



One of the methodical approaches to determination of effort index of foundry workers, based on study of character and force of harmonic and immune systems binding, is examined.

С.А. ХОРЕВА, А.М. ЛАЗАРЕНКОВ, В.А. КАЛИНИЧЕНКО, БНТУ

УДК 621.74:628.517

РАЗЛИЧИЯ В ВАРИАНТАХ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ К УСЛОВИЯМ ТРУДА РАБОТНИКОВ РАЗНЫХ УЧАСТКОВ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

При проведении комплексного исследования по изучению индивидуальных особенностей реактивности организма на примере раздражителей физиологического и субэкстремального диапазона в качестве тестовых нагрузок изучены физические нагрузки и гипоксия. Экспериментальные данные показывают, что вариабельность гормонального ответа в условиях срочного развертывания во времени процесса адаптации при действии физической нагрузки во многом определяется исходным функциональным состоянием организма. Кроме того, одним из объективных критериев оценки активности нейрогуморальных регуляторных процессов при хронических воздействиях факторов окружающей среды является состояние межсистемных связей компонентов эндокринной системы с показателями иммунной системы. Такой подход к изучению механизмов регуляции биохимических процессов для разработки методов предупреждения нарушений обмена веществ является принципиально важным, поскольку гетерогенность популяций порождает множество вариантов нейрогуморального регулирования висцеральных функций в условиях хронического действия факторов среды [1–4, 7].

В настоящее время в современной науке только формируется представление о механизмах перестроек в системе нейрогормонально-иммунных связей организма при длительном действии факторов окружающей среды. К тому же изменения среды существования человека сейчас намного превышают присущий эволюции темп досоциальной жизни, а комплексный характер воздействия факторов окружающей среды приводит к тому, что у большинства людей, в конечном счете, наблюдаются хронические патологические процессы. Одним из основных факторов, определяющих состо-

яние здоровья человека, является состояние регуляторной системы организма, поскольку именно нейрогуморальные регуляторные механизмы обеспечивают уравнивание приспособительных функций организма по отношению к факторам окружающей среды.

Большая часть наших экспериментальных работ выполнена с использованием дозированной физической работы, являющейся эволюционно наиболее адекватным раздражителем физиологических систем, а сама физическая работа – это постоянный, закрепленный естественным отбором компонент приспособительных поведенческих актов. Возможность использования физической нагрузки как адекватного раздражителя для системы иммунитета не вызывает сомнений, так как тканевая гипоксия при физической нагрузке представляет собой мощный фактор воздействия на кислородзависимые фагоцитирующие клетки различного типа. Системный характер реакции факторов иммунитета и гормонов на физиологические раздражители позволяет прийти к заключению о наличии у этих реакций индивидуальных вариантов и о связи последних с исходным уровнем показателей.

Проблемы функциональной устойчивости индивида в условиях хронического действия множества факторов окружающей среды изучаются очень широко. Однако, как правило, комбинированное действие применяемых раздражителей, сила которых не выходит за пределы физиологического диапазона, не вызывает на уровне усредненных цифр функциональных изменений. Гораздо сложнее представляется ситуация при анализе структуры внутри- и межсистемных связей систем регуляции висцеральных функций при тестовых нагрузках. Однако таких исследований по изуче-

нию индивидуальных вариантов происходящих изменений – единицы. Сложность анализа на уровне индивида заключается в том, что при хроническом действии комплекса факторов окружающей среды либо формируется состояние повышенной неспецифической резистентности, либо, наоборот, происходит истощение функциональных резервов организма, а в итоге, срыв адаптационных процессов. Индивидуальный вариант межсистемных взаимосвязей тесно связан с исходным уровнем гормонов адаптации и некоторыми показателями системы иммунитета. Эти индивидуальные особенности хорошо проявляются при хроническом перенапряжении функций.

Нормирование загрязнений воздушной среды в условиях производства, принципы рационализации труда основаны на концепции предельно допустимых концентрациях – предельно допустимых уровнях. Нормирование химических и физических факторов чаще всего происходит по отдельным воздействиям и не учитывается их совместное действие на организм человека. Поэтому концепция национальной стратегии развития Республики Беларусь предусматривает развитие нового системного подхода к оценке и прогнозу опасности сочетанного воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения. В условиях литейного производства количество нозологических форм заболеваний (неврит слухового органа, силикоз, пылевой бронхит, виброблезнь, кожные болезни) обычно превышает примерно в 1,4 раза средние заводские показатели по случаям общей заболеваемости [5]. Поэтому целесообразно оценить возможности и перспективы нормирования в условиях одного из опасных производств, каким является литейное производство, где организм испытывает множество производственных факторов воздействия.

На основании полученных ранее данных по особенностям воздействия факторов производственной среды на рабочих местах создана программа по оценке и сравнению условий труда различных литейных цехов на основании показателя – индекса загрязнения, представляющего собой сумму отношений значений факторов производственной среды на рабочих местах к их допустимым величинам [6]. Коэффициент загрязнения $K_{ЗАГР}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{ЗАГР} = \frac{1}{tp} \sum_{S=1}^l \sum_{y=1}^p \sum_{i=1}^n \frac{C_{\Phi i}}{C_{Hi}} K_{\Pi i} K_{\tau i},$$

где $K_{\Pi i}$ – поправочный коэффициент влияния i -го фактора производственной среды на работающих; $K_{\tau i}$ – коэффициент, учитывающий время воздей-

ствия i -го фактора на работающих, в долях рабочей смены; $C_{\Phi i}$ – фактическое значение i -го фактора производственной среды; C_{Hi} – нормативное значение i -го фактора производственной среды; n – количество факторов на i -м рабочем месте; p – количество рабочих мест на y -м участке цеха; t – количество участков в S -м литейном цехе.

Были установлены четыре класса литейных цехов по условиям труда, которые определяются исходя из приведенных ниже значений индекса загрязнения:

- 1-й класс – литейные цеха с благоприятными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения параметров не превышают нормативных, т. е. $K_{ЗАГР} = 0$;
- 2-й класс – литейные цеха с удовлетворительными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения факторов незначительно превышают допустимые величины и при которых не отмечается значительных изменений в состоянии здоровья работающих (тепловые излучения в пределах 141–560 Вт/м², шум – превышение уровня звука до 5 дБ, вибрация – до 3 дБ, пыль – до 3 раз, вредные вещества – до 1,5 раз); значение индекса загрязнения $K_{ЗАГР} = 0,1 – 5,0$;
- 3-й класс – литейные цеха с неблагоприятными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения факторов превышают допустимые величины и при которых могут регистрироваться случаи профессиональных заболеваний (тепловые излучения – 561–1400 Вт/м², шум – до 15 дБ, вибрация – до 10 дБ, пыль – до 10 раз, вредные вещества – до 3 раз); значение индекса загрязнения $K_{ЗАГР} = 5,1–18$;
- 4-й класс – литейные цеха с весьма неблагоприятными условиями труда, на рабочих местах которых фактические значения факторов значительно превышают допустимые величины и при которых регистрируются случаи профессиональных заболеваний (тепловые излучения – более 1400 Вт/м², шум – превышение уровня звука более 15 дБА, вибрация – более 10 дБ, пыль – более 10 раз, вредные вещества – более 3 раз); значение индекса загрязнения $K_{ЗАГР} =$ более 18.

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшие значения $K_{ЗАГР}$ отмечаются на рабочих местах у обрубочно-очистного ($K_{ЗАГР} = 8-12$), выбивного ($K_{ЗАГР} = 8-14$) и плавильного оборудования ($K_{ЗАГР} = 5-9$). Значительные величины индекса загрязнения имеют место и на отдельных рабочих местах стержневого и формовочного оборудования ($K_{ЗАГР} = 3,5-3,7$ при использовании встряхивающих машин, пескометов, пневмотромбовок). Обращает внимание и высокий $K_{ЗАГР}$ при изготовлении стержней на смоляных связующих по нагреваемой оснастке (7,04) и тепловой сушке (3,64).

По отклонениям значений температуры на рабочих местах самые большие величины отклонений температуры воздуха наблюдаются в плавильном и заливочном участках. По содержанию пыли самым «грязным» является обрубочно-очистной участок. По оксидам углерода превышение (ПДК = 20 мг/м³) наблюдается в плавильном, заливочном, стержневом, формовочном, выбивном и термообрубном участках литейного цеха, по фенолу (ПДК = 0,3 мг/м³) – в заливочном, стержневом, смесеприготовительном участках, по формальдегиду (ПДК = 0,5 мг/м³) – в заливочном, стержневом, смесеприготовительном участках литейного цеха.

Далее нами проведено ранжирование факторов производства на разных рабочих местах, что дало возможность сопоставить значения коэффициента загрязнения с нашими данными по функциональным нагрузкам и позволило перейти к предварительным наблюдениям по определению функционального напряжения у работников разных специальностей литейного цеха.

В контрольной серии наблюдений участвовали 11 человек, в серии условно названной «гипоксия» – 13, в серии «гипертермия» – 11, в серии комбинированное действие «гипоксии, гипертермии и физической нагрузки» – 13 человек (табл. 1).

Таблица 1. Распределение участников наблюдений (n = 48 человек) по сериям в зависимости от профессии и коэффициента загрязнения участков цеха

Серия наблюдения	n	Название профессии	$K_{ЗАГР}$
Контроль	11	Работники административно-управленческого аппарата	0
Гипоксия	13	Стерженщик	3,5
Гипертермия	11	Плавильщик-заливщик	5-9
Гипоксия, гипертермия, физическая нагрузка, физические факторы	13	Обрубщик, выбивщик	8-14

Изучение структуры межсистемных связей показателей неспецифической резистентности и системы иммунитета с эндокринными показателями на фоне четырех вариантов производственной среды литейного цеха показало, что в условиях производства, не выходящих за пределы санитарно-гигиенических норм, количество достоверных корреляционных связей между показателями изучаемых систем минимально (табл. 2).

Таблица 2. Методики определения функционального состояния организма

Номер блока	Блок функционального состояния организма	Методика
I	Биохимический	Кортизол, тироксин (T_4), трийодтиронин (T_3), тиреотропный гормон (ТТГ), инсулин – радиоиммунологические методики
II	Определение факторов неспецифической резистентности	Активность макрофагов оценивалась по индексам Гамбургера (ИГ), Райта (ИР), по переваривающей активности нейтрофилов, суммарной поглотительной активности нейтрофилов; гуморальное звено неспецифической резистентности оценивалось по уровню лизоцима в слюне и сыворотке крови
III	Определение показателей клеточного и гуморального иммунитета	T- и B-лимфоциты
IV	Уровень адаптационного напряжения (ОАС)	Лейкограмма: 1) реакция тренировки (лимфоцитарно-сегментарный индекс 0,32-0,51); 2) зона спокойной активации (индекс 0,52-0,71); 3) зона повышенной активности (значения индекса выше 0,71); 4) стресс (индекс менее 0,32)

Установлено, что средний уровень показателей ($M \pm m$) гормональной и иммунной систем не позволяет оценить функциональное состояние организма в различных условиях производственного напряжения. Увеличение производственного напряжения ведет к усложнению корреляционных связей, что отражает включение в процесс нейрогуморального регулирования элемента напряжения. Изучение характера корреляционных связей между гормонами и некоторыми показателями системы иммунитета показало, что число достоверно более сильных корреляционных связей кортизола с показателями системы иммунитета увеличивается только в группе работающих при комбинированном действии гипоксии, гипертермии и физи-

ческих нагрузок. Предполагается в дальнейшем продолжить исследование по разработке индекса экологического напряжения с учетом условий производства (по коэффициенту загрязнения) и коэффициентов корреляционных связей эндокринной и иммунной систем.

Литература

1. Корнева Е. А., Шхинек Е. К., Гушин Г. В. Проблема нейрогуморальной регуляции иммунного гомеостаза // Физиология человека. 1984. Т. 10. № 2. С. 179-193.
2. Крыжановский Г. Н. Стресс и иммунитет // Вестн. АМН СССР. 1985. № 8. С. 3-12.
3. Крыжановский Г. Н. Патология регуляторных механизмов // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 1990. № 2. С. 3-8.
4. Лазарева Д. Н., Алехин Е. К. Стимуляторы иммунитета. М.: Медицина, 1985.
5. Лазаренков А. М., Пименова У. А. Комплексная оценка условий труда работающих в обрубочно-очистных отделениях литейных цехов // Литейное производство и металлургия. Новые технологии и материалы: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. Мн., 1999. С. 72-73.
6. Лазаренков А. М., Хорева С. А., Мельниченко В. В. и др. Оценка влияния условий труда на профессиональную заболеваемость литейщиков // Литейное производство. 2005. № 2 (34). С. 117-119.
7. Хорева С. А., Медведев М. А. Нейрогуморальная регуляция процессов срочной адаптации организма. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1993.