

Социалистическое здравоохранение, социальная и профессиональная гигиена, профпатология.

Из Института гигиены труда и санитарии (директор проф. С. М. Шварц) и из Клиники профессиональных заболеваний Казанского института усовершенствования врачей им. В. И. Ленина (зав. доц. А. Я. Плещицер).

Изменения Mg и Ca в сыворотке крови у рабочих на производстве.

А. Я. Плещицер.

В нашей работе „Исследование магния в сыворотке крови и состоянии здоровья рабочих магниального цеха“¹⁾ мы приводили некоторые сравнительные данные определений Mg и Ca в сыворотке крови у представителей других профессий. В данной работе мы останавливаемся более подробно на полученных нами результатах исследований Mg и Ca в сыворотке у рабочих силосных камер завода силикатного кирпича и у рабочих непылевых профессий.

Мы также изучали, какое влияние оказывают температурные условия среды и физическая нагрузка в течение рабочей смены на содержание Mg и Ca в сыворотке крови.

Примененная нами методика определений Mg и Ca та же, что и в первой нашей работе. Анализы производились совместно с химиками-аналитиками С. А. Корчагиной и О. Р. Лисогурской.

Ca определялся по методу Kramer-Tisdal. Mg определялся по методике М. Н. Калинниковой, опубликованной в Biochemische Zeitschrift—220, с следующими изменениями, предложенными проф. А. М. Васильевым и О. Р. Лисогурской, а именно: разницу между NaOH и устроенным HCl умножают на 0,042292, а не на 0,03745, как это предлагает М. Н. Калинникова.

Ход реакции представляется в следующем виде: $2(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 + 46\text{NaOH} = 2(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_2 + 23\text{Na}_2\text{MoO}_4 + 22\text{H}_2\text{O}$.

Отсюда следует, что 46NaOH соответствует 2 гр. атомам фосфора или $1\text{NaOH} = \text{P}/23$, или $\text{Mg}/23 = \frac{24,32}{23} = 1,0573$. $1,0573 : 25 = 0,042292$.

Исследования Mg и Ca в сыворотке крови у рабочих силосных камер завода силикатного кирпича.

Рабочие силосных камер на этом заводе больше всего подвергаются действию смешанной минеральной пыли, которая имеет в своем составе в виде примесей Mg и Ca. Особенно много пыли появляется при открывании люков. Магнезиты в исходных материалах составляют около 10%.

¹⁾ А. Я. Плещицер и С. А. Корчагина. Сборник трудов Государственного института усовершенствования врачей им. В. И. Ленина в Казани, том IV, 1935 г.

При работе в этих камерах рабочие одевают респираторы. Несмотря на эти мероприятия, известное количество пыли попадает в организм при дыхании. Всего нами обследовано 32 рабочих силосных камер, у которых произведен 51 анализ Mg и Ca в сыворотке крови, включая и параллельные анализы.

Обследование состояния здоровых рабочих показало, что они практически здоровы.

Результаты исследований Mg: до $2,5 \text{ mg}^0/\text{o}$ Mg было обнаружено в 4 исследованиях, от $2,5$ до $3,5 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 21, от $3,5$ до $4,5 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 12, от $4,5$ до $5,5 \text{ mg}^0/\text{o}$ Mg было обнаружено в 14 исследованиях.

Амплитуда колебаний Mg в сыворотке крови дает следующие величины: $N=51$; minimum—maximum— $1,8 \text{ mg}^0/\text{o}$ — $5,6 \text{ mg}^0/\text{o}$; $M \pm m = 3,6 \pm 0,13$; $\sigma = 0,98$; $V = 24$.

Результаты исследований Ca: до $9 \text{ mg}^0/\text{o}$ Ca было обнаружено в 2 исследованиях, от 9 до $12 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 16, от 12 до $13 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 15, от 13 до $14 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 8, от 14 до $15 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 3, от 15 до $16 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 5, выше $16 \text{ mg}^0/\text{o}$ —в 1 исследовании.

Амплитуда колебаний Ca в сыворотке крови дает следующие величины: $N=50$; minimum—maximum— $7,50 \text{ mg}^0/\text{o}$ — $16,25 \text{ mg}^0/\text{o}$; $M \pm m = 13,14 \pm 0,21$; $\sigma = 1,5$; $V = 11,3$.

Коэффициент Mg/Ca: до 0,2 мы имеем у 7 рабочих, от 0,2 до 0,25—у 7, от 0,25 до 0,30—у 4, от 0,30 до 0,35—у 6, от 0,35 до 0,40—у 5, от 0,40 до 0,45—у 3 рабочих.

У рабочих силосных камер завода силикатного кирпича мы также имеем повышение Mg в сыворотке крови. В 26 исследованиях из 51 мы имеем Mg выше $3,5 \text{ mg}^0/\text{o}$. Максимальное количество Mg в сыворотке крови достигает $5,6 \text{ mg}^0/\text{o}$.

Эти увеличенные количества Mg в крови мы объясняем экзогенным поступлением с вдыхаемым воздухом, в котором Mg находится в виде примеси.

У этих же рабочих мы имеем в ряде случаев повышение Ca в сыворотке крови. В 32 исследованиях из 50 мы имеем Ca выше $12 \text{ mg}^0/\text{o}$. Максимальное количество Ca в крови достигало $16,25 \text{ mg}^0/\text{o}$. Эти увеличенные количества Ca в сыворотке мы также объясняем экзогенным поступлением с вдыхаемым воздухом, в котором Ca находится в виде примеси.

Исследования Mg и Ca в сыворотке крови у рабочих непылевых профессий.

Исследования Mg и Ca в сыворотке крови у рабочих непылевых профессий нами были произведены у 10 грузчиков холодильника мясокомбината, у 5 рабочих холодильника пивоваренного завода и у 5 рабочих стирального цеха валеной фабрики. Общее, что характеризует условия этого производства, это—большая физическая нагрузка рабочих в течение рабочей смены и отсутствие пыли.

Производственные условия вышеуказанных групп различные. Рабочие холодильников работают при температуре ниже 0° . В холодильниках пивоваренного завода температура держится на уровне $4-8^\circ$, при сравнительно большой относительной влажности. В холодильниках мясоком-

бината температура поддерживается постоянно на уровне 15—18°, при небольшой относительной влажности.

Рабочие стирального цеха работают в условиях прямо противоположных,—температура помещения +15°, +20° при большой относительной влажности.

Обследование состояния здоровья вышеуказанных групп рабочих показало, что все они здоровы и с работой хорошо справляются.

Результаты исследований Mg: до 2,5 mg^0/o Mg было обнаружено в 7 исследованиях, от 2,5 до 3,5 mg^0/o —в 8, от 3,5 до 4,5 mg^0/o —в 10 исследованиях.

Амплитуда колебаний Mg в сыворотке крови дает следующие величины: $N=25$; minimum—maximum—1,9—4,4 mg^0/o ; $M \pm m = 2,72 \pm 0,18$; $\sigma = 0,92$; $V = 33$.

Результаты исследований Ca: до 9 mg^0/o Ca было обнаружено в 3 исследованиях, от 9 до 12 mg^0/o —в 15, от 12 до 13 mg^0/o —в 2, от 13 до 14 mg^0/o —в 2, от 14 до 15 mg^0/o —в 3, выше 15 mg^0/o —в 3 исследованиях.

Амплитуда колебаний Ca в сыворотке крови дает следующие величины: $N=28$; minimum—maximum—5,49—17,6 mg^0/o ; $M \pm m = 12,0 \pm 0,35$; $\sigma = 1,87$; $V = 15,5$.

Коэффициент Mg/Ca: до 0,2 мы имеем в 7 исследованиях, от 0,2 до 0,25—в 4, от 0,25 до 0,30—в 4, от 0,30 до 0,35—в 5, от 0,35 до 0,40—в 3, от 0,40 до 0,45—в 1, от 0,45 до 0,50—в 1 исследовании.

У обследованных нами рабочих холодильных цехов мясокомбината и пивоваренного завода, а также у рабочих стирального цеха валеной фабрики мы получили величины Mg и Ca в сыворотке крови в пределах обычно принимаемых величин у здоровых людей. Так, для Mg мы имеем среднюю $M = 2,72 mg^0/o$; для Ca мы имеем среднюю $M = 12,0 mg^0/o$.

На основании полученных результатов мы можем высказать предположение, что у рабочих, не имеющих дела с магниевой и кальциевой пылью, нет условий для постоянного увеличения количества этих электролитов в крови.

Изменения Mg и Ca в сыворотке крови под влиянием температурных условий среды и теплового фактора.

Представление о сдвигах Mg и Ca в сыворотке крови у рабочих под влиянием температурных условий среды и теплового фактора мы можем получить путем сопоставления результатов исследований, произведенных:

а) у муфельщиков, подвергающихся действию мощной лучистой энергии и действию магниевой пыли;

б) у рабочих-прессовщиков и белой варки, подвергающихся действию только магниевой пыли, вне воздействия теплового фактора, и

в) у рабочих холодильных цехов мясокомбината и пивоваренного завода, работающих при температуре ниже 0°.

Среднее для Mg мы получили: у муфельщиков—3,7 mg^0/o , у прессовщиков и варщиков 4,3 mg^0/o , у рабочих холодильных цехов—2,7 mg^0/o .

Средние величины для Ca в этих группах одинаковы и равняются 13 mg^0/o .

Сопоставляя полученные результаты, мы видим, что работа, связанная с действием лучистой энергии, не дает повышений Mg и Ca в сыворотке крови, в сравнении с группами рабочих, не подвергающихся действию лучистой энергии.

В виду того, что в производственных условиях мы имеем ряд факторов, могущих оказать влияние на сдвиги Mg и Ca в сыворотке крови, выявилась необходимость экспериментального изучения влияния лучистой энергии на сдвиги этих электролитов у животных в лабораторной обстановке.

Нами были поставлены следующие эксперименты в лаборатории Института гигиены труда.

Кролики до начала облучения выдерживались на определенном пищевом рационе в течение 7—10 дней. В это время у них три раза бралась кровь из ушной вены для определения Mg и Ca в сыворотке. За 2—3 дня до начала облучения кролики коротко выстригались.

Облучение производилось следующим образом.

Кролик помещался в специальной клетке и подвергался с одной стороны действию лучистой энергии—от рефлектора на расстоянии 70—80 см. Мощность потока лучистой энергии измерялась актинометром Калитина и составляла обычно от 1 до 2 калорий. Температура тела кролика измерялась *per rectum* до и после облучения. Кролики подвергались облучению ежедневно в течение одного часа. Наблюдение велось 30 дней. Через каждые 5 дней у кроликов до и после облучения бралась кровь из ушной вены для исследования Mg и Ca. Пищевой рацион подопытных животных за весь период наблюдения был одинаковый.

Результаты исследований крови и условия опыта в день взятия крови даем в таблице.

Данные колебаний температуры тела кролика и колебаний мощности потока лучистой энергии в остальные дни облучения опускаем, так как они мало отличаются друг от друга.

Данные, полученные при экспериментальном облучении, показывают, что за период однократного облучения в течение часа в ряде случаев получают сдвиги ионов Mg в пределах до 1,0 $mg\%$ в сторону увеличения, в ряде же случаев Mg сыворотки крови не изменяется. Температура тела кролика при облучении потоком лучистой радиации мощностью в 1,5—2,0 калорий повышается на 1,5—2°.

Кроме того, в опытах № 1 и № 2 мы получили после 2-недельного периода облучения общее повышение Mg в крови, которое держалось все время в течение последующего периода облучений.

Приведенные нами единичные факты сдвигов Mg, которые мы наблюдали при экспериментальном облучении кроликов, не могут нам объяснить механизма регуляции этих сдвигов.

Тем более, они не могут быть использованы полностью для анализа тех сдвигов, которые мы наблюдали у рабочих, подвергающихся действию лучистой радиации в производственной обстановке.

Некоторое объяснение механизма обмена Mg и Ca при экспериментальном облучении находим в работах L. Pinkussen'a и Ch. Kroetz'a. Pinkussen в своих экспериментах на кроликах объяснял изменения Mg при облучении влиянием этого фактора на симпатикус (вначале повышается сахар).

Таблица.

Результаты исследований Mg и Ca в сыворотке крови у кроликов при экспериментальном их облучении в лабораторной обстановке.

№ по пор.	Вес кролика	Дата облуч. и исследования	Порядок исследования Mg и Ca в крови	Мощн. потока лучист. энергии	Температура тела:		Mg mg ^o / _o	Ca mg ^o / _o			
					до облучения	после облучения					
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	2500	17/XII 35	До нач. облучен.	2,2 кал.	38,3°	40,4°	3,18	15,0			
			До облуч.				3,37	15,2			
			После облуч.				3,18	14,8			
			До облуч.				3,18	15,2			
2	2000	23/XII "	До облуч.	2,2 кал.	39,1°	40,6°	3,0	15,0			
			После облуч.				3,0	11,4			
			До облуч.				2,70	11,6			
			После облуч.				4,80	15,0			
3	2200	29/XII "	До облуч.	2,0 кал.	38,5°	40,7°	4,70	15,4			
			После облуч.				4,70	15,4			
			До облучения				2,0 кал.	38,1°	39,7°	3,25	14,2
			До облуч.							3,25	14,8
После облуч.	3,18	14,0									
До облуч.	3,18	14,0									
4	2125	11/XII 35	До облуч.	2,0 кал.	38,4°	39,9°	3,18	13,8			
			После облуч.				3,37	15,2			
			До облуч.				3,25	15,0			
			После облуч.				3,47	13,8			
5	2360	23/XII "	До облуч.	2,2 кал.	38,1°	40,2°	3,0	12,0			
			После облуч.				2,73	12,6			
			До облуч.				4,75	15,0			
			После облуч.				4,34	12,0			
6	2340	9/II "	До начала облучения	1,7 кал.	38,2°	39,8°	2,47	14,2			
			До облуч.				2,2	14,0			
			После облуч.				2,0	13,2			
			До облуч.				2,9	14,2			
7	2480	15/II "	До облуч.	1,6 кал.	38,2°	39,6°	2,9	14,2			
			После облуч.				2,9	14,2			
			До облуч.				4,01	14,6			
			После облуч.				5,28	11,4			
8	2240	14/I 36	До облуч.	1,2 кал.	38,8°	39,5°	3,05	15,8			
			После облуч.				4,01	15,8			
			До облуч.				4,01	15,8			
			После облуч.				3,22	15,6			
9	2390	21/I "	До облуч.	1,65 кал.	38,5°	40,0°	3,9	15,8			
			После облуч.				3,22	16,6			
			До облуч.				3,22	16,6			
			После облуч.				3,93	16,6			
10	2550	29/I "	До начала облучения	1,7 кал.	38,2°	39,8°	2,02	13,2			
			До облуч.				2,05	13,6			
			После облуч.				4,34	10,3			
			До облуч.				2,9	13,8			
11	2530	9/II "	До облуч.	1,6 кал.	38,2°	40,2°	2,8	14,2			
			После облуч.				2,8	14,0			
			До облуч.				4,04	13,6			
			После облуч.				5,46	11,4			
12	2240	14/I 36	До облуч.	1,2 кал.	38,9°	39,7°	4,27	16,0			
			После облуч.				4,27	15,8			
			До облуч.				4,19	16,2			
			После облуч.				4,19	16,2			
13	2390	21/I "	До облуч.	1,7 кал.	38,6°	40,1°	4,6	16,4			
			После облуч.				4,6	16,4			
			До облуч.				4,25	16,8			
			После облуч.				4,60	16,6			
14	2530	9/II "	До облуч.	1,6 кал.	38,0°	39,8°	4,25	16,8			
			После облуч.				4,60	16,6			
			До облуч.				4,60	16,6			
			После облуч.				4,60	16,6			

Kroetz, подвергая себя ультрафиолетовому облучению, получил уменьшение выделения Mg мочей и калом и увеличение выделения Ca. Эти изменения он объясняет сдвигами кислотнощелочного равновесия, которые наблюдаются в организме при облучении.

Регуляция ионных сдвигов у здоровых людей в зависимости от температурных условий среды и от воздействия лучистой радиации в производственной обстановке, представляется сложным нейроэндокринным процессом. Но, помимо этих факторов, на количественные отношения ионов в крови и в частности Mg-ионов могут оказать влияние процессы усиленной теплоотдачи путем увеличения perspiratio insensibilis и увеличения легочного дыхания, в результате чего организм теряет определенные количества воды, и получается относительное увеличение концентрации ионов в крови. Это обеднение организма водой обследованные нами рабочие компенсируют потреблением большого количества питьевой воды, что в свою очередь может привести к выравниванию ионной концентрации крови до нормальных величин. Само же потребление большого количества воды может дать увеличенное поступление Mg-ионов.

Наши обследования, произведенные у рабочих магниезиального цеха, показывают, что влияние теплового фактора на повышение количества Mg в крови второстепенное, что увеличение Mg в крови обусловлено главным образом усиленным экзогенным поступлением магниезиальной пыли с вдыхаемым воздухом.

Результаты исследований Mg и Ca в сыворотке крови у рабочих до и после работы в течение одной рабочей смены.

Это исследование нами было организовано в целях выяснения вопроса, в какой мере рабочая нагрузка оказывает влияние на состояние количества Mg и Ca в сыворотке крови и как изменяются соотношения этих электролитов. Это исследование нами было произведено у пяти рабочих магниезиального цеха и у пяти рабочих стирального цеха, не соприкасающихся с пылью.

Анализ полученных результатов исследований Mg и Ca в сыворотке крови до и после рабочей смены у рабочих магниезиального цеха и у рабочих непылевых профессий показывает наличие сдвигов этих электролитов как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. В ряде случаев содержание этих электролитов не изменяется.

В отношении Mg наблюдаются сдвиги в пределах до 1 mg⁰/o, только в одном случае у рабочего магниезиального цеха был сдвиг в сторону увеличения до 2 mg⁰/o.

В отношении Ca наблюдаются сдвиги в пределах от 1 до 2 mg⁰/o; в одном случае у рабочего магниезиального цеха с большим содержанием Ca до работы—28,24 mg⁰/o, после работы имелось снижение до 22,81 mg⁰/o. Сопоставляя результаты, полученные у рабочих магниезиального цеха и у рабочих непылевых профессий, мы можем высказать предположение, что сама рабочая нагрузка может оказать влияние на изменение количеств электролитов Mg и Ca и их отношений друг к другу вне зависимости от пылевого фактора.

Действие Mg-солей на изолированное сердце кролика.

Это исследование нами было проведено в Фармакологической лаборатории Казанского медицинского института (заведующий проф. В. М. Соколов). Важно было выяснить, в какой мере обнаруженные нами увеличенные количества Mg в сыворотке крови у людей могут оказать влияние на сердце. В этих целях нами была поставлена серия опытов на изолированном сердце кроликов с применением концентраций $MgCl_2$ от 4 до 7 $mg\%$ в растворе Рингера, в течение 3-х минут.

Анализ полученных результатов показывает, что дозы в 5, 6 и 7 $mg\%$ оказывают определенное действие на сердце, изменяя амплитуду его сокращений, замедляя его ритм. Наиболее резкое угнетение деятельности сердца наступает при повторном пропускании $MgCl_2$ той же концентрации. Эффект действия $MgCl_2$ находится в зависимости от индивидуальных особенностей изолированного сердца.

Доза в 4 $mg\%$ не оказывала никакого угнетения на сердце.

Вполне понятно, что условия действия $MgCl_2$ на изолированное сердце кролика отличны от условий действия парентерального поступления Mg в организм человека. В целостном животном организме имеет значение не только концентрация соли, но и характер образующейся комплексной соли.

Поэтому вполне возможно, что у человека при концентрациях в 5, 6 и 7 $mg\%$ мы не будем иметь угнетения сердечной деятельности в том виде, в каком мы наблюдали на изолированное сердце кролика.

Все же наши опыты дают основание для заключения о необходимости учета влияния вышеуказанных концентраций $MgCl_2$ на сердце человека при парентеральном поступлении Mg в организм.

Выводы: 1 У рабочих силосных камер завода силикатного кирпича, которым приходится работать в условиях минеральной пыли с небольшой примесью магнезиальной пыли, также наблюдаются увеличения количества Mg в сыворотке крови, в среднем 3,6 $mg\%$, при минимуме 1,8 $mg\%$ и максимуме 5,6 $mg\%$.

2. У рабочих непылевых профессий количество Mg в сыворотке крови не выходит за пределы обычно принятых нормальных величин и равняется в среднем 2,7 $mg\%$, при минимуме 1,9 $mg\%$ и максимуме 4,4 $mg\%$.

3. Влияние теплового фактора на повышение количества Mg в сыворотке крови второстепенное, это увеличение Mg в сыворотке крови обусловлено главным образом усиленным экзогенным поступлением магнезиальной пыли с вдыхаемым воздухом.

4. Рабочая нагрузка в течение рабочей смены может оказать влияние на сдвиг Mg в сыворотке крови, но эти сдвиги не столь значительны и они не оказывают влияния на постоянное увеличение Mg в сыворотке крови.