

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ШАХТЕРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАЖА ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ

О. С. Золоева<sup>1</sup>, Е. В. Быкова<sup>1</sup>, А. Р. Вартамян<sup>1</sup>, С. Л. Кан<sup>1</sup>,  
Л. Ю. Редкокаша<sup>1,3</sup>, Ю. А. Чурляев<sup>1</sup>, Е. В. Григорьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского РАМН (Филиал), Новокузнецк

<sup>2</sup> НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний СО РАМН, Кемерово

<sup>3</sup> МЛПУ «Городская клиническая больница №1», Новокузнецк

### Functional Changes in Microcirculation in Miners in Relation to the Length of Underground Work

O. S. Zoloyeva<sup>1</sup>, E. V. Bykova<sup>1</sup>, A. R. Vartanyan<sup>1</sup>, S. L. Kan<sup>1</sup>,  
L. Yu. Redkokasha<sup>1,3</sup>, Yu. A. Churlyayev<sup>1</sup>, E. V. Grigoryev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences, (Branch), Novokuznetsk

<sup>2</sup> Research Institute for Integrated Problems of Cardiovascular Diseases, Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Kemerovo

<sup>3</sup> City Clinical Hospital One, Novokuznetsk

**Цель исследования** — изучить состояние микроциркуляции шахтеров в зависимости от стажа подземных работ. **Материал и методы.** Было проведено исследование микроциркуляции у 328-и шахтеров. Все шахтеры были разделены на три группы в зависимости от стажа подземных работ. Исследование микроциркуляции проводили на коже наружной нижней трети плеча с использованием накожной лазерной доплеровской флоуметрии с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока (ЛАКК-01) отечественного производства (НПО «Лазма», РФ). **Результаты.** В проведенных исследованиях была определена взаимосвязь изменений микроциркуляции со стажем подземных работ. В первой группе (стаж 1–9 лет) наблюдалось снижение основного показателя микроциркуляции за счет различных механизмов, направленных на уменьшение периферического сопротивления. С увеличением стажа подземных работ происходило увеличение общего периферического сопротивления и увеличение шунтирования кровотока. **Заключение.** У шахтеров с увеличением стажа подземных работ происходит ухудшение микроциркуляции. Выявленные изменения сопоставимы со стадиями общего адаптационного синдрома. Стадия напряжения, развивающаяся у шахтеров со стажем работы от одного года до 9-и лет, характеризуется снижением периферического сопротивления. При активизации различных компенсаторных механизмов у шахтеров, работающих во вредных условиях от 10-и до 19-и лет, наступает резистивная стадия адаптационного синдрома. При стаже работы 20 и более лет, с истощением компенсаторных систем, появляются признаки дезадаптации, характеризующиеся увеличением периферического сопротивления и нарастанием шунтирования кровотока. **Ключевые слова:** микроциркуляция, шахтеры, подземный стаж работы.

**Objective:** to study microcirculation in miners in relation to the length of their underground work. **Subjects and methods.** Microcirculation was studied in 328 miners who were divided into three groups according to the length of their underground work. It was examined in the skin of the outer lower third of the shoulder, by applying skin laser Doppler flowmetry by means of a ЛАКК-01 laser capillary blood flow analyzer (Lazma RPA, Russian Federation). **Results.** The performed studies determined a relationship between microcirculatory changes and the length of underground work. Group 1 (length, 1–9 years) showed a decrease in the major indicator of microcirculation through various mechanisms aimed at reducing peripheral resistance. As the length of underground work was more, there was an increase in total peripheral resistance and blood flow bypass. **Conclusion.** Microcirculatory deterioration occurs in miners who have worked underground longer. The found changes are comparable with the stages of total adjustment syndrome. The stress stage developing in miners with an underground work length of 1 to 9 years is characterized by decreased peripheral resistance. The resistance stage of adjustment syndrome occurs when different compensatory mechanisms are activated in miners who have been working under harmful conditions for 10 to 19 years. Dysadjustment signs characterized by increases in peripheral resistance and blood flow bypass occur with exhaustion of compensatory systems in miners who have been working underground for 20 years or more. **Key words:** microcirculation, miners, length of underground work.

Работа шахтера сопряжена с систематическим воздействием комбинации физических и психоэмоцио-

нальных стресс-факторов: шум и вибрацию, вынужденное положение тела, нервно-психическое, зрительное, слуховое перенапряжение, тяжелый физический труд, контакт с угольно-породной пылью, нерациональные освещение и вентиляцию, повышенную опасность травматизма, а так же изменение газового состава воздуха — снижение содержания кислорода, увеличение концент-

Адрес для корреспонденции (Correspondence to):

Золоева Олеся Сергеевна  
E-mail: kolesso-zoloeva@mail.ru

Таблица 1

Показатели микроциркуляции у шахтеров с различным возрастом в стажевых группах 1–9 и 10–19 лет

Показатель	Стаж 1–9 лет						Стаж 10–19 лет	
	от 20-и до 29-и лет (n=88)		от 30-и до 42-х лет (n=34)		от 28-и до 39-и лет (n=53)		от 40 до 54-х лет (n=29)	
	M±m	Me (QI–QIII)	M±m	Me (QI–QIII)	M±m	Me (QI–QIII)	M±m	Me (QI–QIII)
M, пф. ед	3,21±0,04	3,29 (3,16–3,45)	3,20±0,07	3,34 (3,21–3,45)	3,21±0,059	3,35 (3,02–3,47)	3,26±0,06	3,27 (3,06–3,48)
$\sigma$	0,22±0,005	0,22 (0,19–0,25)	0,21±0,006	0,21 (0,19–0,23)	0,23±0,009	0,22 (0,18–0,27)	0,20±0,009	0,21 (0,17–0,047)
Kv, %	7,14±0,21	6,67 (5,89–8,13)	6,65±0,28	6,8 (5,73–7,37)	7,10±0,26	7,03 (5,95–8,28)	6,45±0,35	5,92 (5,10–7,14)
$\alpha$ , Гц	0,07±0,003	0,07 (0,05–0,09)	0,07±0,005	0,07 (0,05–0,08)	0,08±0,006	0,08 (0,06–0,10)	0,07±0,006	0,06 (0,05–0,08)
HF, Гц	0,07±0,002	0,06 (0,03–0,12)	0,06±0,003	0,055 (0,05–0,07)	0,06±0,003	0,06 (0,05–0,08)	0,06±0,004	0,06 (0,04–0,07)
CF, Гц	0,09±0,002	0,09 (0,07–0,10)	0,08±0,004	0,085 (0,07–0,09)	0,09±0,004	0,09 (0,07–0,10)	0,09±0,007	0,08 (0,07–0,11)
HT, мм. рт. ст./ п. е	3,47±0,12	3,4 (2,65–4,14)	3,28±0,17	3,29 (2,73–3,81)	3,11±0,16	3,05 (2,34–4,05)	3,23±0,17	3,28 (2,66–4,10)
MT, мм. рт. ст./ п. е	3,58±0,08	3,67 (3,03–4,12)	3,49±0,15	3,47 (2,97–4,07)	3,30±0,13	3,56 (2,96–4,07)	3,44±0,15	3,44 (2,69–4,11)
ППШ	1,10±0,03	1,00 (0,89–1,25)	1,13±0,05	1,14 (0,95–1,33)	1,20±0,04	1,17 (1,00–1,43)	1,11±0,05	1,00 (1,00–1,20)

Примечание. \* – статистическая значимость в различии показателей разных возрастных подгрупп; n – количество человек.

рации углекислого газа. Особенности подземного производства связаны с изменением привычной среды обитания человека и относятся к категории экстремальных условий труда [1]. Будучи мощными физическими стрессорами, неблагоприятные факторы в шахте приводят, прежде всего, к формированию у работающих защитных компенсаторно-приспособительных реакций [2]. При продолжительном стрессе неизбежно возникают три фазы общего адаптационного синдрома, которые были выделены Г. Селье: реакцию тревоги, когда организм готовится к встрече с новой ситуацией; фазу сопротивления, когда организм использует свои ресурсы для преодоления стрессовой ситуации; фазу истощения, когда резервы организма катастрофически уменьшаются [3]. Срыв адаптации может привести к самостоятельному заболеванию. Имеющиеся на данный момент исследования шахтеров, подвергающихся постоянному воздействию неблагоприятных стресс-факторов, содержат в основном данные об изменении дыхательной системы и состоянии центральной гемодинамики. Вместе с тем в фундаментальных работах доказано, что именно в микроциркуляторном русле разыгрываются самые важные события в процессе адаптации организма к различным воздействиям, которые обеспечивают основу нормальной жизнедеятельности отдельных органов и систем – полноценное функционирование их клеточных элементов [4–6]. Ранее в работах сотрудников нашего филиала выявлены отличительные особенности в течение критических состояний шахтеров-подземников, развившихся вследствие травм и заболеваний [7–9]. Поэтому целью нашей работы было изучение функционального состояния микроциркуляции у шахтеров в зависимости от стажа подземных работ, так как сдвиги в системе микроциркуляции формируют преморбидный фон, который следует учитывать при развитии критического состояния вследствие травмы или заболевания шахтеров.

## Материал и методы

Для решения поставленной цели сотрудниками Новокузнецкого филиала УРАМН НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского РАМН было проведено обследование 328-и горнорабочих шахты «Полосухинская».

Дизайн исследования – когортное исследование по типу «случай – контроль». Критерии включения: шахтеры с непрерывным стажем подземных работ. Профессии: горнорабочий очистного забоя, машинист горных выемочных машин, машинист подземных установок, электрослесарь, проходчик, горнорабочий подземный. Критерии исключения: лица, находящиеся на момент осмотра на больничном листе по какому-либо заболеванию.

Исследование состояния микроциркуляции шахтеров проводило во время ежегодного профосмотра, где также исследовали общий анализ крови, общий анализ мочи, уровни холестерина, сахара крови, рентгенография органов грудной клетки, проводился осмотр общеклиническими специалистами.

Обследуемые шахтеры были разделены на 3 стажевые группы. В 1-ю группу вошли 122 шахтера со стажем подземных работ от 1 года до 9-и лет и возрастом от 20-и до 42-х лет (средний возраст 27,5±0,5лет). Во 2-ю группу – 82 шахтера со стажем от 10-и до 19-и лет и возрастом от 28-и до 54-х лет (средний возраст 38,3±0,6). В 3-ю группу – 124 шахтера со стажем от 20-и лет и более (средний возраст 48,3±0,4) от 38-и до 55-и лет.

Также было произведено разделение групп на возрастные подгруппы. Первая группа разделена по возрасту на две подгруппы: лица моложе 30-и лет (20–29 лет) – 88 шахтеров, от 30-и лет и старше (30–42 года) – 34 шахтера. Вторая стажевая группа была разделена на подгруппы с возрастом от 28-и до 39-и лет – 53 шахтера, и с возрастом от 40-а до 54-х лет – 29 шахтеров (табл. 1).

В качестве контрольной группы были взяты практически здоровые мужчины, занятые тяжелым физическим трудом на поверхности, работающие посменно (учитывая патологическое воздействие на организм нарушений биоритмов). Численность контрольной группы составила 16 человек. Возраст контрольной группы от 23-х до 43-х лет (средний возраст  $28,6 \pm 1,2$ ).

Исследование системы микроциркуляции проводилось методом наочной лазерной доплеровской флоуметрии с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока (ЛАКК-01) отечественного производства (НПО «ЛАЗМА», РФ), прилагаемого программного обеспечения LDF 1.18, с использованием базового светового зонда для чрезкожных исследований микроциркуляции. Исследования проводили на коже наружной нижней трети плеча в положении лежа на спине, при температуре помещения не менее 20°C. Показатели, регистрируемые в ходе исследования: М – величина среднего потока крови в интервале времени. Характеризует увеличение или уменьшение перфузии (значения от 2,9 до 7,1 перф. ед.); показатель  $\sigma$  – это среднее квадратичное отклонение (СКО) амплитуды колебаний кровотока от среднего арифметического значения, он характеризует флукс – «колеблемость потока эритроцитов» или временную изменчивость микроциркуляции (от 0,5 до 4,72 перф. ед.). Чем выше СКО, тем лучше миогенная, нейрогенная и дыхательная модуляции тканевого кровотока; Kv – коэффициент вариации (диапазон от 4 до 11% на предплечье) – это соотношение между флуксом и средней перфузией в зондируемой области, что дает представление о вкладе вазомоторного компонента в модуляцию тканевого кровотока [7].

Анализ амплитудно-частотного спектра позволил получить информацию о механизмах регуляции капиллярного кровотока. Выделены и проанализированы три частотных диапазона:  $\alpha$  – низкочастотные колебания (1–12 колебаний в мин), создаются колебаниями миоцитов стенок артериол и прекапиллярных сфинктеров; HF – высокочастотные колебания (15–50 колебаний в мин), обусловлены периодическими колебаниями давления в венозной части сосудистого русла, что связано с дыхательными экскурсиями; CF – сердечные флуксомодии (50–90 колебаний в мин), образуются за счет работы сердечной мышцы и синхронизированы с пульсовой волной.

На втором этапе анализировался амплитудно-частотный спектр (АЧС) колебаний перфузии. По величинам амплитуд колебаний микрокровотока в конкретных частотных диапазонах возможно оценивать механизмы контроля перфузии. При оценке результатов исследования микроциркуляции с помощью ЛДФ-граммы используется ряд расчетных показателей: нейрогенный тонус прекапиллярных резистентных микрососудов (НТ); миогенный тонус (МТ) метартериол и прекапиллярных сосудов; ПШ – показатель артериоло-венулярного шунтирования.

Общее межгрупповое различие для независимых выборок оценивалось при помощи критерия Краскела-Уоллиса. Попарное межгрупповое сравнение показателей производилось по U-критерию Манна-Уитни [11]. Критический уровень значимости –  $p$ , принимался равным 0,05.

## Результаты и обсуждение

У шахтеров-подземников со стажем работ от одного года до 9-и лет и 10–19-и лет не наблюдалось статистически значимых различий между возрастными подгруппами (табл. 1). Это говорит о преимуществен-

Показатели микроциркуляции в контрольной группе шахтеров с различным подземным стажем

Таблица 2

Показатель	Контрольная группа (n=16)		Стаж 1–9 (n=122)		Стаж 10–19 (n=82)		Стаж 20 и более (n=124)	
	M±m	Me (Q1–Q3)	M±m	Me (Q1–Q3)	M±m	Me (Q1–Q3)	M±m	Me (Q1–Q3)
M, перф. ед.	6,61±0,33	6,05 (4,66–7,32)	3,21±0,04*	3,3 (3,18–3,46)	3,22±0,04*	3,35 (3,03–3,48)	3,29±0,03**	3,37 (3,21–3,49)
$\sigma$	0,301±0,016	0,32 (0,29–0,35)	0,218±0,004*	0,21 (0,19–0,25)	0,219±0,006*	0,22 (0,18–0,26)	0,231±0,005*	0,22 (0,19–0,27)
Kv, %	9,70±0,79	9,56 (7,14–10,92)	6,98±0,17*	6,67 (5,85–7,92)	6,87±0,20*	6,68 (5,56–8,2)	7,08±0,16*	6,74 (5,65–8,4)
$\alpha$ , Hz	0,106±0,009	0,11 (0,08–0,12)	0,072±0,003*	0,07 (0,05–0,08)	0,079±0,004*	0,07 (0,05–0,10)	0,086±0,005**	0,07 (0,06–0,09)
HF, Hz	0,088±0,005	0,09 (0,07–0,10)	0,063±0,002*	0,06 (0,05–0,80)	0,062±0,002*	0,06 (0,05–0,70)	0,066±0,002*	0,06 (0,05–0,08)
CF, Hz	0,118±0,008	0,12 (0,09–0,13)	0,087±0,002*	0,09 (0,07–0,10)	0,088±0,004*	0,09 (0,07–0,10)	0,089±0,003*	0,08 (0,07–0,11)
НТ, мм. рт. ст./п. е	3,15±0,27	3,16 (2,81–3,46)	3,43±0,10	3,35 (3,06–4,03)	3,16±0,12	3,09 (2,37–4,07)	3,11±0,09*	3,09 (2,47–3,89)
МТ, мм. рт. ст./п. е	3,52±0,17	3,50 (3,21–3,88)	3,58±0,07	3,65 (3,63–4,09)	3,48±0,10	3,53 (2,79–4,11)	3,44±0,08	3,62 (2,69–4,04)
ПШ	1,20±0,07	1,19 (1,10–1,35)	1,11±0,03	1,0 (0,9–1,29)	1,17±0,03	1,11 (1,0–1,35)	1,17±0,02#	1,17 (1–1,33)

Примечание. \* – статистическая значимость в различии показателей относительно контрольной группы; # – статистическая значимость в различии показателей между 1-й и 3-й стажевыми группами; n – количество человек.

ном влиянии стажа подземных работ на исследуемые показатели. В то же время влияние возраста нельзя исключить.

Показатели микроциркуляции у шахтеров и рабочей контрольной группы представлены в табл. 2.

$M$  — основной показатель перфузии был ниже у шахтеров всех стажевых групп, в сравнении с контрольной, и повышался с увеличением стажа подземных работ. Это подтверждается статистически значимым различием между 1-й и 3-й стажевыми группами. Такая динамика показателя перфузии объясняется первичным взаимодействием со стрессорными факторами, развитием стадии тревоги [3]. В дальнейшем, путем развертывания компенсаторно-приспособительных процессов, наступает стадия резистивности, характеризующаяся медленным повышением  $M$ .

$\sigma$  — показатель временной изменчивости перфузии, также был достоверно ниже во всех стажевых группах шахтеров в сравнении с контрольной, не имея межгрупповых различий. Низкие показатели среднего квадратического отклонения (СКО), полученные во время измерения, отражают нарушение регуляции сосудистого тонуса в виде снижения реактивности, свидетельствуют об угнетении вазомоторных механизмов модуляции тканевого кровотока. Снижение  $\sigma$  может быть обусловлено как менее интенсивным функционированием механизмов активного контроля микроциркуляции, так и в результате снижения сердечных и дыхательных ритмов [10].

Коэффициент вариации — производная величина  $Kv = \text{СКО}/M \times 100\%$ , характеризует вклад вазомоторного компонента и осуществляется как за счет синхронизированных спонтанных осцилляций миогенных элементов сосудов, которые обладают собственной пейсмекерной активностью, так и за счет модуляции их со стороны симпатической нервной системы и эндотелий-зависимых механизмов [10]. У исследуемых групп шахтеров отмечалось снижение  $Kv$  по сравнению с контрольной группой, без межгрупповых различий.

Расчет параметров  $M$ ,  $\sigma$ ,  $Kv$  позволяет дать общую оценку состояния микроциркуляции исследуемых групп шахтеров: в условиях постоянного воздействия неблагоприятных условий среды и тяжелой физической нагрузки наблюдается снижение перфузии за счет уменьшения скорости кровотока и реактивности сосудистой стенки в ответ на воздействие различных механизмов, формирующих тонус на уровне резистивного звена сосудистого русла, уменьшения «вклада» нервной, мышечной и эндокринной систем в модуляцию кровотока. В результате создаются благоприятные возможности для более полной отдачи кислорода в капиллярах [12].

Анализ амплитудно-частотного спектра колебаний позволяет выяснить какие механизмы являются ведущими в формировании сниженной перфузии: центральные или локальные. Функцию мышечных клеток артериол и прекапиллярных сфинктеров принято определять как активный компонент микроциркуляции, а

пульсовое и венозное давление являются пассивными компонентами [13].

Низкочастотные колебания —  $\alpha$  отвечают за локальные механизмы и характеризуют мышечный тонус прекапилляров (диапазон 0,06–0,15 Гц) [10]. У шахтеров показатели были достоверно ниже, чем в контрольной группе, что свидетельствует о снижении тонуса прекапиллярных сфинктеров, за счет воздействия локальных механизмов. Также имелись различия между 1-й и 3-й стажевыми группами: с увеличением стажа подземных работ показатели увеличивались, это указывает на умеренную вазоконстрикцию (табл. 2). Проведенные ранее сотрудниками нашего института исследования так же свидетельствуют, что увеличение стажа подземных работ сопровождается повышением артериального давления и увеличения индекса общего периферического сопротивления [14].

Частота высокочастотных колебаний  $HF$  (диапазон 0,15–0,4 Гц) — пассивный компонент центральной регуляции перфузии, обусловлен дыхательными экскурсиями. Показатели были ниже у шахтеров без различий от стажа подземных работ. Снижение амплитуды дыхательной волны указывает на увеличение давления в микрососудах. Оно обусловлено повышением микроциркуляторного давления [13].

$CF$  — сердечные флаксомции (диапазон 0,8–1,6 Гц) — регистрируемые показатели шахтеров были ниже, чем в контрольной группе. Этот диапазон частот формируется за счет пассивных механизмов и обусловлен пропульсивным движением крови в систолу. Амплитуда пульсовой волны сердечного цикла, осуществляющейся притоком крови в микроциркуляторное русло со стороны артерий, является показателем, который изменяется в зависимости от состояния тонуса резистивных сосудов [13]. Очевидно, что при снижении сосудистого тонуса увеличивается объем притока артериальной крови в микроциркуляторное русло, модулированной пульсовой волной.

Все это свидетельствует о совокупности изменений центральных и локальных механизмов регуляции перфузии. Разделение контуров регуляции на две группы носит условный характер, поскольку местные механизмы реализуются при участии центральных, а управление системным кровообращением зависит от локальных регуляторных механизмов.

Для более глубокой оценки состояния механизмов регуляции перфузии у шахтеров производился вейвлет-анализ колебаний различных частот.

Нейрогенный тонус был ниже у шахтеров 3-й стажевой группы по сравнению с 1-й. Природа нейрогенного тонуса связана с активностью  $\alpha$ -адренорецепторов (в основном  $\alpha_1$ ) мембраны ключевых и отчасти сопряженных гладкомышечных клеток на артериальном участке шунта [13]. Снижение нейрогенного тонуса обеспечивается уменьшением активности симпатических влияний.

Миогенный тонус во всех исследуемых группах не имел статистически значимых различий между группами.

Показатель шунтирования был выше в 3-й стажевой группе по сравнению с 1-й. Показатель шунтирова-

ния вычисляется по формуле:  $ПШ = МТ/НТ$  [13]. Увеличение шунтирования крови происходит за счет снижения  $НТ$ .

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что функциональные изменения показателей микроциркуляции у горнорабочих проявляются уже со стажем подземных работ до 10-и лет, это объясняется развитием первой стадии адаптационного синдрома — стадии напряжения — в ответ на воздействие вредных условий подземной работы, тяжелого физического труда [3]. Механизмы, ведущие к сдвигам, имеют смешанное происхождение: центральное и локальное. Биологический смысл сдвигов заключается в создании более интенсивного нутритивного кровотока при повышенной физической нагрузке и вредных условиях производства. Отсутствие статистически значимых различий между 1-й и 2-й, 2-й и 3-й группами говорит о развитии стадии резистивности. Отличие показателей микроциркуляции между 1-й и 3-й группами шахтеров является следствием начальных проявлений дезадаптации и ухудшения микроциркуляции в целом за счет повышения тонуса прекапиллярных сфинктеров и перенаправления тока крови из капиллярного русла по артериоло-венулярным шунтам.

#### Литература

1. Цигельник М. И., Павлов А. Ф., Трубицин А. А. Профессиональная заболеваемость и травматизм в угольной промышленности Кузбасса. Медицина труда и пром. экология 2002; 10: 9–11.
2. Антоник И. П., Антоник В. И. Заболеваемость рабочих ведущих профессий железорудных шахт в связи с профессиональной адаптацией. Гигиена труда 1990; 26: 78–83.
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: МЕДГИЗ; 1960.
4. Куприянов В. В. Пути микроциркуляции. Кишинев: Картя Молдовеныяса; 1969.
5. Куприянов В. В., Караганов Я. Л., Козлов В. И. Функциональная морфология микроциркуляторного русла. М.: Медицина; 1975.
6. Чернух А. М. Современное состояние разработки проблем микроциркуляции. Вестн. АМН СССР 1968; 2: 8–16.
7. Шерстобитов А. В. Влияние профессиональной легочной патологии на течение ожогового шока у шахтеров. Мат-лы конф. «Современные проблемы интенсивной терапии при травматических повреждениях и заболеваниях у шахтеров». Новокузнецк; 2002. 55–58.

## Заключение

У шахтеров с увеличением стажа подземных работ происходит ухудшение микроциркуляции. Выявленные изменения сопоставимы со стадиями общего адаптационного синдрома. Стадия напряжения, развивающаяся у шахтеров со стажем работы от одного года до 9-и лет, характеризуется снижением периферического сопротивления, снижением ответа рестриктивного звена микроциркуляции на центральные и локальные механизмы модуляции тканевого кровотока. При активизации различных компенсаторных механизмов у шахтеров, работающих во вредных условиях от 10-и до 19-и лет, наступает резистивная стадия адаптационного синдрома. При стаже работы 20 и более лет, с истощением компенсаторных систем, появляются признаки дезадаптации, характеризующиеся увеличением периферического сопротивления и нарастанием шунтирования кровотока.

Имеющийся преморбидный фон может оказывать отрицательное влияние на течение критических состояний, обусловленных тяжелыми травматическими повреждениями и заболеваниями. Поэтому при развитии критических состояний шахтеров необходимо учитывать их подземный стаж работы.

8. Мороз В. В., Чурляев Ю. А., Киселёв В. Н. и соавт. Особенности газообмена и механических свойств легких у шахтеров с дыхательной недостаточностью при тяжелой сочетанной травме. Вестн. Кузбасского научного центра «Актуальные вопросы здравоохранения». Кемерово. 2008; 6: 274–278.
9. Мороз В. В., Чурляев Ю. А., Шерстобитов А. В. и соавт. Функциональное состояние центральной гемодинамики у шахтеров при термотравме. Общая реаниматология 2008; IV (4): 5–8.
10. Козлов В. И., Мач Э. С., Литвин Ф. Б., Терман О. А. Метод лазерной доплеровской флоуметрии. Пособие для врачей. М.; 2001.
11. Глац С. Биомедицинская статистика. М.: Практика; 2005.
12. Залмаев Б. Е., Соболева Т. М. Методологические аспекты изучения микроциркуляторного русла крови у спортсменов. Мат-лы XX Всесоюз. конф. по спортивной медицине. М.; 1994. 1–16.
13. Крутаткина А. И., Сидорова В. В. (ред.). Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей. М.; 2005.
14. Вартамян А. Р., Кондратин Г. В., Будаев А. В. и соавт. Функциональные изменения гемодинамики у шахтеров. Общая реаниматология 2006; II (1): 29–31.

Поступила 15.01.10