

## **Адаптация к хроническому стрессу у горнорабочих калийных рудников на примере исследования толерантности к физической нагрузке**

*Белорусский государственный медицинский университет, 2-я кафедра внутренних болезней*

С целью изучения адаптации к хроническому стрессу сравнивалась толерантность к физической нагрузке, а также проводилась диагностика стресс-индуцированной ишемии миокарда в различных профессиональных группах мужчин трудоспособного возраста. Применялся метод дозированной физической нагрузки на тредмиле. Обследованы горнорабочие калийных рудников, наземные рабочие тяжелого физического труда и мужчины контрольной группы. В группе горнорабочих установлена наиболее высокая толерантность к физической нагрузке, реже проявлялась неадекватная гипертензивная реакция и ишемическое смещение сегмента ST во время проведения пробы. Высказывается предположение, что положительный (адаптивный) эффект хронической стресс-реакции более благоприятно реализуется в подземных условиях по сравнению с адаптацией к тяжелой физической нагрузке на поверхности.

**Ключевые слова:** горнорабочие, хронический стресс, толерантность к физической нагрузке, тяжелый физический труд, адаптация, подземные условия.

J.I.Radkevich

The process of adaptation to the miners' chronic stress at the potash mines according to the example of the research of tolerance to the physical labor

The tolerance to the physical labor was compared with the learning purpose of adaptation to the chronic stress, and the stress-induced myocardium ischemia diagnostics was used among the different professional groups of the able-bodied men. The method of the dosed physical labor on treadmill was used as well. The potash mines miners, terrestrial workers of the hard physical labor and the men of the control group were examined. The highest degree of tolerance to the physical labor was established in the group of the miners, inadequate hypertensive reaction and ischemic displacement ST segment was displayed very seldom while carrying out the test.

Key words: miners, chronic stress, tolerance to the physical labor, hard physical labor, adaptation, underground conditions.

Работа шахтера сочетает в себе тяжелую физическую нагрузку в условиях многофакторного неблагоприятного воздействия, а специфика подземного производства связана с хроническим эмоциональным стрессом. Известно также, что повторное воздействие стрессора приводит к развитию устойчивой «долговременной адаптации», характеризующейся высокой резистентностью к стрессору [9].

К настоящему времени адаптационная кардиопротекция является фактом установленным и достаточно изученным как в клинике, так и в эксперименте [1, 2, 4]. Доказано, что адаптация к мягким стрессорам приводит к накоплению в миокарде пяти изоформ белков теплового шока семейства HSP70 [6], которые усиливают структурную стабильность клеточных мембран к различным повреждающим факторам. Имеются клинические, эпидемиологические [10] и экспериментальные [11]

данные об увеличении коронарного кровотока в ответ на регулярные воздействия умеренной гипоксии и дозированной физической нагрузки. При сравнительной оценке разных видов адаптационной защиты миокарда при стрессе опытным путем на животных показано, что предварительная адаптация к мягкому стрессорному воздействию оказывает максимальное защитное от тяжелого стресса влияние на клетки сердечной мышцы при минимальном увеличении коронарного русла. Адаптация же к гипоксии, напротив, оказывает минимальное защитное влияние на миокард от стресса при максимальном увеличении его сосудистого ложа. Адаптация к физической нагрузке по указанным параметрам занимает промежуточное положение [3].

В литературе имеются существенные различия в оценке состояния гемодинамики и толерантности к физической нагрузке у шахтеров. По сообщениям [8] эти показатели в 86,1% соответствуют возрастным нормам даже в старших возрастных группах со стажем работ в подземных условиях более 15 лет. Другие работы [5, 9] выявили отклонения от нормальных значений даже у лиц молодого и среднего возраста. Приведенные исследования проводились у горнорабочих угольных шахт. Настоящее исследование посвящено изучению состояния гемодинамики и толерантности к физической нагрузке горнорабочих калийных рудников. Условия их работы отличаются более благоприятным температурным микроклиматом, зависящим от меньшей глубины шахт.

Учитывая разночтения в имеющихся немногочисленных литературных сообщениях по вопросу оценки толерантности к физической нагрузке, а также отсутствие объяснения возможных патофизиологических механизмов развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров мы считаем актуальным настоящее исследование.

#### Материал и методы исследования

С целью изучения адаптации к хроническому стрессу сравнивалась толерантность к физической нагрузке, а также проводилась диагностика стресс-индуцированной ишемии миокарда в различных профессиональных группах мужчин трудоспособного возраста. Использовался метод дозированной физической нагрузки на тредмиле. Для обследования приглашены мужчины 20-60 лет, считающие себя здоровыми. Все обследуемые разделены на 3 группы в зависимости от условий трудовой деятельности. Группу №1 составили 126 горнорабочих калийных рудников основных шахтных специальностей (машинисты горновыемочных машин (МГВМ), горнорабочие очистных забоев (ГРОЗ), крепыльщики, взрывники). Средний возраст шахтеров составил  $39,3 \pm 1,09$  лет со стажем работы в подземных условиях  $14,97 \pm 1,09$  лет. В качестве группы №2 (группа сравнения) обследованы 40 наземных рабочих аналогичного возрастного состава ( $39,65 \pm 2,46$  лет), занятые в наземном тяжелом физическом труде на обогатительных фабриках предприятия и солеотвалах и имеющие стаж работы  $14,95 \pm 2,09$  лет. Для группы контроля (№3) набраны 24 мужчин, занятых в различных сферах трудовой деятельности (инженерно-технические работники, рабочие среднетяжелого и легкого физического труда) в возрасте  $39,5 \pm 2,1$  лет со стажем работы  $13,92 \pm 2,59$  лет.

Тредмил-тест выполняли по модифицированному протоколу R. Bruce на стресс-системе Megacart (Siemens). Протокол был изменен ввиду предполагаемого отсутствия патологии у обследуемых и нагрузка начиналась при подъеме одного конца дорожки на 10%. Применялась непрерывная, ступенеобразно возрастающая

нагрузка, продолжительность каждой ступени три минуты. Во время пробы осуществлялись непрерывное мониторирование ЭКГ в 12 отведениях и ежеминутная регистрация ЭКГ на бумажную ленту. АД измерялось в конце 2-й минуты каждой ступени нагрузки по методу Короткова.

Физиологической реакцией на нагрузку считалось увеличение ЧСС, увеличение систолического АД (у молодых людей систолическое давление не выше 200 мм рт. ст.) при одновременном снижении или гемодинамически незначимом повышении диастолического АД, физиологическом изменении ЭКГ, появлении одышки, утомляемости, ощущении жара, потливости и т. д. При неадекватном повышении АД реакция на нагрузку расценивалась как гипертензивная. Ишемическим типом ответа на физическую нагрузку считалось возникновение приступа типичных ангинозных болей в процессе проведения пробы, появление на ЭКГ горизонтальной или косонисходящей депрессии либо подъема сегмента ST на 1 мм в точке ишемии (i), отстоящей на 0,08 с (0,06 с при тахикардии) от точки J, сохраняющейся более 1 минуты, достоверное снижение систолического АД в процессе нарастающей нагрузки (более чем на 10 мм рт.ст.), появление серьезных желудочковых аритмий или выраженных расстройств проводимости. В случае прекращения пробы из-за боли в икроножных мышцах, одышки, общей усталости, неадекватного повышения АД (выше 230/130 мм рт.ст.), других причин проба считалась «неполной». В остальных случаях пробу продолжали до достижения намеченной субмаксимальной ЧСС (85% от максимальной возрастной ЧСС).

Математическая обработка данных проводилась на персональной ЭВМ с использованием статистического пакета Excel. Данные представлены в виде средних арифметических значений и ошибки среднего ( $M \pm m$ ). Достоверность различий рассчитана по критерию t Стьюдента.

#### Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что 95,2% горнорабочих, 80% мужчин группы сравнения и 79% мужчин контрольной группы достигли субмаксимальной по возрасту ЧСС при проведении теста с дозированной физической нагрузкой (таблица). Таким образом, лучшие показатели были установлены в группе шахтеров. Максимальная продолжительность выполнения нагрузки была выявлена в группе горнорабочих (в среднем окончание теста на 4-й ступени нагрузки) и минимальная – в группе сравнения (на 3-й ступени нагрузки). По этому показателю, а также по объему выполненной работы имеются достоверные различия между указанными группами, что говорит о более высокой толерантности к физической нагрузке в группе шахтеров.

Наиболее высокие цифры максимального систолического АД при нагрузке установлены в группе сравнения, максимальное диастолическое АД в большей степени повышалось в группе шахтеров, при этом достоверных различий между группами не отмечено. При исходном измерении АД артериальная гипертензия чаще встречалась в группе сравнения (50%) и реже в группе шахтеров (38,1%).

У 82,5% шахтеров установлен «отрицательный» результат пробы и наибольший в процентном выражении результат адекватной (физиологической) реакции на нагрузку среди других групп. Хуже среди всех обследуемых выглядела группа сравнения – 60% «отрицательных» проб и реже встречалась физиологическая реакция на нагрузку (50% против 60,3% в группе горнорабочих). Наибольшее количество «положительных» (ишемических) проб было установлено в группе контроля и наименьшее – в группе шахтеров. При этом в контрольной группе была выявлена достоверно более глубокая

депрессия сегмента ST по сравнению с группой шахтеров. У горнорабочих ишемические изменения сохранялись более продолжительное время (недостоверные различия) и в 87,5% имели характер безболевого депрессии сегмента ST, а в 12,5% случаев – депрессии сегмента ST в сочетании с нарушениями ритма.

Таблица  
Результаты тредмил-теста

Показатель	группа №1 (горнора- бочие), n=126	группа №2 (сравне- ния) n=40	группа №3 (контроля), n=24
число лиц, достигших намеченной ЧСС	120 (95,2%)	62 (80%)	19 (79%)
продолжительность пробы, с	652,1±15,3*	526,8±32,4	620,8±27,5
объем выполненной работы, MET	12,5±0,2**	11,0±0,5	11,97±0,3
максимальная ЧСС, уд./мин	161,0±0,8	158,1±2,7	161,0±1,6
максимальные систолические АД, мм рт ст	190,6±1,8	194,2±4,2	192,5±4,09
максимальные диастолические АД, мм рт ст	101,1±1,3	99,0±2,8	100,8±3,01
характер тредмил-теста:			
"положительные"	16 (12,7%)	8 (20%)	5 (21%)
"отрицательные"	104 (82,5%)	24 (60%)	19 (79%)
"неполные"	6 (4,8%)	8 (20%)	0
физиологическая реакция на нагрузку	76 (60,3%)	20 (50%)	14 (58,3%)
гипертензивная реакция на нагрузку	50 (39,7%)	20 (50%)	10 (41,7%)
исходная артериальная гипертензия	48 (38,1%)	20 (50%)	10 (41,7%)
структура "ишемических" проб:			
ангинозные боли	0	0	0
ангинозные боли в сочетании с изменениями сегмента ST	0	2(25%)	2(40%)
безболевого депрессии сегмента ST	14(87,5%)	6(75%)	3(60%)
нарушения сердечного ритма в сочетании с депрессией сегмента ST	2(12,5%)	0	0
величина депрессии сегмента ST, мм	1,51±0,08*	1,45±0,37	1,88±0,38
продолжительность депрессии сегмента ST, с P	116,0±24,4	94,3±20,7	78,0±7,0

Примечание: \* – достоверность различий показателей в группе горнорабочих и группе сравнения, \* p<0,05, \*\* p<0,001; • – достоверность различий показателей в группе горнорабочих и группе контроля, p<0,05.

Выводы.

Оценивая полученные данные, можно сделать вывод, что наиболее высокая толерантность к физической нагрузке установлена в группе шахтеров. По объему выполненной работы и продолжительности нагрузки в этой группе имеются достоверные различия при сравнении с группой наземных рабочих.

У шахтеров наиболее часто среди всех исследуемых групп встречалась физиологическая реакция АД на нагрузку, реже проявлялась неадекватная гипертензивная реакция и ишемическое смещение сегмента ST во время проведения пробы. Депрессия сегмента ST была достоверно менее выражена по сравнению с контрольной группой, но носила преимущественно характер безболевого ишемии.

В группе рабочих тяжелого физического труда на поверхности нет достоверных различий при сравнении с контрольной группой по перечисленным выше показателям. Но в этой группе наиболее низкая толерантность к физической нагрузке, чаще встречалась гипертензивная реакция, реже отмечен физиологический ответ АД среди всех исследуемых групп.

На основании проведенного исследования можно предполагать, что положительный (адаптивный) эффект хронической стресс-реакции более благоприятно реализуется в подземных условиях по сравнению с адаптацией к тяжелой физической нагрузке на поверхности.

### Литература

1. Алекперов Э.Э. Критерии назначения физических тренировок больным острым инфарктом миокарда с разной реакцией на нагрузочные пробы // Кардиология – 1998. – №11. – С. 13 – 17.
2. Алешин И.А., Тиньков А.И., Коц Я.И. Опыт лечения больных сердечно-сосудистыми заболеваниями методом адаптации к периодической барокамерной гипоксии // Тер. арх. – 1997. – №1. – С. 54 – 58.
3. Евсеева М.Е., Пшенникова М.Г. Сравнительная оценка разных видов адаптационной защиты миокарда при стрессе // Кардиология – 2002. – №4. – С. 51– 54.
4. Кузнецов В.И. Влияние адаптации к непрерывному стрессорному воздействию на сократительную и электрическую стабильность сердца // Кардиология – 1991. – №6. – С. 85 – 86.
5. Лихачева Е.И., Антропов А.Г., Самохвалова Г.Н. Состояние сердечно-сосудистой системы у горнорабочих флюоритовых шахт // Современные проблемы профессиональной патологии: Респ. сб. науч. тр. / Моск. обл. н.-и. клинич. ин-т им. М. Ф. Владимирского. – М., 1989. – С. 180 – 181.
6. Меерсон Ф.З., Малышев И.Ю. Феномен адаптационной стабилизации структур. – М., 1993.
7. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Патофизиол. и эксперим. тер. – 2000. – №2. – С. 24.
8. Самохатко Е.В. Функциональные возможности сердечно-сосудистой системы горнорабочих виброопасных профессий // Автореф. дисс. ... канд. мед наук: 14.00.06/ Харьк. мед. ин-т. – Харьков, 1991. – С. 12.
9. Сеница А. Л. Клинико-инструментальная оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у горнорабочих с неспецифическими изменениями на электрокардиограмме: Автореф. дисс. ... канд. мед наук: 14.00.06/ Киев. НИИ кардиологии им. Н.Д. Стражеско. – Киев, 1991. – С. 14.
10. Bassler T.J. Marafon running and ummunity to aterosclerosis // Am N Y Acad Sci – 1980. – №95. – С. 807 – 813.
11. Sharma H.S., Wunsch M., Scott R.J. et al. Angiogenic growth factors possibly involved in coronary collateral growth // J Mol Cell Cardiol – 1991. – №23. – С. 19.