ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ШАХТЕРОВ ПРИ ТЕРМОТРАВМЕ

В. В. Мороз, Ю. А. Чурляев, А. В. Шерстобитов, В. Я. Мартыненко,
Л. Ю. Редкокаша, П. Г. Ситников, Н. В. Колышкина

ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН (Филиал), МЛПУ «ГКБ №1», Новокузнецк

Central Hemodynamic Function in Miners with Thermal Injury

V. V. Moroz, Yu. A. Churlyayev, A. V. Sherstobitov, V. Ya. Martynenkov,
L. Yu. Redkokasha, P. G. Sitnikov, N. V. Kolyshkina

Branch of the Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences; City Hospital One, Novokuznetsk

Цель настоящей работы — изучить особенности функционального состояния центральной гемодинамики в остром периоде тяжелой термической травмы у шахтеров, имеющих подземный стаж работы 10 и более лет. *Материал и методы.* Проводили неинвазивное исследование центральной гемодинамики у 33 шахтеров и 34 пациентов группы сравнения, не имеющих подземного стажа работы, с тяжелой термической травмой. Обе группы были сопоставимы между собой по возрасту, а также по характеру и тяжести термических повреждений. Оценку центральной гемодинамики проводили по следующим показателям: среднее артериальное давление, частота сердечных сокращений, ударный индекс, сердечный индекс, минутный объем кровообращения, удельное периферическое сопротивление сосудов, определяемым с помощью метода тетраполярной реографии по Кубичеку. *Результаты.* Проведенные исследования показали, что у шахтеров, в сравнении с пострадавшими без подземного стажа работы, выявлялись более выраженные изменения центральной гемодинамики в течение 3–7 суток посттравматического периода: снижение СИ, УИ, МОК и повышение УПСС. В группе сравнения изменения гемодинамики с 3-х суток были следующими: увеличение УИ, СИ, МОК и снижение УПСС. Указанные особенности у шахтеров объяснялись исходным функциональным состоянием центральной гемодинамики. *Заключение.* Таким образом, у шахтеров при тяжелой термической травме развиваются более выраженные и продолжительные нарушения центральной гемодинамики в отличие от пострадавших, не имеющих подземного стажа работы. Причиной выявленных различий в течение термической травмы является снижение резервных возможностей сердечно-сосудистой системы у шахтеров из-за длительного воздействия неблагоприятных условий производства, т. е. подземного стажа работы от 10 и более лет. *Ключевые слова:* термотравма, шахтер, гемодинамика, тип кровообращения.

Objective: to study the specific features of central hemodynamic function in the acute phase of severe thermal injury (STI) in miners who had a length of service of 10 years or more. *Subjects and methods.* A noninvasive study of central hemodynamics was conducted in 33 miners with severe thermal injury (a study group) and 34 patients without a length of underground work who had the same condition (a control group). Both groups were matched by age and the nature and severity of thermal injuries. Central hemodynamics was evaluated by the following parameters: mean arterial blood, heart rate, stroke index (SI), cardiac index (CI), cardiac output (CO), specific vascular peripheral resistance (SVPR) determined by Cubichek tetrapolar rheography. *Results.* The study indicated that on posttraumatic days 3–7, as compared with victims without a length of underground service, the miners had more pronounced central hemodynamic changes: decreases in CI, SI, and CO and an increase in SVPR. In the control group, from day 3, the hemodynamic changes were the following: increases in SI, SI, and CO and a decrease in SVPR. In the miners, the above features were attributable to the baseline central hemodynamic function. *Conclusion.* Thus, unlike the victims without a length of underground service, the miners with severe thermal injury develop more significant and prolonged central hemodynamic disorders. The detected differences during thermal injury are determined by the lowered reserve capacities of the cardiovascular system in miners due to the long-term exposure to poor working conditions, i. e. an underground service length of 10 years or more. *Key words:* thermal injury, miner, hemodynamics, type of circulation.

Угольная промышленность по-прежнему остается отраслью экономики с наиболее опасными для жизни и здоровья условиями труда (ежегодно травмированных на производстве более 70%). Наиболее крупные аварии связаны со взрывами [1, 3]. Повреждающее воздействие в таких условиях бывает комплексным — у поступающих в стационар диагностируются термические поражения незащищенных одеждой кожных покровов (лица, шеи, ушных раковин, кистей рук) и ожог дыхательных путей;

травматические повреждения (ушибы мягких тканей, переломы костей, черепно-мозговые травмы), отравления угарным газом. В структуре травм, полученных в подземных условиях, на термические поражения приходится 13,5% всех пострадавших [2].

Шахтеры на производстве находятся под воздействием целого ряда вредных факторов: физическое и психоэмоциональное напряжение, шум, вибрация, низкий температурный режим в забоях, запыленность и за-

газованность, работа в ночные смены — все это определяет состояние хронического производственного стресса. Что безусловно меняет функционирование систем организма и, в частности, столь динамичной системы как сердечно-сосудистая [1, 4]. При стаже подземной работы до 10 лет адаптационные механизмы сердечно-сосудистой системы реализуются повышением производительности насосной функции миокарда, при стаже работы более 10 лет — преобладает сосудистый тип адаптации [4, 5].

При тяжелой термической травме исходное состояние гемодинамики у шахтеров влияет на тип реакции сердечно-сосудистой системы на повреждение и, соответственно, на тяжесть развивающегося ожогового шока. Однако, это не находит описания в медицинской литературе.

Цель настоящей работы — изучить особенности функционального состояния центральной гемодинамики у шахтеров с тяжелой термотравмой в раннем посттравматическом периоде.

Материалы и методы

Исследование центральной гемодинамики проведено у 67-и пострадавших с тяжелой термической травмой, находящихся на лечении в отделении травматологической реанимации филиала ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН на базе МЛПУ «ГКБ №1» г. Новокузнецка. Определены ожоги площадью от 20 до 35%, глубина I-II-III-A, Б степени в комбинации с ожогами дыхательных путей. В раннем посттравматическом периоде развивалась ожоговая болезнь, требующая проведения комплексной интенсивной терапии. В качестве универсального прогностического теста, определяющего тяжесть и возможный исход ожога, использовали индекс Франка [6, 7]. В обследуемых группах индекс Франка составлял 30–90 условных единиц [6, 7], что говорило об относительно благоприятном прогнозе.

Пострадавшие были разделены на две группы. Основную группу составляли 33 травмированных шахтера шахт юга Кузбасса с подземным стажем работы 10 и более лет (средний возраст $39,1 \pm 0,9$ года), из них в шахте травму получили 29 (87,9%) человек, остальные 4 (12,1%) вне шахты. В группу сравнения были включены 34 пациента, никогда не работавших под землей (средний возраст $38,1 \pm 1,9$ лет). Из них на производстве травму получили 12 (35,2%) человек, остальные 22 (64,8%) в быту. Обе группы были сопоставимы между собой по возрасту, а также по характеру и тяжести термических повреждений.

Исследования у всех пострадавших проводили в периоды ожогового шока и ожоговой токсемии. Диагноз «ожоговый шок» устанавливался с учетом данных клиники и лабораторных исследований по наиболее распространенной классификации ожогового шока предложенной В. К. Сологубом (1979) [6]. В основной группе тяжелая степень ожогового шока наблюдалась у 24 (72,7 %), а в группе сравнения — у 27 (79,4%).

В течение всего периода лечения пациентам проводили комплексное обследование, включающее:

- клиническую оценку состояния;
- мониторинг основных показателей гемодинамики и других жизненно важных функций организма;
- общеклинические, бактериологические, биохимические исследования биологических жидкостей (крови, мочи);
- инструментальные методы исследования (рентгенография органов грудной клетки, диагностические бронхоскопии, электрокардиография) [6, 7].

Исследования гемодинамики проводили неинвазивно методом тетраполярной реографии по Кубичеку с помощью мо-

нитора «МАРГ 10-01» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск), позволяющего фиксировать частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), ударный объем сердца (УОС, мл), минутный объем сердца (МОК, л/мин), общее периферическое сопротивление (ОПСС, $\text{дин} \times \text{с} / \text{см}^2$). Среднее артериальное давление (АДср, мм рт. ст.) рассчитывали по формуле: $(\text{систолическое артериальное давление} + 2 \text{ диастолическое артериальное давление}) / 3$.

С целью минимизации влияния конституциональных особенностей организма дополнительно проводили расчеты ударного индекса (УИ, $\text{мл} / \text{м}^2$), сердечного индекса (СИ, $\text{л} / \text{мин} \cdot \text{м}^2$), удельного периферического сосудистого сопротивления (УПСС, $\text{дин} \times \text{с} / \text{см}^5 / \text{м}^2$) [8]. Систолическое (АДС, мм рт. ст.) и диастолическое (АДД, мм рт. ст.) артериальное давление определяли тонометрическим методом Короткова, частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) — аускультативно и по ЭКГ, центральное венозное давление (ЦВД, мм вод. ст.) аппаратом Вальдмана в верхней полой вене после катетеризации ее через подключичную вену по Сельдингеру. Исследования проводили при поступлении в стационар на 3-и, 5-е и 7-е сутки.

Пострадавших шахтеров доставляли в стационар бригадами ВГСЧ, которые во время транспортировки осуществляли противошоковые мероприятия: обезболивание, активную инфузионную терапию. Всем пациентам обеих групп в период ожогового шока проводили комплексную противошоковую терапию: обезболивание, восполнение объема циркулирующей крови (ОЦК), коррекцию нарушений водно-солевого обмена и выделительной функции почек, коррекцию нарушений метаболизма, антибактериальную терапию, поддержание функций органов и систем [7, 9]. Искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) в обеих группах не проводили. Объем инфузионной терапии в первые сутки интенсивной терапии рассчитывали на основании формулы Паркланда [7]. Симпатомиметики в лечение не включались.

Летальность в группе шахтеров составила 18,2%, в группе сравнения — 14,7%. Длительность пребывания в ОРИТ больных основной группы — $8,4 \pm 0,4$ суток, в группе пострадавших, без подземного стажа работы — $7,2 \pm 0,3$ суток. Длительность пребывания в больнице в группе шахтеров составила $42,6 \pm 3,5$ суток, в группе сравнения — $35,4 \pm 2,6$ суток, а частота инфекционных осложнений наблюдалась в 68,2% и 56,8%, соответственно.

Статистическую обработку полученных результатов проводили при помощи непараметрических методов вариационной статистики с использованием сертифицированного пакета программ InStat (Sigma, США), «Microsoft Office Excel XP» [11].

Результаты и обсуждение

Показатели центральной гемодинамики на протяжении раннего посттравматического периода у шахтеров и пострадавших группы сравнения представлены в таблице.

Полученные результаты исследований показали, что у шахтеров, в сравнении с пострадавшими без подземного стажа работы, выявлялись более выраженные изменения центральной гемодинамики в течение 3–7-и суток посттравматического периода. Наиболее значимые отличия между пострадавшими исследуемых групп наблюдались по ударному индексу, сердечному индексу, минутному объему кровообращения и удельному периферическому сопротивлению сосудов.

Анализ полученных данных показал, что в первые сутки изменения параметров гемодинамики были однонаправленными. В обеих группах отмечалось снижение УИ и умеренное повышение ЧСС. При этом значения СИ, УПСС, АДср. соответствовали физиологическим нормативам, так как регистрацию значений этих параме-

Показатели центральной гемодинамики при тяжелой термотравме у шахтеров и пострадавших, не имеющих подземного стажа работы ($M \pm m$)

Показатель	Значения показателей на этапах исследования							
	1-е сутки		3-е сутки		5-е сутки		7-е сутки	
	основная группа (n=33)	группа сравнения (n=34)	основная группа (n=19)	группа сравнения (n=31)	основная группа (n=17)	группа сравнения (n=28)	основная группа (n=14)	группа сравнения (n=18)
АДср., мм рт. ст.	102,1±1,8	104,4±4,1	94,4±5,4	103,45±2,9	99,2±2,3	97,9±1,4	99,2±2,1	95,9±3,3
ЧСС, уд/мин	91,9±2,2*	98,3±1,8	89,9±2,9	94,6±2,5	86,1±2,7	87,6±2,3	82,6±2,1	87,4±2,4
УИ, мл/м ²	34,6±0,9	33,3±1,5	35,0±1,2*	45,2±0,9	33,6±1,7*	46,5±0,9	34,5±1,5*	47,7±1,7
СИ, л/мин·м ²	3,3±0,1	3,4±0,1	3,2±0,1*	4,4±0,1	2,9±0,1*	4,2±0,1	2,9±0,1*	4,3±0,2
МОК, л/мин	6,1±0,2	6,3±0,3	5,7±0,4*	8,2±0,3	5,5±0,3*	7,9±0,3	5,5±0,2*	8,1±0,5
УПСС, дин×с/см ⁵ /м ²	732,9±35,1	762,7±59,1	709,7±40,5*	548,1±28,9	795,5±66,7*	538,1±20,6	775,8±40,8*	519,7±28,2

Примечание. * — статистическая достоверность различия средних величин показателей центральной гемодинамики шахтеров, подземный стаж работы 10 лет и более, по отношению к группе пострадавших, без подземного стажа работы ($p < 0,05$).

тров осуществляли на фоне проведения активной инфузионной терапии. Известно, что снижение УИ у пострадавших с тяжелой термотравмой является результатом уменьшения диастолического наполнения левого желудочка, или падения сократимости миокарда, либо роста постнагрузки [10]. Увеличение ЧСС ($p < 0,05$), у пострадавших обеих групп, приводило к сохранению величины СИ на уровне физиологической нормы. У шахтеров только в 1-е сутки ЧСС была достоверно меньше, в сравнении с пострадавшими без подземного стажа работы, в последующем различий не было.

В исследуемых группах среднее артериальное давление с 1-х по 7-е сутки посттравматического периода находилось на одном уровне, различий между ними не выявлялось. В первые сутки в основной группе АДср. составляло 102,1±1,8 мм рт. ст., в группе сравнения — 104,4±4,1, на 7-е сутки — 99,2±2,1 и 95,9±3,3 мм рт. ст., соответственно.

Ударный индекс у всех обследованных пострадавших в 1-е сутки был низким, но различий между группами не наблюдалось. В первые сутки увеличение ЧСС и снижение УИ происходило в результате плазмопотери и развития гиповолемии, которая выражается в снижении сердечного выброса, повышении общего периферического сопротивления сосудов, снижении центрального венозного давления, нарушении периферического кровообращения [6, 9]. В динамике у шахтеров УИ не изменялся на протяжении всего периода исследований и был достоверно ниже, чем в группе сравнения. У пациентов группы сравнения отмечалось стабильное увеличение ударного индекса с 3-х суток, и к 7-м суткам он достоверно увеличивался в сравнении с первыми сутками на 43,2%.

В обеих группах с термической травмой различия по СИ в первые сутки не выявлялось, а с 3-х по 7-е сутки у шахтеров он был низким. С 3-х суток у пострадавших с подземным стажем работы происходило снижение СИ, и на 7-е сутки данный показатель уменьшался на 12,1% в сравнении с 1-и сутками. В группе сравнения наблюдалось достоверное повышение СИ с 3-х суток, и к концу исследования оно достигало 26,4%. Таким образом, у пострадавших, не имеющих подземного стажа работы, изменения показателей системы кровообращения при тяжелой термической травме были следующими: повышение СИ и снижение удельного периферического

сопротивления сосудов, что соответствует литературным данным о течении ожоговой болезни [6, 7].

Различия по минутному объему кровообращения между группами в первые сутки посттравматического периода также не определялось. С 3-х по 7-е сутки он в основной группе был уже достоверно ниже в сравнении с пострадавшими без подземного стажа работы. У шахтеров с 3-х суток отмечали снижение МОК, а на 7-е сутки данный показатель снижался на 9,8% в сравнении с 1-и сутками. В группе сравнения с 3-х суток наблюдалось обратное соотношение: МОК повышался достоверно к концу наблюдения на 22,2%.

Уровень центрального венозного давления (ЦВД) формирует ряд факторов (по значимости): объем циркулирующей крови, растяжение полых вен (уровень преднагрузки), сократимость правого желудочка, сопротивление малого круга, давление в левом предсердии, сократимость левого желудочка, объемная скорость внутривенной инфузии. То есть ЦВД отражает взаимодействие между протекающим к сердцу объемом крови и насосной функцией правого желудочка, это доступный показатель адекватности наполнения правого желудочка и, в то же время, эффективности его работы, а также косвенный маркер волемии всего организма [10]. В обеих группах в первые сутки ожоговой болезни величина ЦВД была отрицательной. На 3-и сутки посттравматического периода в группе шахтеров ЦВД определялось на уровне 90–100 мм вод. ст., а в группе сравнения — 60–70 мм вод. ст. На 5–7-е сутки происходило дальнейшее повышение уровня ЦВД в основной группе до 110–130 мм вод. ст., в то же время у пострадавших без подземного стажа работы величина этого показателя была стабильной, в сравнении с 3-и сутками.

Различий по удельному периферическому сосудистому сопротивлению в первые сутки исследования между группами не было; с 3-х суток оно снижалось у всех обследованных, что обуславливалось развитием острой ожоговой токсемии [7, 12]. В группе шахтеров это снижение было менее выраженным, чем в группе сравнения — 709,7±40,5 дин×с/см⁵/м² и 548,1±28,9 дин×с/см⁵/м², соответственно. В последующем же, на 5–7-е сутки посттравматического периода выявлялось повышение УПСС на 32,3 и 20,1%, соответственно, в сравнении с пострадавшими без подземного стажа рабо-

ты (в ней на 7-е сутки достоверно снижалось УПСС на 31,8% в сравнении с 1-и сутками).

Таким образом, на протяжении 3–7-х суток раннего посттравматического периода у пострадавших с подземным стажем работы сохранялось высокое УПСС и низкие значения УИ, СИ, МОК, что свидетельствовало о сохранении выраженных нарушений микроциркуляции и сниженной «насосной» функции миокарда (дисадаптивные изменения гемодинамики).

Следовательно, у шахтеров с термотравмой в течение 3–7-х суток посттравматического периода показатели центральной гемодинамики отражали снижение адаптационно-компенсаторных механизмов сердечно-сосудистой системы в сравнении с пострадавшими, не имеющими подземного стажа работы.

Литература

1. Кузьмина Л. П., Тарасов А. А., Хайбуллина А. З. Клинико-биохимические изменения при воздействии производственных стресс-факторов у шахтеров-угольщиков. Медицина труда и промышленная экология 2001; 8: 42–45.
2. Ниренбург К. Г., Горячев А. Н., Гольдман Б. Л. Общие принципы организации восстановительного лечения при повреждениях конечностей и их последствий. В кн.: Инвалидность от травм у шахтеров. Л.; 1974. 3–6.
3. Цигельник М. И., Павлов А. Ф., Трубицын А. А. Профессиональная заболеваемость и травматизм в угольной промышленности Кузбасса. Медицина труда и промышленная экология 2002; 10: 9–11.
4. Меерсон Ф. З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность. М.: Наука; 1975.
5. Вартамян А. Р., Кондратин Г. В., Чурляев Ю. А. и др. Функциональные изменения гемодинамики у шахтеров. Общая реаниматология 2006; 2 (1): 29–31.
6. Кузин М. И., Сологуб В. К., Юденич В. В. Ожоговая болезнь. М.: Медицина; 1982. 19–42.
7. Назаров И. П., Винник Ю. С., Колегова Ж. Н. Интенсивная терапия ожоговой травмы. Красноярск; 2000.
8. Жмудь А. В., Шлык И. В., Николаева И. П. Использование интегральной реографии и импедансометрии тела для диагностики и мониторинга тяжести нарушений кровообращения и их коррекция в периоде ожогового шока у пострадавших с тяжелой термической травмой. Приложение к НМЖ. Комбустиология 2004. 71–72.
9. Мороз В. В. Шок. Введение в проблему. Фундаментальные проблемы реаниматологии. Избранные лекции. М.: Изд-во РАМН; 2003; 3. 271–282.
10. Савченко В. П., Савченко Т. В. Терапия критических состояний. Стратегия и тактика. М.: ИД Граница; 2004.
11. Платонов А. Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы. М.: Изд-во РАМН; 2000.
12. Матвеев А. В. Острая ожоговая токсемия: теория и практика. Скорая мед. помощь 2006; 3: 68–69.

Заключение

Таким образом, наши исследования показали, что у шахтеров со стажем подземной работы 10 и более лет при тяжелой термической травме выявляются более выраженные и продолжительные нарушения центральной гемодинамики в сравнении с пострадавшими, не имеющими подземного стажа работы. У шахтеров на 3–7-е сутки посттравматического периода наблюдаются более низкие СИ, УИ, МОК и повышенное УПСС. Все вышеуказанные особенности являются результатом снижения резервных возможностей сердечно-сосудистой системы из-за длительного воздействия неблагоприятных условий производства.

Поступила 04.10.07