

Карпов С.М., Бахадова Э.М., Апагуни А.Э., Карпова Е.Н.

Кафедра неврологии ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
Ставрополь, Россия  
355017, Ставрополь, ул. Мира, 310

## Компенсаторно-восстановительные механизмы в отдаленном периоде у пострадавших после минно-взрывного ранения

**Цель исследования** — оценить восстановительно-компенсаторные механизмы в отдаленном периоде у пострадавших после перенесенной минно-взрывной травмы (МВТ).

**Пациенты и методы.** Проведено клинично-нейрофизиологическое обследование 78 пострадавших после МВТ, среди которых было 75 мужчин и 3 женщины в возрасте от 30 до 48 лет (средний возраст  $37,4 \pm 3,2$  года). Больные были разделены на две группы: 1-ю группу составил 51 (65,4%) пациент с МВТ в сочетании с черепно-мозговой травмой различной степени тяжести и сопутствующими осложнениями, 2-ю группу — 27 (34,6%) пациентов с МВТ преимущественно с периферическим поражением (ампутацией конечности). Большинство пострадавших (84%) были в возрасте 20–40 лет. Контрольная группа состояла из 27 здоровых, сопоставимых по возрасту и полу.

Динамика последствий МВТ прослежена на протяжении 3 лет с момента получения ранения. Для оценки вегетативного тонуса использовался метод кардиоинтервалографии.

**Результаты исследования.** Выявлена разная степень процессов адаптации в исследуемых группах, в математическом выражении представлена «нейрофизиологическая цена» травмирующего воздействия МВТ на регуляцию механизмов адаптации в отдаленном периоде. Наиболее благоприятная адаптация по параметрам вегетативного обеспечения и ее стабилизация отмечены у пострадавших 2-й группы. Эти больные длительно находились в состоянии вегетативного дисбаланса с доминирующей активностью симпатического звена регуляции. Ортостатическая проба позволила отметить слабую вегетативную реактивность в обеих группах, что указывало на срыв регулирующих механизмов центрального звена регуляции с усилением трофотропного парасимпатического доминирования в компенсаторно-восстановительных процессах вегетативного обеспечения.

**Ключевые слова:** минно-взрывная травма; вегетативная нервная система; адаптация.

**Контакты:** Сергей Михайлович Карпов; [karpov25@rambler.ru](mailto:karpov25@rambler.ru)

**Для ссылки:** Карпов С.М., Бахадова Э.М., Апагуни А.Э., Карпова Е.Н. Компенсаторно-восстановительные механизмы в отдаленном периоде у пострадавших после минно-взрывного ранения. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2014;(2):25–28.

### *Compensatory and restorative mechanisms in victims in the late postblast period*

*Karpov S.M., Bakhadova E.M., Apaguni A.E., Karpova E.N.*

*Department of Neurology, Stavropol State Medical University, Ministry of Health of Russia, Stavropol, Russia  
310, Mir St., Stavropol 355017*

**Objective:** to assess restorative and compensatory mechanisms in victims of blast injury (BI) in its late period.

**Patients and methods.** A clinical and neurophysiological examination was made in 78 blast victims, among whom there were 75 men and 3 women at the age of 30 to 48 years (mean age  $37.4 \pm 3.2$  years). The patients were divided into two groups: 1) 51 (65.4%) patients with BI concurrent with varying degrees of brain injury and concomitant complications; 2) 27 (34.6%) patients with BI and mainly peripheral involvement (limb amputation). Most (84%) victims were 20–40 years old. A control group consisted of 27 age- and gender-matched healthy individuals.

The trend in BI sequels was traced within 3 years after injury. Cardiointervalography was employed to evaluate autonomic tone.

**Results.** Varying degrees of adaptive processes were found in the groups under study; the neurophysiological price of traumatic impact of BI on the regulation of adaptive mechanisms in its late period was mathematically expressed. The most favorable adaptation according to autonomic support parameters and its stabilization were noted in Group 2 victims. These patients had long an autonomic imbalance with sympathetic dominance. An orthostatic test could reveal autonomic responsiveness in both groups, pointing to the breakdown of central regulatory mechanisms with emphasis to trophotropic parasympathetic dominance in the compensatory and restorative processes of autonomic support.

**Key words:** blast injury; autonomic nervous system; adaptation.

**Contact:** Sergei M. Karpov; [karpov25@rambler.ru](mailto:karpov25@rambler.ru)

**Reference:** Karpov S.M., Bakhadova E.M., Apaguni A.E., Karpova E.N. Compensatory and restorative mechanisms in victims in the late postblast period. Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2014;(2):25–28.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/2074-2711-2014-2-25-28>

**Введение.** Взрывная травма существенно отличается от травмы мирного времени и характеризуется общим повреждающим действием на организм и более тяжелыми осложнениями в посттравматическом периоде [1–7], одним из которых может быть срыв механизмов адаптации. Поскольку адаптация — одно из фундаментальных свойств организма человека, определение степени приспособления связано с диагностикой отдаленных последствий патологических изменений и процессами компенсации после минно-взрывной травмы (МВТ). В связи с этим возможный срыв механизмов адаптации является серьезным дестабилизирующим фактором в психофизическом состоянии больного, определяющим восстановление после перенесенной травмы и требует объективизации [8–11].

**Цель исследования** — оценить восстановительно-компенсаторные механизмы в отдаленном периоде у пострадавших после МВТ.

**Пациенты и методы.** Проведено клинико-нейрофизиологическое обследование 78 пострадавших в результате МВТ, среди которых было 75 мужчин и 3 женщины в возрасте от 30 до 48 лет (средний возраст  $37,4 \pm 3,2$  года). Динамика последствий МВТ прослежена на протяжении 3 лет с момента получения ранения. Всем больным проводили клинико-неврологическое обследование по стандартной методике, которое включало использование «Системы оценок степени нарушений движения, тонуса, чувствительности и навыков» (А.С. Кадыков, 1991) и шкалы для двигательнорефлекторной и чувствительной сфер (Б. Линдмарк, 1988). Возраст пострадавших и характер МВТ представлены в табл. 1.

Больные были разделены на две группы: 1-ю группу составил 51 (65,4%) пациент с МВТ в сочетании с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) различной степени тяжести и сопутствующими осложнениями, 2-ю группу — 27 (34,6%) пациентов с МВТ преимущественно с периферическим поражением (ампутацией конечности). Большинство пострадавших (84%) были в возрасте 20–40 лет. Контрольная группа состояла из 27 здоровых, сопоставимых по возрасту и полу.

Нейрофизиологическое обследование проводили с использованием метода кардиоинтервалографии (КИГ), что позволяло оценить тонус и реактивность вегетативной нервной системы [8, 10]. Исследование выполняли на приборе «Нейрон-Спектр-3М» фирмы «НейроСофт» с компьютерной обработкой данных. Для исследования вегетативного тонуса и реактивности анализировали вариабельность сердечного ритма по Р.М. Баевскому [8]. Для оценки реактивности вегетативной нервной системы использовали кардиоваскулярный тест, основанный на регистрации изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) в ответ на ортостатическую пробу (ОП). Изменения ЧСС при данной пробе позволяет выявить недоста-

точность парасимпатических влияний на иннервацию сердечной мышцы и определить степень адаптации.

Изучали следующие показатели: мода (Мо) — диапазон значений наиболее часто встречающихся кардиоинтервалов, указывающий на уровень функционирования системы кровообращения; вариационный размах (ВР) — показывает суммарный эффект регуляции сердечного ритма, который обусловлен влиянием парасимпатического звена; амплитуду моды (АМо) — число кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды, что отражает мобилизующий эффект централизации управления ритмом сердца, обусловленный влиянием симпатического звена вегетативной нервной системы (в процентах от общего числа проанализированных кардиоинтервалов); индекс вегетативного равновесия (ИВР) — соотношение активности симпатического и парасимпатического звеньев вегетативной нервной системы; индекс напряжения (ИН) — степень централизации управления сердечным ритмом; показатель адекватности процессов регуляции — АМо/Мо (ПАПР) — характеризует сопряженность между активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла; вегетативный показатель ритма (ВПР) — отражает активность автономного контура регуляции.

Статистическую обработку данных проводили параметрическими и непараметрическими методами с использованием критерия достоверности Стьюдента. Применяли пакет программ «SPSS 21».

**Результаты исследования и их обсуждение.** Клинико-неврологическое обследование больных в отдаленном периоде МВР показало, что у пациентов 1-й группы имелись преимущественно очаговая, общемозговая симптоматика и эпилептический синдром. Церебральные нарушения были представлены преимущественно жалобами субъективного характера. 46 (90,2%) обследованных беспокоила головная боль, которая чаще носила диффузный характер и усиливалась при изменении метеорологических условий, а также при эмоциональном напряжении и стрессе, 33 (64,7%) — нарушение сна, 48 (94,1%) — снижение работоспособности. Очаговая симптоматика характеризовалась поражением корковых и стволовых структур. Так, у 31 (60,8%) больного выявлены глазодвигательные нарушения, у 24 (47,1%) — недостаточность VII и XII пар черепных нервов по центральному типу. В 7 (13,7%) случаях отмечен гемипарез. Явления пирамидной недостаточности в виде анизорефлексии, торпидности рефлексов, наличия стопных патологических знаков имелись у 29 (56,9%) обследованных. Вестибулярные и статокатактические расстройства были у 16 (31,3%) пострадавших. Эпилептический синдром как последствие МВТ установлен у 9 (17,6%) больных. Вегетативная дисфункция была представлена диффузным ги-

Таблица 1. *Возраст пострадавших и характер МВТ*

Группа больных	Число больных	Возраст, годы			
		30–35	36–40	41–45	старше 45
1-я	51 (65,4)	18 (23,1)	20 (25,6)	10 (12,8)	3 (3,8)
2-я	27 (34,6)	4 (5,1)	12 (15,3)	11 (14,1)	0
Всего	78 (100,0)	22 (28,2)	32 (41,1)	21 (26,9)	3 (3,8)

**Примечание.** В скобках — процент больных.

Таблица 2. Результаты КИГ у больных с разной МВТ ( $M \pm m$ )

Группа обследованных	Мо, с	АМо, %	ВР, с	ИН, усл. ед.	ИВР, усл. ед.	ПАПР, усл. ед.	ВПР, усл. ед.
Контрольная (n=27):							
до ОП	0,737±0,081	8,15±0,79	0,411±0,154	28,61±1,46	39,93±2,57	11,27±3,86	6,67±2,28
после ОП	0,671±0,072	14,5±0,81	0,582±0,145	30,4±5,21	45,72±12,63	15,51±6,38	4,74±4,28
1-я (n=41):							
до ОП	0,981±0,089	12,74±0,95	0,782±0,154*	39,82±1,59*	45,86±1,52*	14,54±2,65	11,1±1,59
после ОП	0,794±0,088	13,1±1,83	0,911±0,73	41,4±3,73	48,59±4,38	18,7±3,27	5,47±2,37
2-я (n=25):							
до ОП	0,942±0,073	10,3±0,79	0,655±0,282	32,93±1,49*	41,1±1,59	12,48±1,2	8,52±1,87
после ОП	0,973±0,121	15,3±1,65	0,762±0,259	39,5±3,72	53,4±2,23**	17,4±2,48*	6,2±2,53

Примечание. \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  (достоверность различий рассчитана по отношению к показателям контрольной группы).

пергидрозом, акрогипотермией, акроцианозом, в ряде случаев артериальной лабильностью.

У пациентов 2-й группы преобладали общемозговая симптоматика, а также явления вегетативной дисфункции. В 19 (70,4%) случаях выявлены различные вегетативные нарушения, которые носили стойкий характер и часто провоцировались метеорологическими изменениями, стрессовыми ситуациями, а также умеренными физическими нагрузками.

При компьютерной/магнитно-резонансной томографии головного мозга контузионные очаги различной выраженности выявлены преимущественно у больных 1-й группы.

Для уточнения состояния процессов адаптации оценивали субъективные проявления вегетативной дисфункции и результаты КИГ. Так, наблюдались достоверные различия ряда показателей КИГ у пострадавших в результате МВТ и у обследованных контрольной группы, что свидетельствовало о преобладающей активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и снижении активности парасимпатического звена. Результаты исследования указывали на достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение показателей АМо у пациентов 1-й группы:  $12,74 \pm 0,95\%$  против  $8,15 \pm 0,79\%$  в контрольной группе. У больных 2-й группы данный показатель составил  $10,3 \pm 0,79\%$ .

Об усилении влияния адренергических систем свидетельствовало повышение показателей Мо, которые у пациентов 1-й и 2-й групп составили соответственно  $0,981 \pm 0,089$  и  $0,942 \pm 0,073$  с по сравнению с  $0,737 \pm 0,081$  с в контрольной группе. На высокую активность регуляции симпатического отдела в отдаленном периоде МВР указывали и вторичные (ИВР, ВПР) показатели КИГ. Так, ИВР был достоверно ( $p < 0,05$ ) выше у пациентов 1-й группы —  $45,86 \pm 1,52$  усл. ед., во 2-й группе он составил  $41,1 \pm 1,59$  усл. ед., тогда как в контрольной группе —  $39,93 \pm 2,57$  усл. ед. Таким образом, у пострадавших 1-й группы выявлены достоверные изменения показателей КИГ, которые коррелировали с проявлениями вегетативной дисфункции. Показатели представлены в табл. 2.

На доминирование симпатического звена регуляции указывал ИН, который был достоверно выше у пострадавших от МВТ 1-й и 2-й групп ( $39,82 \pm 1,59$  и  $32,93 \pm 1,49$  усл. ед. соответственно) по сравнению со здоровыми ( $28,61 \pm 1,46$  усл. ед.), что свидетельствовало об усилении влияния центральных звеньев вегетативной регуляции. Недостаточную активность регуляции нервного канала с преобладанием трофо-

тропных влияний на сердечный ритм отражало достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение уровня ВПР, который в 1-й группе составил  $11,1 \pm 1,59$  усл. ед., во 2-й —  $8,52 \pm 1,87$  усл. ед., а в контрольной группе —  $6,67 \pm 2,28$  усл. ед.

Для выявления степени адаптации вегетативного обеспечения проведена ОП, которая позволила выявить низкую степень компенсации в виде слабого влияния симпатического звена регуляции, а следовательно, снижение процессов адаптации. Так, при выполнении ОП отмечено незначительное увеличение АМо, которая составила в 1-й группе  $12,74 \pm 0,95\%$  и во 2-й —  $15,3 \pm 1,65\%$ , а также умеренное повышение ВР, достигавшего в 1-й группе  $0,911 \pm 0,73$  с, во 2-й —  $0,762 \pm 0,259$  с. На степень снижения адаптационных процессов при выполнении ОП дополнительно указывал ИН:  $41,4 \pm 3,73$  усл. ед. в 1-й группе и  $39,5 \pm 3,72$  усл. ед. во 2-й. Таким образом, использование ОП позволило отметить слабую реактивность вегетативной нервной системы с усилением влияния центрального звена регуляции, что требует дополнительных нейрофизиологических затрат для регуляции вегетативного обеспечения.

**Заключение.** Результаты исследования позволили выявить разную степень адаптации у пациентов, перенесших МВТ, и математически представить «нейрофизиологическую цену» травмирующего воздействия на регуляцию механизмов адаптации в отдаленном периоде. Наиболее благоприятная адаптация по параметрам вегетативного обеспечения и ее стабилизация отмечены у пострадавших от МВТ 2-й группы (МВТ в сочетании с ЧМТ). Эти больные длительно находились в состоянии вегетативного дисбаланса с доминирующей активностью симпатического звена регуляции. При нагрузочной пробе (ОП) отмечена слабая вегетативная реактивность у пострадавших обеих групп, что указывало на срыв регулирующих механизмов центрального звена с усилением трофотропного парасимпатического доминирования в компенсаторно-восстановительных процессах вегетативного обеспечения.

Длительное преобладание эрготропных механизмов восстановления, а также усиление влияния высших уровней регуляции управлением вегетативного баланса требует дополнительных нейрофизиологических затрат для обеспечения оптимального вегетативного баланса, что необходимо учитывать при проведении лечебных и реабилитационных мероприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бахадова ЭМ, Карпов СМ, Апагуни АЭ и др. Отдаленные последствия минно-взрывной травмы на нейрофизиологическое состояние головного мозга. *Фундаментальные исследования*. 2014;(2):28–33. [Bahadova EM, Karpov SM, Apaguni AE, et al. Long-term effects mine-blast injuries on neurophysiological state of the brain. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014;(2):28–33. (In Russ.)]
2. Бахадова ЭМ, Карпов СМ, Апагуни АЭ и др. Особенности черепно-мозговой травмы при минно-взрывном травматизме (обзорная статья). *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013;(12):72–5. [Bahadova EM, Karpov SM, Apaguni AE, et al. Features of traumatic brain injury in mine blasting injury prevention (review). *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2013;(12):72–5. (In Russ.)]
3. Войновский ЕА, Пильников СА, Ковалев АС и др. Причины пороков и болезней ампутационных культей нижних конечностей после минно-взрывной травмы. *Медицинский вестник МВД*. 2013; LXIII (2 [63]):20–30. [Voynovskiy Ye, Pilnikov S, Kovalev AS, et al. Causes of vices and diseases of lower extremities' amputation stumps after mine-blast trauma. *Meditsinskii vestnik MVD*. 2013; LXIII (2 [63]):20–30. (In Russ.)]
4. Зубарев АР, Дворцовой СН. Оценка повреждений при минно-взрывной травме при использовании различных визуализирующих методов. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2009;(6):82–90. [Zubarev AR, Dvortsevoj SN. Mine Explosion Injuries Radiological Assessment. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2009;(6):82–90. (In Russ.)]
5. Ивченко ЕВ, Анисин АВ, Тюрин МВ, Титов РВ. Экспериментальные исследования минно-взрывных ранений нижних конечностей и основные принципы их лечения. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2011;(4):94–6. [Ivchenko EV, Anisin AV, Tyurin MV, Titov RV. The experimental research of the mine-blast injuries of pelvic limb and working out treatment's principles. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*. 2011;(4):94–6. (In Russ.)]
6. Сороковиков ВА, Плеханов АН, Номоконов ИА. Организация оказания медицинской помощи пострадавшим с тяжелыми минно-взрывными травмами и огнестрельными ранениями. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН*. 2006;(5):295–7. [Sorokovikov VA, Plekhanov AN, Nomokonov IA. Rendering of medical care to patients with severe mine explosive traumas and gunshot injuries. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SO RAMN*. 2006;(5):295–7. (In Russ.)]
7. Соколова ИВ, Карпов СМ. Травматическая эпилепсия при ЧМТ. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2012;(1):44–5. [Sokolova IV, Karpov SM. Traumatic epilepsy at a craniocerebral trauma. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2012;(1):44–5. (In Russ.)]
8. Баевский РМ. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. Москва: Медицина; 1997. 235 с. [Baevskii RM. *Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostei organizma i risk razvitiya zabolevaniy* [Assessment of adaptation opportunities of an organism and risk of development of diseases]. Moscow: Meditsina; 1997. 235 p.]
9. Карпов СМ. Механизмы адаптации при черепно-мозговой травме у детей. *Практическая неврология и нейрореабилитация*. 2007;(1):22–4. [Karpov SM. Adaptation mechanisms at a craniocerebral trauma at children. *Prakticheskaya nevrologiya i neiroreabilitatsiya*. 2007;(1):22–4. (In Russ.)]
10. Михайлов ВМ. Вариабильность ритма сердца. Иваново: Ивановская областная типография; 2000. 200 с. [Mikhailov VM. *Variabil'nost' ritma serdtsa* [Variability of a rhythm of heart]. Ivanovo: Ivanovskaya oblastnaya tipografiya; 2000. 200 p.]
11. Сарычев ЮФ. Адаптивные механизмы коррекции вегетативного баланса в условиях мышечной деятельности. *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2009;(8):132–4. [Sarychev YuF. The adaptive mechanisms of a vegetative balance correction under muscle performance. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2009;(8):132–4. (In Russ.)]

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.