

**ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНОЙ РЕАКТИВНОСТИ В  
ДИАГНОСТИКЕ НАРУШЕНИЙ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ У РАБОЧИХ  
«ШУМОВЫХ» ПРОФЕССИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА**

*Эльмира Радиковна Шайхлисламова<sup>1</sup>, Ильмира Рифовна Газизова<sup>2</sup>,  
Григорий Николаевич Аверцев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»  
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,  
450106, г. Уфа, ул. Ст. Кувыкина, 94, <sup>2</sup>ГОУ ВПО Башкирский государственный медицинский  
университет, 450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3, e-mail: [ilmira\\_ufa@rambler.ru](mailto:ilmira_ufa@rambler.ru)

Реферат. Представлены результаты изучения цереброваскулярной реактивности методом доплерографии у 70 горнорабочих, подвергавшихся воздействию вредных факторов трудового процесса и производственной среды. Выявлены снижение параметров гемодинамического резерва при функциональных пробах (с гипо- и гипервентиляцией) и истощение ауторегуляторных механизмов церебральной гемодинамики у работников с увеличением стажа работы. Установлена важная роль доплерографических исследований сосудистой реактивности в диагностике ранних признаков нарушений мозгового кровообращения у рабочих «шумовых» профессий горно-обогатительного комбината.

Ключевые слова: доплерография, цереброваскулярная реактивность, рабочие «шумовых» профессий, горно-обогатительный комбинат.

ТАУ-РУДА БАЕТУ КОМБИНАТЛАРЫНДА ЭШЛ•УЧЕ  
«ШАУЛЫ» •ӨН•Р ИЯЛ•РЕНЕ• БАШ МИЕНД•ГЕ КАН  
•ЙЛ•НЕШЕ БОЗЫЛУ ДИАГНОСТИКАСЫНДА  
ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯР РЕАКТИВЛЫК КҮРС•ТКЕЧЛ•РЕ

Эльмира Радик кызы Шайхлисламова<sup>1</sup>, Ильмира  
Риф кызы Газизова<sup>2</sup>, Григорий Николаевич Аверцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уфа хезм•т медицинасы һ•м кеше экологиясе ф•нни-  
тикшерену институты, 450106, Уфа ш•һ•ре, Ст. Кувыкин  
урамы, 94, <sup>2</sup>Башкорт д•үл•т медицина университеты,  
450000, Уфа ш•һ•ре, Ленин урамы, 3,  
e-mail: [ilmira\\_ufa@rambler.ru](mailto:ilmira_ufa@rambler.ru)

Производство эшч•нлегене• һ•м хезм•т процессыны  
заралы факторы т•эсирен• эл•кк•н 70 эшчене• кан  
тамырларындагы цереброваскуляр реактивлыкны  
доплерография ысулы бел•н тикшерүне• н•ти•л•ре  
т•к•дям ител•. Эш стажлары арткан саен, эшчел•рд•  
гемодинамик резерв параметрлары түб•н•ю һ•м церебраль  
гемодинамикны• ауторегуляция механизмнары з•гыйфьл•нү  
күз•тел•. Тау-руда баету комбинатында эшл•үче «шаулы»  
һөн•р иял•рене• баш мил•ренд•ге кан •йл•неше бозылуны•  
башлангыч билгел•ре диагностикасында кан тамырлары  
реактивлыгын доплерография ысулы бел•н тикшерүне•  
•һ•мияте исбатлана.

Төп төшенч•л•р: доплерография, цереброваскуляр  
реактивлык, тау-руда баету комбинаты, «шаулы» һөн•р  
иял•ре.

IMPORTANCE OF CEREBROVASCULAR REACTIVITY  
INDICES IN DIAGNOSIS OF CEREBRAL BLOODFLOW  
LESIONS IN WORKERS OF "NOISY PROFESSIONS"  
OF MINING FACTORY

Elmira R. Shaikhislamova<sup>1</sup>, Ilmira R. Gazizova<sup>2</sup>,  
Grigory N. Avertsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ufimsky Research Institute of Health and Ecology Institute of  
the Federal Service for supervision of consumers' rights and  
human welfare, 450106, Ufa, St.Kuvikin Street, 94,  
<sup>2</sup> Bashkirsky state medical university, 450000, Ufa,  
Lenin Street, 3, e-mail: [ilmira\\_ufa@rambler.ru](mailto:ilmira_ufa@rambler.ru)

There were presented results of studying cerebrovascular reactivity of dopplerography in 70 workers of mining industry, who underwent influence of harmful factors of labor process and manufacturing environment. Reduction of hemodynamic reserve parameters at functional tests (with hypo-and hyperventilation) and exhaustion of auto regulation mechanisms of cerebral hemodynamics in workers with a longer working period were revealed. It was established an important role of dopplerographic studies of vascular reactivity in diagnosis of early manifestations of cerebral blood flow in workers of "noisy" professions of mining factory.

Key words: dopplerography, cerebrovascular reactivity, workers of "noisy" professions, mining factory.

Неспецифическое воздействие произ-  
водственного шума на организм человека  
приводит в большинстве случаев к нарушениям  
в нервной и сердечно-сосудистой системах  
организма [1, 4, 8]. Под влиянием акустических  
колебаний различной частоты, уровня,  
интенсивности и продолжительности могут  
развиваться изменения реактивности сосудов  
головного мозга, нарушения тонуса  
микроциркуляторного русла, лабильность  
сосудистой системы. Эти расстройства служат

причиной возникновения циркуляторной гипоксии, функциональных нарушений, нейроциркуляторной дистонии и др. [1, 4, 5, 6]. В свою очередь, данные изменения являются немаловажным звеном в патогенезе развития стойких нарушений мозгового кровообращения.

Актуальной проблемой остаётся раннее выявление функциональных нарушений церебральной гемодинамики у лиц, подверженных длительному воздействию производственного шума. В качестве интегрального и высокоинформативного показателя компенсаторных и адаптационных возможностей системы мозгового кровообращения в настоящее время используют коэффициенты цереброваскулярной реактивности (ЦВР), которые характеризуют способность сосудов головного мозга реагировать на изменяющиеся условия функционирования [7, 11]. Однако в доступной литературе практически отсутствуют сведения о состоянии мозгового кровообращения у рабочих, занятых добычей медно-цинковых руд. По мнению абсолютного большинства специалистов по охране труда, физические факторы являются наиболее санитарно опасными и вредными факторами производственной среды, в том числе в горно-обогатительной промышленности [4, 10, 8].

Целью нашего исследования являлось изучение состояния церебральной гемодинамики и показателей цереброваскулярной реактивности в диагностике нарушений мозгового кровообращения у рабочих «шумовых» профессий горно-обогатительного комбината.

Было обследовано 70 работников-мужчин горно-обогатительного комбината (ГОК) — проходчики, машинисты экскаваторов и погрузочно-доставочных машин, крепыльщики. Возраст рабочих составлял 21—57 лет, стаж работы — 1—32 года. По стажу работы обследованные были подразделены на группы: 1-я — от 1 до 10 лет, 2-я — от 11 до 20 лет и 3-я — свыше 20 лет. Группу контроля составили 30 здоровых лиц такого же возраста, не подвергавшиеся воздействию вредных факторов производственной среды и трудового процесса (далее К). Всем обследованным проводили ультразвуковую доплерографию (УЗДГ) на устройстве «Сonpanion» (США). Для исследования экстракраниальных артерий использовали датчик 4 МГц, работающий в непрерывно-волновом режиме, для транскраниальной доплерографии (ТКДГ) — датчик 2 МГц, работающий в

импульсном режиме. Регистрировали показатели средней линейной скорости кровотока (ЛСК), пульсационный индекс (PI) во внутренних сонных (ВСА), средне-, передне-, заднемозговых артериях (СМА, ПМА, ЗМА), основной артерии (ОА) и в экстра- и интракраниальных сегментах позвоночной артерии (ПА).

Цереброваскулярную реактивность (ЦВР) оценивали в бассейне СМА методом ТКДГ. О характере ЦВР у рабочих ГОК судили по результатам следующих нагрузочных проб: гипоксической (спонтанная гипервентиляция в течение 30 секунд), гиперкапнической (произвольная задержка дыхания на обычном вдохе), гипоперфузионной (кратковременная пальцевая компрессия ипсилатеральной общей сонной артерии — ОСА в течение 3-4 с). По результатам нагрузочных проб рассчитывали следующие показатели ЦВР, количественно отражающие амплитудные и скоростные характеристики реактивности метаболического и миогенного контуров системы регуляции мозгового кровообращения: коэффициент реактивности на гиперкапническую нагрузку ( $Kp^+$ ), коэффициент реактивности на гипоксическую нагрузку ( $Kp^-$ ), индекс вазомоторной реактивности (ИВМР) [3].

Для оценки резерва ауторегуляции нами применялся каротидный компрессионный тест с регистрацией ЛСК до, во время и после компрессии с расчетом коэффициента овершута (КО) [9] и скорости ауторегуляции (САР):  $САР = КО - 1 / T_v \times 100\%$ , где  $T_v$  — время восстановления кровотока после гипоперфузионной нагрузки.

Рассчитанные показатели ЦВР сравнивали с возрастными нормами и данными, полученными в контрольной группе. Кроме того, с целью определения компенсаторных возможностей нами проводилась оценка коллатерального кровообращения с выделением компенсированного, субкомпенсированного и декомпенсированного типа кровотока. Для сравнения кровотока в одноименных сосудах правой и левой сторон учитывали показатель асимметрии линейной скорости кровотока [2, 3]. Для статистической обработки использовали пакет анализа программы Microsoft Excel 2000.

Нами проводилась санитарно-гигиеническая оценка условий труда рабочих ГОК, показавшая, что работники исследуемых профессий (проходчики, машинисты экскаваторов и погрузочно-доставочных машин, крепыльщики)

Таблица 1

## Показатели состояния реактивности сосудов и коллатерального кровообращения у рабочих ГОК (M±m)

| Группы     | Кр <sup>-</sup> | Кр <sup>+</sup> | Время восстановления ЛСК, с | ИВР, %    | Асимметрия ЛСК, % |            |            |           |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------|-------------------|------------|------------|-----------|
|            |                 |                 |                             |           | по СМА            | по ПМА     | по ЗМА     | по ПА     |
| К (n=30)   | 0,35±0,03       | 1,38±0,15       | 31,5±1,7                    | 66,7±6,8  | 8,5±1,45          | 11,9±2,1   | 12,6±2,22  | 17,3±2,69 |
| 1-я (n=17) | 0,30±0,03       | 1,41±0,03       | 34,4±1,7                    | 67,8±3,05 | 10,3±2,21         | 11,8±3,0   | 16,7±1,58  | 26,0±2,6* |
| 2-я (n=28) | 0,24±0,03*      | 1,40±0,03       | 37,8±2,7*                   | 65,4±2,86 | 15,4±3,15*        | 26,9±4,37* | 18,5±3,21  | 29,9±2,7* |
| 3-я (n=25) | 0,22±0,02**     | 1,37±0,02       | 45,6±3,2**                  | 60,6±2,66 | 16,6±3,06*        | 21,2±3,73* | 23,4±4,65* | 28,4±2,8* |

\*\* p<0,001 по сравнению с К, \* p<0,05 по сравнению с К. То же в табл. 2.

Таблица 2

## Основные результаты компрессионного теста у рабочих ГОК (M±m)

| Группы     | ЛСК, см/с  | Р1          | КО          | Тв, с      | САР, %/с    |
|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| К (n=30)   | 58,7±1,9   | 0,71±0,02   | 1,3±0,04    | 4,8±0,3    | 6,05±0,24   |
| 1-я (n=17) | 55,6±2,1   | 0,75±0,02   | 1,21±0,02   | 3,64±0,29* | 5,39±0,89   |
| 2-я (n=28) | 49,0±1,5** | 0,8±0,02*   | 1,13±0,02** | 3,68±0,38* | 3,57±0,45** |
| 3-я (n=25) | 47,0±1,6** | 0,89±0,02** | 1,19±0,03*  | 6,29±0,44* | 2,97±0,33** |

подвергаются комплексному воздействию различных производственных факторов (шум, вибрация, физическое перенапряжение). Наиболее неблагоприятное воздействие оказывал производственный шум, который превышал предельно допустимые санитарные нормы. Суммарный эквивалентный уровень интенсивности шума за смену превышал ПДУ в среднем на 22—28 дБА.

У всех работников данных специальностей, подвергавшихся неблагоприятному воздействию производственного шума, исследовали состояние ЦВР при функциональных пробах. Гемодинамический резерв рабочих истощался с увеличением стажа работы (табл. 1). Так, при гипервентиляции наблюдалось значительное достоверное снижение реактивности сосудов у рабочих с трудовым стажем более 10 лет на 31,4% (p<0,05), а со стажем работы более 20 лет — на 37,1% (p<0,001) по сравнению с таковой в контрольной группе. Кроме того, в группе со стажем работы более 10 лет регистрировалось увеличение времени восстановления параметров ЛСК на 20% (p<0,05), а со стажем более 20 лет — на 44,8% по сравнению с контрольными значениями (p<0,001). С увеличением стажа работы в неблагоприятных условиях воздействия производственного шума наблюдались снижение коэффициента реактивности на гиперкапническую пробу и угнетение вазомоторной реактивности, причем самые низкие значения ИВМР зафиксированы в группе лиц со стажем более 20 лет.

Показатели асимметрии кровотока по СМА, ПМА и ЗМА у рабочих 1-й группы и в контроле

существенно не различались (табл. 1). Установлено достоверное повышение коэффициента асимметрии средней скорости кровотока по СМА, ПМА и ПА у рабочих 2-й группы и по всем обозначенным артериям в 3-й группе (p<0,05). Анализ показателей асимметрии кровотока по ПА показал достоверное повышение коэффициентов асимметрии ЛСК у рабочих с разным стажем работы, даже с малым — до 10 лет (p<0,05) по сравнению со значениями контрольной группы.

Результаты компрессионного теста у рабочих ГОК в зависимости от стажа работы приведены в табл. 2. В ходе исследования установлено, что компрессия ОСА приводила к снижению ЛСК у рабочих 1-й группы на 39,4%, 2-й — на 44,8%, 3-й — уже на 48,7% (абсолютные данные различимы с контрольными в группе со стажем работы более 10 и 20 лет; p<0,05), а посткомпрессионный подъем составлял у рабочих 1-й группы в среднем 20,9%, 2-й — 13,2%, 3-й — 19,9% по сравнению с исходным (до компрессии) уровнем. Нами выявлена зависимость угнетения показателей остаточной ЛСК по результатам компрессионного теста и возможностей коллатерального кровообращения от увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда (при анализе зависимости данных значений в группе со стажем 20 лет и больше получен  $r=-0,75$ ). С увеличением стажа работы в неблагоприятных условиях труда имело место снижение интенсивности реакции на острое изменение трансмурального давления, что проявлялось уменьшением значений КО у рабочих всех изученных специальностей: на 6,9% в 1-й группе,

на 13,1% — во 2-й ( $p < 0,001$ ) и на 8,5% в 3-й ( $p < 0,05$ ). Нами выявлено снижение КО (при нормальных исходных параметрах кровотока) в группе со стажем до 10 лет, что, по-видимому, связано с недостаточным гемодинамическим резервом уже при небольшом стаже работы. Темпы восстановления ЛСК после гипоперфузионной нагрузки у рабочих всех трех групп не превышали 7 секунд, а скоростные показатели реактивности (скорость ауторегуляции) снижались с увеличением стажа работы: во 2-й группе на 41,0% ( $p < 0,001$ ), в 3-й — на 50,9% ( $p < 0,001$ ) по сравнению с контролем (данные показатели характерны для состояний с истощенными ауторегуляторными механизмами церебральной гемодинамики). Также выявлена несостоятельность функционирования сосудов виллизиева круга, ограничивавшая возможности коллатерального кровообращения у рабочих со стажем до 10 лет в 52,9% случаев, а в группе со стажем более 20 лет — в 88% (по результатам компрессионных проб).

Для ранней диагностики нарушений мозгового кровообращения необходимо проведение доплерографических исследований показателей цереброваскулярной реактивности у рабочих «шумовых» профессий с целью разработки комплекса мер по профилактике и лечению данных изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, С.В. Акустические колебания и современность. Действие на организм и профилактика / С.В. Алексеев, Л.Н. Шкаринов, О.И. Янушанец // Вестн. АМН. — 1992. — №1. — С. 22—29.

2. Белкин, А.А. Транскраниальная доплерография в интенсивной терапии: методическое руководство для врачей / А.А. Белкин, А.М. Алашеев, С.Н. Инюшкин. — Петрозаводск: ИнтелТек, 2006. — 103с.

3. Гайдар, Б.В. Ультразвуковые методы исследования в диагностике поражения ветвей дуги аорты / Б.В. Гайдар, И.Н. Дуданов, В.Е. Парфенов, Д.В. Свистов. — Петрозаводск: ИнтелТек, 1994. — 313 с.

4. Измеров, Н.Ф. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль / Н.Ф. Измеров, Г.А. Суворов. — М.: Медицина, 2003. — 560 с.

5. Лекарь, П.Г. Актуальные вопросы влияния производственного шума на вегетативную нервную систему / Вибрация, шум и здоровье человека. — Л., 1988. — С. 98—102.

6. Нехорошев, А.С. Изучение механизма действия низкочастотных акустических колебаний // Медицина труда и пром. экология. — 1998. — № 5. — С. 26—30.

7. Никитин, Ю.М. Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний / Ю.М. Никитин, А.И. Труханов. — М.: Видар, 1998. — 432 с.

8. Свидовый, В.И. Сочетанное воздействие шума и инфразвука на организм, проблемы гигиенического нормирования и профилактики: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. — СПб, 1994. — 48 с.

9. Свистов, Д.В. Периоперационная транскраниальная доплерография при артериовенозных мальформациях головного мозга (клинико-инструментальные исследования): Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — СПб, 1993. — 22 с.

10. Таурова, Э.И. Влияние неблагоприятных производственных факторов на развитие и течение хронических неинфекционных заболеваний у рабочих подземных рудников: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — Уфа, 2007. — 26 с.

11. Reutern, G.M. Ultrasound diagnosis of cerebrovascular disease / G.M. Reutern, H.J. Budingen. — New York, 1993. — 397 p.

Поступила 16.07.08.

