

## ГЕМОДИНАМИКА У ШАХТЕРОВ С ТЯЖЕЛОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАВМОЙ

П. Д. Комаров, В. В. Мороз, Ю. А. Чурляев, Л. Ю. Редкокаша,  
В. Я. Мартыненко, А. Р. Вартанян, А. В. Махалин

ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН, Москва  
Филиал ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН, Новокузнецк

### Hemodynamics in Miners with Severe Mechanical Injury

P. D. Komarov, V. V. Moroz, Yu. A. Churlyayev, L. Yu. Redkokasha,  
V. Ya. Martynenkov, A. R. Vartanyan, A. V. Makhalin

Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences, with its Branch in Novokuznetsk

**Цель исследования.** Определить типы и выявить особенности гемодинамических реакций системы кровообращения в раннем посттравматическом периоде тяжелой механической травмы у шахтеров, имеющих подземный стаж работы 10 и более лет. **Материалы и методы.** Неинвазивные исследования центральной гемодинамики методом тетраполярной реографии проводили у 55 пострадавших шахтеров с подземным стажем работы 10 лет и более (основная группа), а также у 54 пострадавших, не имеющих подземного стажа работы (контрольная группа). Измерение основных гемодинамических показателей (среднего АД, частоты сердечных сокращений, сердечного индекса, ударного индекса, индекса сосудистого сопротивления) осуществлялось в динамике: при поступлении, на 3-и, 5-е, 7-е сутки. Пострадавшие с тяжелой сочетанной травмой были сопоставимы между собой по возрасту, по характеру и тяжести механических повреждений. **Результаты.** Исследования показали, что у шахтеров с подземным стажем работы 10 и более лет в раннем посттравматическом периоде с 3-х по 7-е сутки выявляется в 37,2% гиподинамический тип кровообращения, гипердинамический и нормодинамический, соответственно, в 50,5 и 12,3% случаев. В отличие от шахтеров, у пациентов контрольной группы в этот период выявляется гипердинамический тип у 96,0% и только лишь у 4,0% обнаруживается гиподинамический тип кровообращения. **Заключение.** У шахтеров и пострадавших, не имеющих подземного стажа работы, в первые сутки отмечаются идентичные гемодинамические реакции на тяжелые механические повреждения. Начиная с 3-х и по 7-е сутки, у шахтеров меняется соотношение гемодинамических типов кровообращения в сторону роста гиподинамических реакций. Причиной является снижение резервных возможностей системы кровообращения вследствие длительного воздействия на организм неблагоприятных факторов производства. **Ключевые слова:** травма, гемодинамика, тип гемодинамики, шахтеры.

**Objective:** to define the types and specific features of hemodynamic responses in miners with a service length of 10 years or more in the early posttraumatic period after severe mechanical injury. **Subjects and methods.** Noninvasive central hemodynamic studies using tetrapolar rheography were conducted in 55 injured miners with an underground service length of 10 years or more (a study group) and in 54 victims without underground service (a control group). Major hemodynamic parameters, such as mean blood pressure, heart rate, cardiac index, stroke index, vascular resistance index, were measured over time: on admission and on days 3, 5, and 7. The victims with severe concomitant injury were matched by age and the nature and severity of mechanical injuries. **Results.** The study has shown that in the early posttraumatic period from days 3 to 7, the miners with an underground service length of 10 years or more had hypodynamic, hyperdynamic, and normodynamic circulations in 37.2, 50.5, and 12.3%, respectively. Unlike the miners, the controls exhibited in this period a hyperdynamic type in 96.0% and only 4.0% were found to have a hypodynamic type. **Conclusion.** The miners and the victims without underground service were observed to have the similar hemodynamic responses to severe mechanical injuries within the first 24 hours posttraumatically. Beginning with the 3rd-to-7th day, the ratio of hemodynamic circulatory types changed in the miners, by increasing hypodynamic responses. This may be accounted for by the diminished reserve capacities of the circulatory system due to long-term exposure to poor industrial factors. **Key words:** injury, hemodynamics, hemodynamic type, miners.

Состояние техники безопасности и уровень про- тивоаварийной устойчивости угледобывающих пред- приятий России и Кузбасса можно оценить как недоста- точный. Пример тому — количество летальных травм, число которых превышает аналогичный показатель в ведущих угледобывающих странах. На 1000 подземных рабочих приходится 1,4 производственных травм с ле- тальным исходом [1].

Установлено, что тяжелая механическая травма, сопровождаемая шоком, в модельных условиях глубо-

ких шахт протекает тяжелее, чем аналогичная, получен- ная на поверхности [2].

Как известно, к категории этиологических факто- ров, которые в значительной степени определяют по- следующую динамику травматической болезни, отно- сятся две группы — их причины и условия. Под причиной понимается основной этиологический фак- тор, вызывающий болезнь и определяющий ее специ- фическую динамику. В качестве условий возникновения травматичес- кой болезни может быть рассмотрено множество

этиологических факторов, воздействующих на организм одновременно с действием причины, несколько раньше или позже ее. В угольных шахтах к числу часто встречающихся, в качестве условий, этиологических факторов могут быть отнесены: действие угольно-породной пыли, локальной вибрации, шума, высокой или низкой температуры, загрязнение ран, предшествующие физические нагрузки и многие другие [3]. Реализация действия большинства из этих факторов определяется изменениями в реактивности организма. К сожалению, роль реактивности организма (возрастной, индивидуальной, определяющейся ранее перенесенными или хроническими заболеваниями и т. д.) в патогенезе совокупной реакции организма на тяжелые механические повреждения — травматической болезни, несмотря на ее существенную значимость, до сих пор не исследована [4]. Данное замечание справедливо и в отношении изучения течения травматической болезни у пострадавших шахтеров, имеющих длительный стаж работы в неблагоприятных условиях производственной среды. Не известны особенности реакции гемодинамики у данной категории пациентов. В связи с чем, исследования в этой области представляют не только практический, но и научный интерес. Тем более, что клинико-патогенетическая вариабельность острого периода травматической болезни диктует необходимость дифференцирования лечебной тактики, при оказании анестезиологической и реанимационной помощи, начиная с первых часов после травмы [5]. Исходя из этого, целью нашего исследования явилось определение типов и особенностей гемодинамических реакций системы кровообращения в раннем посттравматическом периоде тяжелой механической травмы у шахтеров, имеющих подземный стаж работы 10 и более лет, с последующей разработкой дифференцированной интенсивной терапии с учетом выявленных особенностей.

## Материалы и методы

Обследовали 109 пациентов мужского пола с тяжелой механической травмой, в структуру которой входили тупая травма груди, живота и скелетная травма. Средняя оценка тяжести состояния пострадавших при поступлении по шкале APACHE II составляла  $18,2 \pm 4,8$  балла. Больные были разделены на 2 группы: основную (I) группу ( $n=55$ ) составили шахтеры с подземным стажем 10 и более лет (средний возраст  $41,5 \pm 0,7$ ), контрольную (II) группу ( $n=54$ ) пострадавшие, не имеющие подземного стажа работы (средний возраст  $41,8 \pm 1,3$ ). Среди пациентов I и II групп, в период их нахождения в отделении реанимации, летальных исходов не было. Провели так же измерение основных показателей центральной гемодинамики у 30 практически здоровых добровольцев, не имеющих подземного стажа работы (средний возраст  $30,4 \pm 1,3$ ).

Для оценки состояния гемодинамики изучали следующие показатели. Систolicеское артериальное давление (АДС, мм рт. ст.) и диastolicеское (АДД, мм рт. ст.) 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. Для определения ударного объема (УО, мл) и минутного объема сердца (МОС, л/мин) применяли неинвазивный метод интегральной реогра-

фии тела по Кубичеку с использованием монитора «МАРГ 10-01» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск). Исследования проводили на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е сутки после травмы. С целью минимизации влияния конституциональных особенностей организма дополнительно по известным формулам проводили расчет ударного индекса (УИ, мл/м<sup>2</sup>), индекса сосудистого сопротивления (ИСС, дин•с•м<sup>2</sup>•см<sup>-5</sup>), а также рассчитывали среднее артериальное давление (АД ср., мм рт. ст.) [6]. По данным отечественных и иностранных авторов нормальные значения показателя СИ колеблются от 2 до 4 л/мин•м<sup>2</sup> [7, 8]. В нашем исследовании в группе практически здоровых добровольцев, не имеющих подземного стажа работы, среднее значение СИ составляло  $2,8 \pm 0,1$  л/мин•м<sup>2</sup>. Исходя из этого, величина СИ от 2,7 до 2,9 л/мин•м<sup>2</sup> расценивалась как соответствующая нормодинамическому типу, величина СИ больше 2,9 л/мин•м<sup>2</sup> как гипердинамическому и величина СИ меньше 2,7 л/мин•м<sup>2</sup> как гиподинамическому типу кровообращения. При проведении статистического анализа полученных данных использовали только показатели гемодинамики, выраженные индексами (УИ, СИ, ИСС).

Из исследования исключены пациенты, в лечение которых использовали препараты, непосредственно влияющие на сократительную способность миокарда и тонус периферических сосудов (кардиотоники, вазодилататоры).

Пострадавшим I и II групп проводили клинические, биохимические, рентгенологические и электрокардиографические исследования. Пациенты получали терапию согласно основным принципам лечения шока: устранение причин, вызвавших шок; восстановление и поддержание эффективного объема циркулирующей крови; восстановление эффективной микроциркуляции и перфузии тканей; коррекция ацидоза, белкового, электролитного, водного дисбаланса; поддержание функций органов и систем; обезболивание; восполнение энергетических потребностей организма; антибактериальная терапия [9]. Статистическую обработку данных провели с использованием сертифицированного пакета программ INSTAT [10].

## Результаты и обсуждение

Результаты исследования параметров гемодинамики на протяжении раннего посттравматического периода (первых семи суток) у пациентов I и II групп представлены в таблицах 1, 2.

Анализ полученных данных показал, что в первые сутки характер изменений гемодинамики был одинаковым, так как статистически достоверного различия в частоте развития у пострадавших гипердинамического, нормодинамического и гиподинамического типов кровообращения между группами не выявлено. Обращало внимание, что у пациентов обеих групп имело место снижение УИ на фоне умеренно выраженной тахикардии, нормального АД<sub>ср.</sub>, СИ, ИСС. Известно, что снижение УИ у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой является результатом уменьшения диastolicеского наполнения левого желудочка, падения сократимости миокарда, либо роста постнагрузки [11]. Часто снижение УИ является результатом сочетания вышеуказанных факторов, и определить удельный вес каждого из них в условиях клиники не просто [12]. Одним из основных механизмов компенсации снижения УИ у пострадавших I, II групп явилось увеличение ЧСС (при  $p < 0,05$ ), что не приводило к снижению СИ.

Таблица 1

**Типы гемодинамических реакций в раннем посттравматическом периоде у шахтеров и пострадавших, не имеющих подземного стажа работы**

Типы гемодинамических реакций	1-е		3-и		5-е		7-е сутки	
	Группы							
	I (n=55) в %	II (n=54) в %	I (n=33) в %	II (n=51) в %	I (n=31) в %	II (n=38) в %	I (n=31) в %	II (n=37) в %
Гипердинамическая	57,0	61,1	54,5*	96,1	46,6*	97,3	50,5*	96,0
Нормодинамическая	16,5	13,0	13,6*	3,9	13,3*	0	12,3*	0
Гиподинамическая	26,5	25,9	31,9*	0	40,1*	2,7	37,2*	4,0

**Примечание.** I группа — шахтеры с тяжелой механической травмой; II — пострадавшие, не имеющие подземного стажа работы; \* — достоверное различие частоты типов гемодинамики между I и II группами.

Таблица 2

**Показатели гемодинамики в раннем посттравматическом периоде у шахтеров и пострадавших, не имеющих подземного стажа работы (M±σ)**

Показатели гемодинамики	Группа практически здоровых добровольцев (n=30)	Значение показателей на этапах исследования							
		1-е		3-и		5-е		7-е сутки	
		Группы							
		I (n=55) в %	II (n=54) в %	I (n=33) в %	II (n=51) в %	I (n=31) в %	II (n=38) в %	I (n=31) в %	II (n=37) в %
АД <sub>ср.</sub> , мм рт. ст.	94,7±1,4	98,0±1,4	90,4±2,8	100,1±2,2	98,2±2,0	98,7±2,3	102,3±1,6	97,5±2,0	101,6±2,9
ЧСС, уд/мин	70,7±1,6	87,4±1,2	95,2±2,7	85,4±2,5	90,5±2,1	81,1±3,1*	93,2±2,9	83,7±3,3	90,9±3,0
УИ, мл/м <sup>2</sup>	44,3±2,0	36,1±0,5	36,8±1,2	36,6±1,4*	47,4±0,7	38,1±1,9*	46,8±0,5	38,6±2,3*	46,9±1,0
СИ, л/(мин·м <sup>2</sup> )	2,8±0,1	3,1±0,07	3,6±0,2	3,1±0,1*	4,3±0,1	3,0±0,1*	4,4±0,1	3,2±0,2*	4,3±0,2
ИСС, дин·с·м <sup>2</sup> ·см <sup>-5</sup>	2329,6±58,2	2669,5±75,2	2366,5±139,5	2686,0±139,3	1919,7±73,3	2688,9±158,4	1951,5±67,8	2546,6±222,2	2005,2±107,1

**Примечание.** I группа — шахтеры с тяжелой механической травмой; II — пострадавшие, не имеющие подземного стажа работы; \* — достоверное различие средних величин показателей гемодинамики между I и II группами (при  $p < 0,05 - 0,01$ ).

Начиная с третьих суток, между I и II группами, выявляли статистически достоверные различия. Так, у шахтеров (I группа) отмечалось уменьшение количества пострадавших с гипердинамическим с 57 до 54,5% и нормодинамическим с 13,6 до 3,9% типами, и увеличение количества пострадавших с гиподинамическим типом кровообращения с 26,5 до 31,9%. В то время как у пострадавших II группы количество пациентов с гиподинамическим и нормодинамическим типами гемодинамики значительно уменьшалось, соответственно, с 25,9 до 0% и с 13,5 до 3,9%, а количество пострадавших с гипердинамическим типом увеличивалось с 61,1 до 96,1%. У шахтеров показатели ударного и сердечного индексов, зарегистрированные в 1-е и 3-и сутки, не имели между собой статистически достоверного различия. В то время как аналогичные показатели во II группе, определяемые на 3-и сутки, статистически достоверно превышали их величину в сравнении с данными первых суток. Различия величин УИ, СИ между группами на 3-и сутки были статистически достоверны (при  $p < 0,05$ ).

В динамике на 5-е сутки у шахтеров продолжало увеличиваться количество пострадавших с гиподинамическим типом кровообращения, достигая 40,0%, а количество пострадавших с гипердинамическим типом уменьшалось с 54,5 до 46,6%. Во II группе, несмотря на значительное преобладание гипердинамического типа кровообращения (97,3%) выявлялись и пострадавшие с гиподинамическим типом (2,7%).

На 7-е сутки у шахтеров частота развития гипердинамического, нормодинамического, гиподинамического типов кровообращения не имела статистически достоверного различия в сравнении с третьими и пятыми сутками. Во II группе сохранялось значительное преобладание пострадавших с гипердинамическим типом (96%) и небольшое количество пострадавших с гиподинамическим типом (4,0%) кровообращения.

На 5-е и 7-е сутки сохранялись статистически достоверные различия между группами по величине показателей УИ, СИ ( $p < 0,05$ ). Как у шахтеров, так и в группе не шахтеров на 5-е и 7-е сутки, в сравнении с 3-ми сутками, достоверных изменений в величине ЧСС, УИ, СИ, ИСС не выявлялось. Однако во II группе АД<sub>ср.</sub> было статистически достоверно выше в сравнении с первыми и третьими сутками.

Известно, что при умеренной тяжести расстройства кровообращения действие компенсаторных механизмов устраняет падение минутного объема кровообращения посредством роста ЧСС, а также увеличения общего венозного возврата и ударного объема левого желудочка [11]. Эта закономерность находит свое подтверждение в изменениях показателей гемодинамики у пострадавших II группы, в отличие от шахтеров, где имелось компенсаторное повышение ЧСС, но не обнаруживалось повышение УИ. Достаточно точно указать на причину такой реакции гемодинамики у шахтеров с подземным стажем работы 10 и более лет мы не можем, так как не проводили соответствующие для этого иссле-

дования. Возможно, это связано с тем, что усиление адренергической стимуляции сердца в ответ на падение ударного объема левого желудочка всегда избыточно, относительно стимулов его вызывающих, и приводит к острой нейродистрофии сердца [11]. Это может существенно изменять характер реакции системы кровообращения в раннем посттравматическом периоде, особенно с учетом ранее выявленных нами функциональных особенностей гемодинамики у шахтеров с подземным стажем работы 10 и более лет. У них в процессе трудовой деятельности формируется сердечный тип адаптации системы кровообращения к вредным условиям шахты. Для сохранения высокого СИ и УИ при выше названном типе адаптации требуется хороший венозный возврат, т.е. стабильная прекардиальная нагрузка [13]. При развитии гиповолемии (травма, кровопотеря) и снижении прекардиальной нагрузки наиболее вероятен срыв адаптации с тяжелыми нарушениями кровообращения.

#### Литература

1. *Ивойлов В. М., Ткачев А. Д., Федоров Ю. С.* Некоторые вопросы эпидемиологии политравмы у шахтеров Кузбасса при травматизме со смертельным исходом. В кн.: Материалы Всерос. конф. Диагностика и лечение политравм. Тез. докл. Ленинск-Кузнецкий; 1999.
2. *Калинкин О. Г., Золотухин С. Е., Танцора В. П., Калинкин А. О.* Необходимость новых подходов к оказанию медицинской помощи пострадавшим в глубоких шахтах. В кн.: Тез. докл. международной конф. Охрана здоровья населения угледобывающих районов. Ленинск-Кузнецкий; 1997.
3. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: Руководство: Р 2.2.755-99. М., 1999. 125.
4. Селезнев С. А., Черкасов В. А. (ред.). Сочетанная травма и травматическая болезнь. Пермь: Наука; 1999.
5. *Полушин Ю. С.* Анестезиологическая и реаниматологическая помощь раненым на войне. СПб.; 2003.

#### Заключение

Таким образом, в 1-е сутки в ответ на тяжелые механические повреждения у шахтеров с подземным стажем работы более 10 лет и пострадавших, не имеющих подземного стажа работы, отмечаются идентичные гемодинамические реакции. Начиная с 3-х и по 7-е сутки у шахтеров в отличие от пострадавших, не имеющих подземного стажа работы, меняется соотношение гемодинамических типов в сторону роста гиподинамических реакций. Возможной причиной отсутствия в динамике повышения показателей ударного и сердечного индексов у шахтеров в раннем посттравматическом периоде, является снижение резервных возможностей системы кровообращения, вследствие предшествующего травме длительного воздействия на организм неблагоприятных факторов производства.

6. *Лищук В. А., Газизова Д. Ш., Лобачева Г. В. и др.* Периоперационный мониторинг гемодинамики у кардиохирургических больных: новые возможности и старые недостатки. Анестезиология и реаниматология 2006; (1): 45–51.
7. *Полушин Ю. С.* Анестезиология и реаниматология. Руководство для врачей. СПб.; 2004.
8. *Марини П.* Интенсивная терапия. Пер. с англ. М.; 1998.
9. *Мороз В. В.* Шок. Введение в проблему. В кн.: Мороз В. В. (ред.) Фундаментальные проблемы реаниматологии. Тр. ин-та общей реаниматологии. М.; 2001; 3. 21–34.
10. *Глац С.* Медико-биологическая статистика. М.: Практика; 1999.
11. *Шанин В. Ю.* Патофизиология критических состояний. СПб.; 2003.
12. *Дерябин И. И., Насонкин О. С.* Травматическая болезнь. М.: Медицина; 1987.
13. *Вартанян А. Р., Кондранин Г. В., Будаев А. В. и др.* Функциональные изменения гемодинамики у шахтеров. Общая реаниматология 2006; 2 (1): 29–31.

Поступила 12.04.06