

## **Особенности обмена белков у рабочих химической промышленности**

*Белорусский государственный медицинский университет*

Для оценки влияния производственной среды на состояние здоровья работающих и эффективности применения лечебно-профилактического питания в условиях воздействия малых концентраций химических веществ были проведены биохимические исследования мочи с оценкой адекватности питания по белковому компоненту. Проведенные исследования позволили установить, что одной из главных причин нарушения гомеостаза является белковая недостаточность питания. В сочетании с гепатотоксическим эффектом капролактама и его производных белковый дефицит приводит к развитию недостаточности функций печени с нарушением процессов переаминирования и окисления аминокислот.

**Ключевые слова:** химическая промышленность, фактическое питание, статус питания, экскреция азотистых веществ, биохимическое исследование мочи

В целях оценки адекватности фактического питания и статуса питания по белковому компоненту, выявления ранних клинико-биохимических признаков, подтверждающих развитие хронической интоксикации при воздействии химического фактора (на примере производств капролактама и аммиака), определения характера нарушений, возникающих в организме работающих при воздействии комплекса факторов производственной среды, проведены биохимические исследования мочи по определению величины экскреции азотистых веществ.

### **Материал и методы**

Состояние обмена белков исследовали с помощью биохимических методов у 53 человек. Группа наблюдения представлена рабочими цеха по производству капролактама и цеха Аммиак-4, которые были подобраны с учетом стажа, возраста и профессии (аппаратчики). Группу контроля составили лица, не имеющие непосредственного контакта с неблагоприятными факторами производственной среды (служащие заводоуправления) и не пользующиеся правом получения лечебно-профилактического питания.

Для оценки адекватности питания по белковому компоненту определяли уровень экскреции с мочой общего азота, мочевины, креатинина, свободного аминного азота, мочевой кислоты по общепринятым методикам. Определение общего азота мочи проводили модифицированным методом Кьельдаля. Для определения мочевины использовали диацетилмонооксимный метод. Свободный аминный азот в моче определяли по методу Г.А. Узбекова в модификации З.С. Чулковой. Определение содержания креатинина и мочевой кислоты в моче проводили спектрофотометрическим методом [1, 2, 4, 5, 6].

Для достоверного описания белковой обеспеченности организма использовали не только абсолютные величины экскреции с мочой азотосодержащих веществ, но и ряд относительных показателей: отношение азота креатинина к общему азоту и азоту мочевины; азота креатинина к аминному азоту [4, 5, 6], а также креатининовый коэффициент, представляющий собой отношение количества креатинина, выделенного с мочой за сутки, к массе тела и показатель белкового питания (ПБП –

это отношение величины экскреции азота мочевины к общему азоту мочи, выраженное в процентах).

Состояние окислительно-восстановительных процессов оценивали по величине вакат кислорода мочи (по Моделю) и окислительному коэффициенту, который определяли как частное от деления величины вакат кислорода за сутки на величину безбелкового азота мочи, выведенного за сутки. Обработка данных проводилась с использованием ПВМ, прикладной программы Statistica for Windows, о достоверности выявленных изменений со стороны изучаемых показателей судили по величине критерия Стьюдента.

#### Результаты и обсуждение

Величины суточной экскреции мочевины (табл. 1), характеризующей обезвреживающую функцию печени в отношении аммиака, свидетельствуют о достоверно большем ее количестве у рабочих на производствах капролактама и аммиака в сравнении с контрольной группой ( $p < 0,05$ ). Мочевина является малотоксичным продуктом, однако токсичны накапливающиеся с ней ионы калия, производные гуанидина, среднемолекулярные пептиды и некоторые другие соединения. Поэтому ее рассматривают в качестве маркера интоксикации [2, 3].

Таблица 1

Ренальная экскреция азотсодержащих продуктов у работающих ( $M \pm m$ )

Показатели, ед. измер.	Физиологическая норма	Производство капролактама	Производство аммиака	Контрольная группа
Мочевина, ммоль/литр	330,00–580,00	400,2±25,4*	400,8±25,7	330,1±26,7
Креатинин, ммоль/литр	4,40–17,60	12,60±0,75***	11,50±0,83	8,33±0,66
Креатининовый коэффициент, мг/кг	18,00–20,00	18,76±1,39*	17,56±1,61	14,48±1,54
Мочевая кислота, ммоль/сутки	1,50–4,50	0,44±0,03***	0,79±0,11••	2,38±0,37
Аминный азот, г/сутки	0,08–0,150	0,26±0,025***	0,19±0,050•	0,09±0,040
Общий азот, г/сутки	14,00–20,00	9,75±0,41***	11,60±0,66•	17,32±0,67
Показатель белкового питания	90,00–80,00%	74,10±2,60*	76,20±2,07*	82,90±2,07
<b>Азотистые индексы</b>				
Азот креатинина/азот мочевины	0,11	0,052±0,0043***	0,03±0,0031	0,12±0,00089
Азот креатинина/аминный азот	2,64	2,03±0,13*	1,97±0,12	2,44±0,14
Азот креатинина/общий азот	0,060	0,038±0,00290***	0,030±0,00240••	0,010±0,00067

Примечание: \* Оценка достоверности между производством капролактама и контрольной группой (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ); ? Оценка достоверности между производством аммиака и контрольной группой (?  $p < 0,05$ ; ??  $p < 0,01$ ; ???  $p < 0,001$ ); • Оценка достоверности между производством капролактама и производством аммиака (•  $p < 0,05$ ; ••  $p < 0,01$ ; •••  $p < 0,001$ ).

Количество общего азота в моче у работающих на производстве капролактама –  $9,75 \pm 0,41$  г/сутки, что меньше, чем у работающих на производстве аммиака –  $11,6 \pm 0,66$  г/сутки ( $p < 0,05$ ) и в контрольной группе –  $17,32 \pm 0,67$  г/сутки ( $p < 0,001$ ). Достоверно более высокие показатели общего азота среди работающих контрольной группы в сравнении с работающими на производстве капролактама ( $p < 0,001$ ) и аммиака ( $p < 0,001$ ) можно объяснить более адекватным питанием по белковому компоненту.

В ходе исследований обнаружено увеличение ренальной экскреции аминного азота у работающих на производстве капролактама –  $0,26 \pm 0,025$  г/сутки в сравнении с производством аммиака –  $0,19 \pm 0,05$  г/сутки ( $p < 0,05$ ,  $t = 2,0$ ) и контрольной группой –

0,09±0,04 г/сутки ( $p<0,001$ ), а также у рабочих производства аммиака в сравнении с контролем ( $p<0,05$ ) соответственно. Выявленная аминокислотурия свидетельствует о сниженной утилизации аминокислот, прежде всего печенью. Основной причиной данного явления может быть печеночная недостаточность, в основе которой лежит нарушение процессов переаминирования и окисления аминокислот при белковом дефиците, имеющем место у обследованных рабочих. Аминокислотурия, на фоне недостатка тиамина и рибофлавина, часто сопровождается нарушением всасывания аминокислот в кишечнике [1].

Мочевая кислота является продуктом обмена пуриновых оснований, входящих в состав сложных белков – нуклеопротеидов. Количество экскретируемой мочевой кислоты у работающих на производстве капролактама составило 0,44±0,03 ммоль/сутки, что ниже ( $p<0,01$ ), чем у работающих на производстве аммиака – 0,79±0,11 ммоль/сутки и в контрольной группе – 2,38±0,37 ммоль/сутки ( $p<0,001$ ). Более низкие значения данного показателя в сравнении с контрольной группой отмечены также среди работающих на производстве аммиака ( $p<0,001$ ). Причиной гипоурикурии может служить интоксикация, вызванная химическими веществами [2, 3].

Оценка биохимических параметров показала, что величины экскреции креатинина с мочой, а также значения креатининового коэффициента у работающих всех обследованных контингентов соответствует физиологической норме. Так, у работающих на производстве капролактама количество креатинина в моче составило 12,6±0,75 ммоль/литр, а креатининовый коэффициент – 18,76±1,39 мг/кг (физиологическая норма 18 – 20 мг/кг); на производстве аммиака – 11,5±0,83 ммоль/литр и 17,56±1,61 мг/кг соответственно, что с достоверностью ( $p<0,001$ ,  $p<0,01$ ) по содержанию креатинина и по креатининовому коэффициенту на производстве капролактама ( $p<0,05$ ) больше, чем в контрольной группе.

В качестве одного из интегральных показателей нами рассчитывался показатель белкового питания (ПБП). Величина ПБП у работающих на анализируемых производствах находится в пределах 74,1±2,6 – 76,2±2,07%, что соответствует недостаточному белковому питанию. В контрольной группе показатель белкового питания близок к оптимальному и адекватному – 82,9±2,07%.

Значения азотистых индексов, указанные в табл. 1, подтверждают неадекватное и несбалансированное белковое питание работающих. Величины, характеризующие отношение азота креатинина к азоту мочевины, у работающих на производстве капролактама – 0,052±0,0043 и аммиака – 0,03±0,0031, ниже, чем в контрольной группе ( $p<0,001$ ). Отношение азота креатинина к общему азоту ниже нормы у всех обследованных рабочих и колеблется от 0,01±0,00067 в контрольной группе до 0,03±0,0024 у работающих на производстве аммиака при рекомендуемом значении 0,06. Достоверно низкие ( $p<0,001$ ) показатели данного азотистого индекса у работающих контрольной группы связаны с более высокими количествами общего азота, выделяющегося с мочой. Отношение азота креатинина к аминному азоту также снижено ( $p<0,05$  и  $p<0,05$ ) в сравнении с контрольной группой и составляет 2,03±0,13 – у рабочих на производстве капролактама и 1,97±0,12 – у работающих на производстве аммиака.

Для выявления возможных нарушений окислительных процессов в организме работающих, подвергающихся воздействию химических нагрузок малой

интенсивности, исследовали влияние работы в данных условиях и фактического питания на степень накопления недоокисленных продуктов в организме.

Результаты по данному разделу исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели окислительно-восстановительных процессов в организме работающих (M±m)

Показатель	Физическая нагрузка	Производство капролактама	Производство аммиака	Контрольная группа
Вакат кислорода	Норматив	2,30	1,80	0,90
Время суток	5:00-13:00	17:00-19:45	17:00-19:37	12:00-14:11
Среднедневной коэффициент окисления	-	2,30	1,80	0,90

Примечание: \* Оценка достоверности между производством капролактама и контрольной группой (\*\*\*)  $p < 0,001$ ; ? Оценка достоверности между производством аммиака и контрольной группой (???)  $p < 0,001$ ;

Как видно из таблицы количество вакат кислорода у работающих на производстве капролактама и аммиака превышает верхнюю границу нормы в 1,4 и 1,3 раза соответственно. Коэффициент окисления указывает на преобладание недоокисленных продуктов азотистых веществ, причем этот процесс наиболее выражен у работающих на производстве капролактама, где величина показателя составила 2,3.

#### Выводы

1. Одной из главных причин нарушения гомеостаза является белковая недостаточность питания: выявлены достоверно более высокие показатели экскреции общего азота среди работающих контрольной группы в сравнении с работающими на производстве капролактама ( $p < 0,001$ ) и аммиака ( $p < 0,001$ ), величина ПБП у работающих на анализируемых производствах находится в пределах  $74,1 \pm 2,6 - 76,2 \pm 2,07\%$  и соответствует недостаточному белковому питанию.

2. Значения азотистых индексов подтверждают неадекватное и несбалансированное питание работающих по белковому компоненту. Величины, характеризующие отношение азота креатинина к азоту мочевины, у работающих на производстве капролактама ( $0,052 \pm 0,0043$ ) и аммиака ( $0,03 \pm 0,0031$ ) ниже, чем в

контрольной группе ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$ ). Отношение азота креатинина к общему азоту мочи ниже нормы у всех обследованных рабочих и колеблется от  $0,01 \pm 0,00067$  (в контрольной группе) до  $0,03 \pm 0,0024$  (у работающих на производстве аммиака) при рекомендуемом значении  $0,06$ . Азотистый индекс, отражающий отношение азота креатинина к аминному азоту, также снижен ( $p < 0,05$  и  $p < 0,05$ ) в сравнении с контрольной группой и составляет  $2,03 \pm 0,13$  у рабочих на производстве капролактама и  $1,97 \pm 0,12$  у работающих на производстве аммиака.

3. Выявленная гипоурикурия (снижение экскреции мочевой кислоты); увеличение количества экскретируемой мочевины является следствием интоксикации, вызванной воздействием химических веществ.

4. В сочетании с гепатотоксическим эффектом капролактама и его производных белковый дефицит приводит к развитию недостаточности функций печени с нарушением процессов переаминирования и окисления аминокислот (у работающих на производстве капролактама и аммиака ренальная экскреция аминного азота выше, чем в контроле в  $2,11 - 2,89$  раза,  $p < 0,05 - 0,001$ ), угнетению окислительно-восстановительных процессов в организме рабочих (количество вакат кислорода мочи у работающих на производстве капролактама и аммиака превышает верхнюю границу нормы соответственно в  $1,4$  и  $1,3$  раза,  $p < 0,05$ ).

1. Агакишев Д.Д., Керимов С.Г. Влияние производственных факторов на некоторые биохимические показатели у рабочих нефтехимической промышленности // Вестн. дерматол. и венерол. – 1991. – №3. – С. 45 – 46.

2. Колб В.Г., Камышников В.С. Клиническая биохимия. – Минск, 1976. – 311 с.

3. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. – Минск: Беларусь, 1982. – 366 с.

4. Критерии адекватного питания / Под ред. М.Н. Логаткина. – Л., 1984. – 86 с.

5. Кузьмина Л.П., Тарасова Л.А. Биохимический профиль организма: теоретические и практические аспекты изучения и оценки в медицине труда // Медицина труда и промышл. экология. – 2000. – №7. – С. 1 – 6.

6. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник/ Под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 365 с