразделений и частей передового звена, не в полной мере соответствуют современным требованиям.

Средства лучевой диагностики подразделений СМК Минобороны России, где проводятся первичный осмотр, диагностика и предэвакуационная подготовка раненых, представлены рентгеновским аппаратом зарубежного производства с проводным плоскостным детектором, а также рентгенологическим комплексом (КРЦП), состоящим из портативного рентгеновского аппарата и системы цифровой визуализации (только – в медицинском отряде специального назначения – МОСН) – рис. 1, 2. Указанное оборудование имеет конструктивные ограничения, не позволяющие рентгенологу эффективно выполнять весь диапазон диагностических мероприятий по выявлению нейротравмы и давать предварительную оценку степени ее тяжести.

Ввиду этого для осуществления всего комплекса необходимых в таких случаях диагностических мероприятий, выполняемых в подразделениях СМК Минобороны России, необходимо иметь более совершенную систему



Рис. 1. Портативный рентгеновский аппарат
Fig. 1. Portable X-ray apparatus



Рис. 2. Рентгенодиагностический комплекс (КРЦП)
Fig. 2. Diagnostic X-ray Complex



комплексной диагностики, которая в первую очередь должна быть представлена КТ.

Улучшение системы диагностики повреждений и ранений нервной системы в полевых условиях с помощью КТ повышает эффективность оказания нейрохирургической помощи в целом, так как в этом случае, появляется возможность:

- своевременной диагностики нейротравмы;
- объективной оценки её объёма и тяжести;
- определения объёма оптимальной терапии в рамках предэвакуационной подготовки;
- безопасного сопровождения раненого в ходе проведения медицинской, в том числе санитарно-авиационной, эвакуации.

В мобильных военных госпиталях иностранных армий КТ применяют для диагностики тяжелой сочетанной и множественной травмы (ранения), включая реализацию широко используемого протокола «КТ всего тела» [5]. Подобная лучевая диагностика, являясь современным высокоинформативным методом, дает исчерпывающее представление о состоянии позвоночника, черепа, подболоочечных пространств, раневого канала, головного мозга – о наличии и степени выраженности отёка, наличии контузионных очагов, смещении срединных структур. Компьютерная томография расширяет также диагностические возможности при неврологической патологии, большинство случаев которой составляют травмы ЦНС – сотрясение головного мозга и ушиб головного мозга лёгкой степени, имеющие как изолированный, так и сочетанный характер, более всего характерный для минно-взрывной травмы. В таком случае своевременная лучевая диагностика и контроль эффективности проведения лечебных мероприятий приобретают особую актуальность: при правильном лечении данная категория раненых является существенным источником восполнения убыли личного состава, при неправильном – приводит к их инвалидизации.

Как показал опыт ряда стран, в системе оказания нейрохирургической помощи ведущим методом диагностики ЧМТ и повреждений спинного мозга является КТ. Следовательно, при оказании медицинской помощи в условиях ЧС необходимо внедрять КТ уже в догоспитальном периоде оказания медицинской помощи.

В составе подразделений СМК Минобороны России мобильные компьютерные томографы необходимо использовать в виде госпитального модуля (контейнера) – КТ-кабинета. Предлагается их задействовать и при работе лечебно-диагностических подразделений в режиме повседневной деятельности, поскольку это повышает эксплуатационную эффективность мобильных КТ [5].

По результатам исследований и испытаний отечественного и зарубежного лечебно-диагностического оборудования, используемого для выявления нейро-

травмы в догоспитальном периоде, было определено, что наиболее оптимальным средством является Комплекс мобильный медицинский компьютерной томографии (КММПКТ), выпускаемый в следующих вариантах:

- передвижной комплекс на базе шасси автомобилей Камаз, MAN, Scania и др.;
- передвижной комплекс на базе кузова-контейнера (рис. 3);
- комплекс-модуль.

Комплекс размещается в кузове-контейнере переменного объёма, что позволяет организовать рабочее пространство, соответствующее площади комнаты обследования в стационарных медицинских учреждениях. Кузов передвижного комплекса КТ собран из изотермических панелей на сварном рамном основании. Для обеспечения радиационной безопасности стены, двери, пол и потолок комнаты обследования покрыты двухмиллиметровым слоем свинца, благодаря чему происходит ослабление рентгеновского излучения до уровня, при котором не будет превышен допустимый предел дозы. Смотровое окно для наблюдения за пациентами имеет рентгенозащитное стекло.

Мобильные комплексы КТ оснащены системами для обогрева, кондиционирования, увлажнения и вентиляции, позволяющими создавать комфортный внутренний климат во всех помещениях. Инженерные коммуникации размещаются под подвесным потолком, в который встроены вентиляционные решетки и светильники. Система водоснабжения мобильного комплекса КТ состоит из резервуара для чистой воды, водяного насоса, мойки с бойлером, шланга, резервуара для сбора загрязненной воды. Передвижные комплексы подключают к внешнему источнику электропитания. Если источник электропитания – недоступен, можно использовать штатный автономный дизельэлектрогенератор мощностью 130 кВт, который при сбоях внешнего электропитания включается автоматически. Время развёртывания комплекса на месте – до 35 мин.

При ликвидации медико-санитарных последствий ЧС в систему комплексной диагностики нейротравмы также предлагается включить исследование неврологического статуса с помощью тест-системы экспресс-оценки, состоящей из 4 блоков:

- 1-й блок – скрининг при сотрясении мозга, позволяющий описать историю травмы, содержащий вопросы о потере сознания, его изменении и посттравматической амнезии;
- 2-й блок – когнитивный экзамен, в процессе которого присваиваются баллы для оценки ориентации, немедленной памяти, концентрации и отсроченного отзыва;
- 3-й блок – неврологический осмотр, включающий тесты: на реакцию зрачка на свет, на беглость речи и поиск слов, на силу захвата, на дрейф пронатора – индикатор мышечной слабости и компенсации и на баланс;
- 4-й блок – скрининг симптомов, включающий: головную боль, головокружение, проблемы памяти, проблемы



Рис. 3. Комплекс мобильный компьютерной томографии (КММПКТ)
Fig. 3. Mobile complex of computed tomography

баланса, тошноту/рвоту, затруднение концентрации, раздражительность, визуальные помехи и звон в ушах.

Данный тест, представленный в виде готовой к заполнению брошюры (анкеты), в сочетании с медицинским осмотром позволяет определить и оценить, может ли военнослужащий вернуться к своим обязанностям или требуется дальнейшее медицинское лечение и наблюдение.

В системе комплексной диагностики исследованы также перспективы применения биомаркеров, которые могут содержать важную информацию о каскаде патологических процессов, связанных с черепно-мозговой травмой.

Ряд зарубежных компаний разработали и внедрили анализаторы для определения биомаркеров нейротравмы – рис. 4 [6].

Применение отдельных классов биомаркеров, отражающих основные патологические механизмы, позволяет выявить и оценить объём первичных повреждений нервной ткани и динамику развития вторичных процессов. При этом следует учитывать, что один биомаркер не обладает необходимой чувствительностью и специфичностью, чтобы быть достаточным для диагностики ЧМТ. Комбинация биомаркеров, используемых для повышения точности диагностики, представляет собой логическое дополнение для отслеживания динамики и активности патологических



Рис. 4. Компактный анализатор для определения уровня биомаркеров нейротравмы

Fig. 4. Compact analyzer for determining the level of biomarkers of neurotrauma

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельских А.Н., Самохвалов И.М., Гребенюк А.Н. и др. Указания по военно-полевой хирургии // Под ред. Бельских А.Н., Самохвалова И.М. М.: ГВМУ Минобороны России, 2013. 474 с.
2. Owens B.D., Kragh J.F.Jr, Wenke J.C., Macaitis J., Wade C.E., Holcomb J.B. Combat wounds in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2008. Vol. 64, No. 2. Pp. 295-299.
3. Hicks R.R., Fertig S.J., Desrocher R.E., Koroshetz W.J., Pancrazio J.J. Neurological effects of blast injury // The Journal of trauma. 2010. Vol. 68, No.5. Pp. 125-1263.
4. Анализ результатов исследований, испытаний, практического применения, эксплуатации, обслуживания и ремонта отечественного и зарубежного лечебно-диагностического оборудования для оказания медицинской помощи при нейротравме на этапах медицинской эвакуации: Отчет о составной части НИР (этап 1), научный руководитель А.Б.Юдин, шифр "Нейродиagnostика-ВМ". СПб.: ГНИИИ ВМ МО РФ, 2019. 59 с.
5. Троян В.Н., Дыдыкин А.В., Рикун А.О., Филистеев П.А., Заяц В.В., Жигалов А.А. Перспективы применения мобильных компьютерных томографов в медицинской службе // Военно-медицинский журнал. 2015. № 10. С. 54-60.
6. Информационно-аналитические материалы по техническим средствам военно-медицинского назначения и современным медицинским технологиям. Научно-информационный сборник. М.: Бюро оперативной полиграфии, 2019. №3. 69 с.
7. Boutté A.M., Deng B.Y., Johnson D. et al. Serum glial fibrillary acidic protein predicts tissue glial fibrillary acidic protein break-down products and therapeutic efficacy after penetrating ballistic-like brain injury // J. Neurotrauma. 2016. No.1. Pp. 147-156.

процессов, проведения молекулярно-целевой терапии и мониторинга терапевтического ответа при ЧМТ [7].

Диагностическая роль биомаркеров ЧМТ в клинической практике продолжает оставаться дискуссионной в связи с несовершенством нормативного уровня критериев, отсутствием достоверных данных по валидности и клинической эффективности показателей поврежденных нервной системы.

На этапе оказания специализированной медицинской помощи стандартный протокол обследования пациента с ранением или травмой головы и позвоночника носит расширенный характер и включает в себя краниографию, эхоэнцефалоскопию, рентгенографию позвоночника, неврологический осмотр, которые представляются перспективными и для применения в догоспитальном периоде. При этом проведение краниографии в четырех проекциях – передне-задней, задней полуаксиальной, правой и левой боковых – дополняет хирургическое и неврологическое обследование раненых. В этих условиях оцениваются не только абсолютные рентгенологические признаки – наличие патологической тени в полости черепа, но и детально анализируются косвенные признаки проникающего черепно-мозгового ранения и другие костно-травматические изменения – пневмоцефалия, наличие костных отломков, смещение обызвествленных структур.

Выводы

1. Таким образом, анализ медико-технических характеристик существующих и перспективных средств нейродиagnostики, осуществленный с целью оптимизации комплексной диагностики нейротравмы, свидетельствует о том, что перспективными средствами при ликвидации последствий ЧС являются: комплекс мобильной компьютерной томографии; тест-системы для экспресс-оценки уровня биомаркеров крови, отражающих основные патологические механизмы нейротравмы; тест-системы экспресс-оценки функционального состояния центральной нервной системы.

2. Применение комплексной диагностики нейротравмы в догоспитальном периоде позволяет повысить эффективность оказания медицинской помощи пострадавшим в ЧС.

3. Результаты исследования свидетельствуют о возможности дальнейшего улучшения выполнения лечебно-диагностических мероприятий в полевых условиях.

REFERENCES

1. Bel'skikh A.N., Samokhvalov I.M., Grebenyuk A.N. et al.; Eds. Bel'skikh A.N., Samokhvalov I.M. *Ukazaniya po voenno-polevoy khirurgii* = Guide on War Surgery. Moscow, GVMU Minoborony Rossii Publ., 2013. 474 p. (In Russ.)
2. Owens B.D., Kragh J.F.Jr, Wenke J.C., Macaitis J., Wade C.E., Holcomb J.B. Combat wounds in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2008; 64; 2: 295-299.
3. Hicks R.R., Fertig S.J., Desrocher R.E., Koroshetz W.J., Pancrazio J.J. Neurological effects of blast injury. *The Journal of trauma*. 2010; 68; 5: 1257-126.
4. *Analiz rezultatov issledovaniy, ispytaniy, prakticheskogo primeneniya, ekspluatatsii, obsluzhivaniya i remonta otechestvennogo i zarubezhnogo lechebno-diagnosticheskogo oborudovaniya dlya okazaniya meditsinskoj pomoshchi pri neyrotravme na etapakh meditsinskoj evakuatsii* = Analysis of the results of research, testing, practical application, operation, maintenance and repair of domestic and foreign medical diagnostic equipment for the provision of medical care for neurotrauma at the stages of medical evacuation. *Otchet o sostavnoy chasti NIR (etap 1), nauch. ruk. A.B.Yudin, shifr "Neurodiagnostika-VM"* = Report on the component of research (stage 1), supervisor A.B.Yudin, code "Neurodiagnostics-VM". St. Petersburg, FSSRTI MM Publ., 2019, 59 p. (In Russ.)
5. Troyan V.N., Dydykin A.V., Rikun A.O., Filisteev P.A., Zayats V.V., Zhigalov A.A. Prospects for the use of mobile computer tomographs in the medical service. *Voenno-Meditsinskiy Zhurnal* = Military Medical Journal. 2015; 10: 54-60 (In Russ.)
6. *Informatsionno-analiticheskie materialy po tekhnicheskim sredstvam voenno-meditsinskogo naznacheniya i sovremennym meditsinskim tekhnologiyam* = Information and analytical materials on military medical equipment and modern medical technologies. Scientific information collection. Moscow, Bureau of Operative Printing Publ., 2019. No. 3. 69 p. (In Russ.)
7. Boutté A.M., Deng B.Y., Johnson D. et al. Serum Glial Fibrillary Acidic Protein Predicts Tissue Glial Fibrillary Acidic Protein Break-Down Products and Therapeutic Efficacy after Penetrating Ballistic-Like Brain Injury. *J. Neurotrauma*. 2016; 1: 147-156.

Материал поступил в редакцию 13.08.20; статья поступила после рецензирования 25.11.20; принята к публикации 30.11.20

The material was received 13.08.20; the article after peer review procedure 25.11.20; the Editorial Board accepts the article for publication 30.11.20