



УДК 616.98:619.85

МРНТИ Т04-68

DOI 10.37238/2960-1371.2960-138X.2026.102(2).49

¹Дакиева К.Ж., ²Соспугаева Г.Е., ³Толубаева К.К., ⁴Тунгушбаева З.К.,
¹Гармашова С.А., ¹Калелова Г.Ж., ¹Дәукенова Б.С.

¹Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова,
Усть-Каменогорск, Казахстан

²Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилёва,
Астана, Казахстан

³Восточно-Казахстанский технический университет имени Д.Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан

⁴Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: KTolubaeva@edu.ektu.kz

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОЧИХ ОТКРЫТЫХ КАРЬЕРОВ

Аннотация. Широкое загрязнение различных объектов окружающей среды металлами, сопровождается ухудшением показателей здоровья населения, ростом общей и профессиональной заболеваемости. К числу наиболее распространённых загрязнителей, обладающих высокой токсичностью, относятся свинец, сурьма, ртуть, селен мышьяк, являющиеся индикаторными загрязнителями воздуха рабочей зоны на предприятиях горнорудной промышленности Восточного Казахстана.

Актуальность изучения показателей гемостаза обусловлена тем, что у горняков, занятых на открытых горных разработках, подобного рода исследования вообще не проводились, тогда как все основные технологические процессы добычи руд (буровзрывные работы, экскавация горной массы, её погрузка и транспортировка, обогащение) сопровождаются выделением комплекса химических веществ, наиболее вредными загрязнителями среди которых являются металлы. Необходимость в проведении данного рода исследований возрастает ещё и потому, что у рабочих горнорудной промышленности в патологический процесс чаще всего вовлекаются органы и системы, имеющие непосредственное отношение к регуляции гемостаза.

Учитывая вышесказанное, целью исследования явилось изучения влияния ряда производственных факторов на коагуляционную и антикоагуляционную систему крови у рабочих открытых карьеров в зависимости от стажа.

Нами выяснилось, что на основании коагулологического исследования у рабочих карьеров по стажу обнаружены изменения следующих показателей коагулограммы: укорочение времени рекальцификации, коаинового и силиконового времени, укорочение данных аутокоагуляционного теста, повышение концентрации фибриногена крови, положительная реакция фибриногена «В». Эти показатели подтверждают увеличение коагулирующего потенциала крови, что безусловно таит в себе опасность при определённых условиях способствовать тромбообразованию и развитию таких заболеваний как: тромбозов, тромбофлебитов, тромбоэмболий, инфарктов и инсультов.

Ключевые слова: Восточно-Казахстанский медно-химический комбинат, рабочие с различным стажем работы, показатели коагуляционной и антикоагуляционной системы крови.



Введение

Сам процесс свёртывания крови рассматривается как цепная реакция, в которой принимают участие факторы плазмы, тканей и кровяных пластинок. Большинство факторов активируется при контакте крови с инородной поверхностью. С момента активации факторов, а именно тромбопластических начинается образование тканевого и кровяного тромбопластинов. Липопротеинами повреждённых тканей активируется фактор VII, который активирует фактор X. Вместе с кальцием VII и X факторы способствуют образованию активного тромбопластина тканей. Под действием тканевого тромбопластина образуются минимальные количества тромбина, которые активируют V фактор и вместе с кальцием и глюкозой вызывают дегрануляцию тромбоцитов и освобождение тромбоцитарных факторов. Выделенный при дезинтеграции тромбопластин пластинок принимает участие в активации тромбопластина крови. Образование кровяного тромбопластина ускоряется четырьмя глобулиновыми факторами плазмы (IX, X, XI, XII).

Лизис фибриногена происходит тоже в несколько этапов. Вначале после отделения мелких фрагментов А, В, С формируется высокомолекулярная X- фракция. Затем она расщепляется на Д- и У фракции. В дальнейшем У фракция расщепляется на вторую Д- и дополнительную Е-фракцию. Д и Е фракции – это конечные продукты деградации фибриногена.

Нарушение гемостаза многопричинное и может быть результатом поломки процесса коагуляции на разных этапах сосудисто-тромбоцитарного или коагуляционного гемостаза. Одной из причин является профессиональная вредность химической этиологии.

В научной литературе работы по исследованию гемостаза при воздействии профессиональных вредностей встречаются очень редко. Например, исследовали функцию печени (протромбинообразовательную) после нагрузки викасолом у больных с хронической свинцовой интоксикацией [1], а также проводили исследование коагуляционной системы крови у больных хронической свинцовой интоксикацией, основным проявлением которой явилось наличие токсического гепатита. Были выявлены изменения следующих показателей в системе коагуляции крови [2]:

а) толерантность плазмы к гепарину понижен, а времени рекальцификации удлинён, то есть эти показатели указывают на пониженную активность коагуляции крови;

б) концентрация протромбина снижена (М-91%) и АС-глобулина (М-95%), а также незначительная тенденция к снижению содержания фибриногена, проконвертина (М- 98%).

Снижение концентрации АС-глобулина, некоторое снижение времени рекальцификации, понижение в крови протромбинового индекса наблюдали при обследовании 50 рабочих, работающих на производстве в контакте со свинцом (типографские наборщики) [3].

Главным вредным фактором рабочей среды, действующий на здоровье горняков, является полиметаллическая пыль, которая содержит большое количество токсических элементов. При исследовании химического состава витающей пыли в воздушной среде карьеров и обогатительной фабрики показало высокое содержание токсических веществ (свинца, селена, сурьмы, мышьяка) [4].

В научной литературе имеются сведения, о механизмах общетоксического действия этих химических веществ [5;6; 7; 8; 9], а особенности их действия на систему



гемостаза и её отдельных компонентов таких работ не много. Были установлены [10;11;12] изменения в свёртывающей системе крови рабочих при воздействии свинца и селена. Изучалась свёртывающая способность крови экспериментальных животных при воздействии селеном [13]. Такие исследования убеждают в необходимости проведения работ, характеризующих функциональное состояние отдельных звеньев всей системы гемостаза. Значительную актуальность в данном случае приобретает оценка состояния коагуляционной и антикоагуляционной системы крови при нагрузке всех факторов производственной среды и какие изменения происходят в системе коагуляции крови при раздельном и комбинированном воздействии металлами.

Проведены работы по изучению состояния коагуляционной системы крови у работников Кировобадского алюминиевого завода. Выявлены сдвиги в компонентах коагуляционной и антикоагуляционной системы крови, а именно время рекальцификации плазмы достоверно укорачивается, количество тромбоцитов в периферической крови уменьшается, протромбиновый индекс и содержание фибриногена тоже уменьшаются, удлинение толерантности плазмы к гепарину. Такая картина у обследованных указывает о некоторой повышенной готовности к свёртыванию, к тому же каких-либо серьёзных клинических изменений выявить не удалось. Обнаружена зависимость между стажем работы и изменениями показателей коагуляционной и антикоагуляционной системы крови: при больших стажах работы, эти сдвиги наиболее выражены [14].

Например, на электролизном производстве алюминия основным вредным фактором является фтор и его соединения. В основном, их вредное воздействие сказывается на печени и лёгких, т.е. это те органы, играющие главную роль в процессе гемокоагуляции. Значительные сдвиги выявлены в коагуляционной и антикоагуляционной системы крови электролизников и анодчиков Канакерского алюминиевого завода. У рабочих выявилось снижение протромбинового индекса и кальция в крови, толерантность плазмы к гепарину в пределах нормы во всех исследуемых группах. Выявлено, что у рабочих в контакте с фтористыми соединениями страдает функция печени, а именно протромбин образовательная и уменьшается содержание кальция в крови. Другие показатели гемокоагуляции находятся в пределах нормы. Стаж работы в условиях воздействия фторсоединений не влияет на состояние гемокоагуляции и периферической крови [15].

Обнаружены гипокоагуляционные сдвиги у рабочих, контактирующих с фторидами. Содержание фтора в крови превышало норму в два раза у рабочих завода химического машиностроения и Полтавского завода химмашин [16], у большинства наблюдаемых изменения в этой группе свидетельствует о гиперкоагуляции. Эти изменения являются реакцией организма на токсическое действие фтора, также отмечается нарушение липидного обмена [17]. Гиперкоагуляция является одним из важнейших факторов прогрессирования атеросклеротического процесса [18;19].

В научной литературе изучение влияния фтористых соединений на гемокоагуляцию очень противоречивые. Например, выявлено снижение коагулирующих свойств крови у рабочих, контактирующие с фторидами [20]. А работами других авторов изменения в коагуляции крови не обнаружено, а также длительность кровотечения под действием соединений фтора тоже не обнаружена [21;22;23], установили гиперкоагуляцию у экспериментальных животных, подверженных фтористой интоксикацией, а также снижение адгезивность и агрегацию тромбоцитов [24].



В экспериментальных исследованиях анализируя механизмы изменений коагуляции крови и фибринолиза при острой и хронической фтористой интоксикации обнаружено, что коагуляция крови усиливается, а фибринолиз угнетается. Изменения в коагуляции крови и фибринолизе объясняется изменениями плазменного, эритроцитарного и тканевых звеньев гемостаза. В этих исследованиях обнаружено, что время рекальцификации плазмы сокращалось, протромбин и толерантность плазмы к гепарину повышалось под воздействием фтора [25; 26].

И так, нами сделан анализ проведённых многочисленных исследований и выявлено, что различные профессиональные факторы могут приводить к изменениям со стороны коагуляционной и антикоагуляционной системы крови. Анализ влияния вредных производственных факторов на различные звенья коагуляционной системы крови может внести ясность в некоторые спорные вопросы современной коагулологии. Поэтому необходимо даже при отсутствии явных признаков интоксикации со стороны организма необходимо изучение системы коагуляции крови, в частности, состояния коагуляционной и антикоагуляционной системы.

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на базе поликлиники Восточно-Казахстанского медно-химического комбината, в условиях профосмотров рабочих трех карьеров (Шемонаихинского, Николаевского, Камышинского). Объектами исследования явились 100 рабочих трех карьеров комбината. В качестве контрольной группы служили 42 рабочих энергоцеха комбината и строительно-монтажного управления, работники профилактория комбината. Это рабочие следующих профессий: электрики, электромонтёры, слесари-ремонтники, штукатуры, маляры и каменщики, не подвергающиеся в процессе трудовой деятельности неблагоприятному влиянию специфических вредностей, имеющих на комбинате. В то же время данная группа рабочих адекватна опытным по энергозатратам и подбиралась с учётом единых климато-географических особенностей. При изучении системы гемокоагуляции крови нами обследованы рабочие с различным стажем работы: до 3-х лет (1 группа); 3–5 лет (2 группа); 5-10 лет (3 группа); 10 лет и выше (4 группа).

Методы исследования

Взятие крови и её стабилизация. Кровь брали из локтевой вены руки и давали свободно истекать в силиконизированную пробирку. Первые капли венозной крови удаляли ватным тампоном, так как они могут содержать тканевой тромбопластин. Стабилизация крови производилась 1,34% раствором щавелевокислого натрия в соответствии 1:9, поскольку в нитратной крови (плазме) лучше сохраняются лабильные факторы коагуляции и тромбоциты. О функциональном состоянии коагуляционной и антикоагуляционной системы крови судили по следующим показателям коагуляционного гемостаза: время рекальцификации плазмы по Бегерхофу (Кост, 1975), толерантность плазмы к гепарину по методу Коллера (Кост, 1975), протромбиновый индекс по Квику (Козловская, Николаев, 1984), концентрация фибриногена по Рутбергу (Козловская, Николаев, 1984), эталонный тест по Меньшикову (1986), фибриноген «В» по методу Каммайна и Дайонеса в модификации Балуды, Русаковой, Токаревой (Кост, 1975), подсчет количества тромбоцитов периферической крови по Фонио (Меньшиков, 1986), подсчет количества эритроцитов периферической крови фотометрическим методом (Меньшиков, 1986), тромботест по методу Фуевте и Ита в модификации Котовщиковой (Кост, 1975), каолиновое время по Баркагану и Балуды (Меньшиков, 1986), силиконовое время по Баркагану и Балуды



(Меньшиков, 1986), аутокоагуляционный тест по Беркарда и др. (Козловская, Николаев, 1984), тромбоэластография на отечественном приборе ГКГМ-1-0,3 (Любина и др., 1984).

Основные показатели тромбоэластографии цитратной плазмы человека:

- Ч - время реакции, отражающее протромбиновую активность;
- К – время образования сгустка (от начала выпадения первых нитей до формирования сгустка);
- Ма - величина максимального расхождения линий, характеризующих прочность и эластичность сгустка;
- Сi - индекс коагуляции, определяется по формуле $\frac{Ma}{\chi} + K$.

Использованные тесты дают возможность судить о состоянии коагуляционной и антикоагуляционной системы крови в различные фазы. Поскольку подробное описание всех использованных нами показателей коагулограммы нашло отражение в многочисленных инструкциях и руководствах (Кост, 1975; Козловская, Николаев, 1984; Меньшиков, 1986; Балуда и соавт., 1988), в нашей работе методика их проведения не описывается.

Полученный материал подвергся обработке методами вариационной статистики с вычислением среднеарифметической величины (M), средней ошибки среднеарифметической (m), среднеквадратического отклонения (G) каждого вариационного ряда. Коэффициент достоверности (P) оценивали по таблице значений критерии (T) по Стьюденту. Величина разности между двумя статистическими показателями считалась существенной при $P \leq 0,05$.

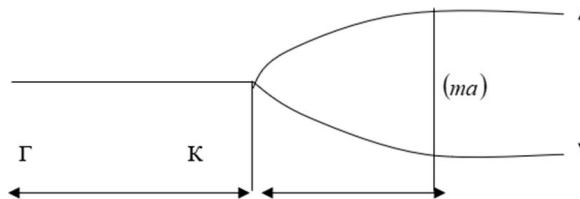


Рисунок 1 – Тромбоэластография в норме
Результаты исследований

На предприятиях по добыче и обогащению полиметаллических руд ведущим фактором загрязнения атмосферного воздуха являются соединения металлов (свинца, селена, мышьяка и сурьмы). Оценка общетоксического действия свинца, селена, сурьмы и мышьяка детально изучен и обобщён в многочисленных монографических трудах и руководствах, но механизм специфического действия этих металлов на коагуляционную и антикоагуляционную системы крови остаются неизученными.

Рабочие карьеров Восточно-Казахстанского медно-химического комбината (ВКМХК), имеют производственный контакт с комплексом токсических веществ (селеном, свинцом, сурьмой и мышьяком).

Анализ функционального состояния коагуляционной и антикоагуляционной системы крови проводилась по стажу работы рабочих ВКМХК.

Выявлено, что содержание фибриногена достоверно повышено у рабочих со стажем работы до 3-х лет (1 группа), 3-5 лет (2 группа), 5-10 лет (3 группа), 10 и больше лет (4 группа), у них же выявлено достоверное укорочение времени рекальцификации цитратной плазмы. У рабочих 1 группы время рекальцификации составило 61,5%; 2 группы - 69,2%; 3 группы - 69,2%; 4 группы - 80,7%. Время рекальцификации во всех



стажевых контрольных группах достоверных различий не даёт, среднее время рекальцификации составило $2,6 \pm 0,1$.

Добавление каолина в цитратную плазму при определении каолинового времени усиливает и стандартизирует в крови фазу контакта, он особенно чувствителен к плазменным факторам и антикоагулянтам. Нами выявлено, что у рабочих 1, 2 и 4 групп происходит достоверное укорочение каолинового времени. Укорочение силиконового времени у рабочих 1 группы на 5,5%; 2 группы - на 37,3%; 3 группы - на 32,8%; 4 группы - на 29,9%.

Таким образом, время рекальцификации, каолиновое и силиконовое время, характеризующие 1 фазу коагуляции, существенно изменяются, т.е. по результатам наших данных изменения происходят в фазе образования активного тромбопластина.

Содержание количества эритроцитов периферической крови повышено и составило у рабочих 2 группы 105,5%. При определении эталонного теста в контрольной группе из 41 обследуемого крови отрицательный результат - 33 (80,4%). У рабочих 1 группы положительный результат только у 8 и отрицательный у 13 из 21 обследуемых, что составило в процентном соотношении 61,9 и 38,1% соответственно. У рабочих 2 группы из 22 обследуемых положительный результат выявлен у 8 рабочих, что составило 36,3% и отрицательный результат у 14, что составило 63,7%. У рабочих 3 группы отрицательный результат у 16 (72,7%), из 22 обследованных; у рабочих 4 группы из 35 обследованных у большинства (20) отрицательный результат (57,2%). И так, эталонный тест в обследуемых группах не изменился по сравнению с контрольной группой. Эталонный тест более специфичен, чем β -нафтоловый или фибриноген «В», поскольку β -нафтол осаждает не только заблокированные фибриномерные комплексы, но и белки, не имеющие отношения к коагуляционной системе крови, поэтому наблюдается положительная реакция фибриногена «В», например, у рабочих первой группы со стажем работы до 3-х лет из 24 обследованных у 16 (66,7%). У рабочих 2 группы со стажем работы 3-5 лет из 24 обследованных положительная реакция у 14 (58,3%). У рабочих 3 группы со стажем работы 5-10 лет и 4 группы со стажем работы 10 и выше лет положительная реакция у 12 (57,2%) в 3 группе из 21 обследованных и 23 (71,9%) в 4 группе рабочих из 32 обследованных.

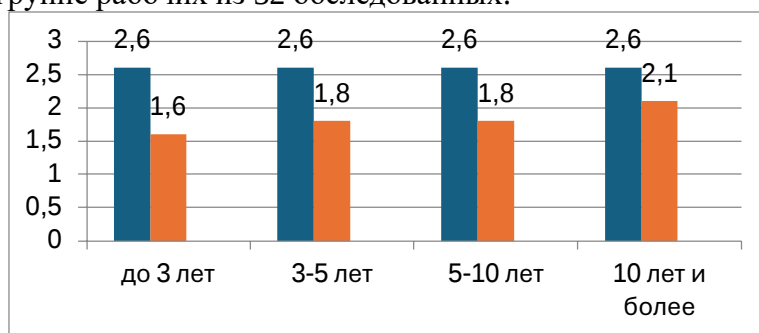


Рисунок 2 – Время рекальцификации у рабочих карьеров в опытной и контрольной группах по стажу (по оси абсцисс – стаж в годах; по оси ординат – время, с)

И так, выявлена положительная реакция фибриногена «В» наибольший процент в обследуемых группах и гиперфибриногемия, т.е. изменения наблюдаются в фазе образования фибрина.

При проведении аутокоагуляционного теста на 6 мин. у рабочих в 1 и 4 группах время коагуляции крови укорочено по сравнению с контрольной группой на 19,6%. На этой же минуте у рабочих 4 группы время коагуляций достоверно укорочено. В группах рабочих 2 и 4 на 8 мин. время коагуляции тоже существенно укорочено. А на 10 минуте



отмечено достоверное укорочение времени коагуляции в 1, 3 и 4 стажевых группах. У рабочих со стажем работы 5-10 лет и 10 лет и выше на 60 минуте обнаружено достоверное укорочение времени коагуляции на 30,3% и 30% соответственно. Аутокоагуляционный тест характеризует состояние прокоагулянтной и антикоагулянтной системы крови.

Итак, у рабочих со стажем работы 10 и выше лет достоверно укорочено время коагуляции крови на 6, 8, 10 и 60 минутах. У рабочих со стажем работы 5–10 лет укорочение времени коагуляции происходит на 8, 10 и 60 минутах. Показатели тромбоэластографии во всех стажевых группах приближаются к норме. По нашим данным среднее значение уровня тромбоцитов и эритроцитов периферической крови умеренно повышается.

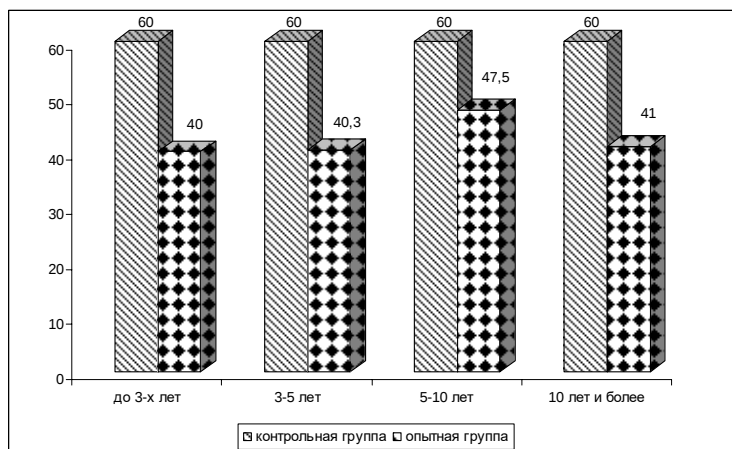


Рисунок 3 – Каолиновое время у рабочих карьеров в опытной и контрольной группах.
(по оси абсцисс – стаж в годах; по оси ординат – время, с)

И только у рабочих со стажем работы 3–5 лет достоверно повышается количество эритроцитов крови. Тромбоциты дают представление о первичном гемостазе, способны поддерживать нормальную структуру и функцию микрососудов, а также спазм поврежденных сосудов путем секреции (реакции высвобождения вазоактивных веществ - адреналина, норадреналина, серотонина и других). Поэтому риск развития тромбообразования в существенной мере определяется состоянием тромбоцитов.

Таблица 1 – Показатели коагуляционной и антикоагуляционной системы крови у рабочих карьеров по стажу работы ($M \pm m$)

	Обследованные группы				
	контрольная группа	до 3-х лет	3-5 лет	5-10 лет	10 лет и выше
1	2	3	4	5	6
Протромбиновый индекс, %	95,1±4,5 n = 40	89,3±12,4 P > 0,05 n = 24	95,8±13,6 P > 0,05 n = 24	83,4±5,7 P > 0,05 n = 25	78,4±10,8 P > 0,05 n = 25
Фибриноген, г/л	2,6±0,1 n = 40	3,6±0,2 P-c 0,001 n = 24	3,5±0,2 P 0,001 n = 24	3,6 ±0,1 P 0,001 n = 22	3,9±0,2 P^ 0,001 n = 30
Фибриноген «В»	нет-25 (67,65%) сг-12 (32,4%) n = 37	нет-8 (33,3%) сг-16 (66,7%) n = 24	нет-10 (41,7%) сг-14 (58,3%) n = 24	нет-9 (42,8%) сг-12 (57,2%) n = 21	нет-9 (28,1%) сг-23 (71,9%) n = 32



Эталонный тест	нет-33 (80,4%) сг-в (19,6%) п = 41	нет-13 (61,9%) сг-8 (38,1%) п = 21	нет-14 (63,7%) сг-8 (36,3%) п = 22	нет-16 (72,7%) сг-6 (27,3%) п = 22	нет-20 (57,2%) сг-15 (42,8%) п = 35
Толерантность плазмы к гепарину (мин)	8,4±0,4 п = 39	6,2±1,1 P> 0,05 п = 22	9,5±0,8 P > 0,05 п = 23	10,3±0,9 P 0,05 п = 23	7,8±0,6 P> 0,05 п = 32
Время рекальцификации (мин)	2,6±0,1 п = 42	1,6±0,2 0,001 п = 20	1,8±0,2 P^0,01 п = 20	1,8±0,1 P ^0,001 п = 20	2,1±0,1 P^0,01 п = 40
Каолиновое время (с)	60,0±4,2 п = 42	40,0±6,3 P^0,01 п = 22	40,3±3,3 P^0,001 п = 23	47,5±9,3 P^>0,05 I п = 23	41,0 ±6,2 P-с 0,01 п = 3.1
Силиконовое время (с)	154,4±11,9 п = 42	145,9±16,5 P^0,001 п = 23	96,9±е,6 Pх 0,001 п = 23	103,9±12,6 P^0,01 п = 23	108,2±12,1 P^0,01 п = 31
Тромботест	№-20 гипер-10 гипо -12 п = 42	№-12 гипер-3 гипо-5 п = 20	№-9 гипер-5 гипо-6 п = 20	№-9 гипер-5 гипо-6 п = 20	№-14 гипер-13 гипо-6 п = 43
Эритроциты 10 ¹² /мкл	3,6±0,1 п = 40	3,5±0,06 P>0,05 п = 21	3,8±0,05 0,01 п = 21	3, 5±0,06 P >0,05 п = 23	3,6±0,1 P> 0,05 п = 35
Тромбоциты 10 ⁹ /мкл	364,1±12,5 п = 38	403,6±12,7 P>0,05 п = 23	418,9±17,2 P >-0,05 п = 23	403,6±14,0 P>0,05 п = 23	407,7±14,8 P>0,05 п = 31
АКТ (с):					
через 6 мин.	48,0±3,3	38,6±3,3 P 0,01	39,6 ±5,0 P ^0,05	47,6±3,9 P ^0,05	38,6 ±3,4 P^0,05
через 8 мин.	50,8±3,5	45,7±3,9 P ^0,05	40,7±5,1 P^0,05	39,4±4,2 P^0,01	36,3±3,2 P -0,001
через 10 мин.	47,2±3,1 п = 38	30,0±3,0 P 0,01	41,1±3,7 P>0,05	32,3±4,8 P^-0,01	34,7±3,3 P^0,01
через 60 мин.	35,0±3,0 п = 40	30,9±2,9 P >0,05 п = 21	33,7±2,6 P >0,05 п = 21	24,4±3,3 P< 0,01 п = 21	24,5±3,0 P <0,01 п = 35
Тромбоэластография:					
- Ч (с)	18,0±2,0	24,0±2,7 P >0,05	21,5±2,4 P >0,05	15,5±1,2 P >0,05	37,2±9,6 P >0,05
- К (с)	25,0±7,1	22,2±2,4 P >0,05	21,5±2,4 P >0,05	15,5±1,2 P >0,05	37,2±9,6 P >0,05
- Ма (мм)	161,9±13,0	178,7±7,2 P >0,05	165,0± 6,0 P >0,05	178,0±11,4 P >0,05	241,7±36,6 P >0,05
- Ci	5,3±1,0 п = 20	4,6±0,5 P >0,05 п = 20	4,1±0,5 P >0,05 п = 20	4,4±0,3 P >0,05 п = 20	5,0±0,8 P >0,05 п = 20

Анализируя полученные данные коагулологического исследования у рабочих карьеров по стажу выявлены достоверные изменения во всех стадиях коагуляции крови, изменились следующие показатели коагулограммы: укорочение времени рекальцификации, каолинового и силиконового времени, укорочение данных аутокоагуляционного теста, повышение концентрации фибриногена крови, положительная реакция фибриногена «В». С увеличением стажа работы достоверно изменились многие показатели в системе коагуляции. Добыча полиметаллической руды в карьерах Восточно - Казахстанской области сопровождается образованием и



выделением в атмосферный воздух пыли с газообразными соединениями мышьяка, селена, сурьмы, свинца. Свинец важный загрязнитель окружающей среды Восточно - Казахстанской области, обладающий высокой токсичностью. (Конакбаева, Мамырбаев, 1992). Действуя на организм эти токсические вещества вызывают развитие профессиональных и соматических заболеваний.

В результате проведённых наших исследований обнаружено, что у рабочих карьеров Восточно - Казахстанского медно - химического комбината при действии комплекса токсических веществ, происходят изменения в коагуляционной системе крови по стажу, причём выявлены гиперкоагуляционные сдвиги, в свою очередь гиперкоагуляция при определённых условиях может способствовать тромбообразованию и развитию следующих заболеваний: тромбозов, тромбофлебитов, тромбозов, инфарктов и инсультов. Доказательством в наших исследованиях является достоверные изменения времени рекальцификации, толерантности плазмы к гепарину, силиконового и каолинового времени, аутокоагуляционного теста, понижение в крови протромбинового индекса, повышение концентрации фибриногена, положительная реакция фибриногена «В». Реакция организма на повреждающее действие комплекса отрицательных производственных факторов - пыли и газов. Повреждаются такие органы, которые имеют непосредственное отношение к регуляции гемостаза (печень, лёгкие, сердечно - сосудистая система) (Харченко, 1985; Шукаев, Мурсалимов, 1989).

В ходе проведённых исследований, выявлены наиболее чувствительные тесты коагуляции: время рекальцификации, каолиновое и силиконовое время, аутокоагуляционный тест, протромбиновый индекс, концентрация фибриногена, наличие фибриногена «В», толерантность плазмы к гепарину. Эти тесты необходимо проводить при медицинских осмотрах рабочих карьеров открытого типа для выявления ранних предпатологических состояний со стороны сердечно-сосудистой системы.

Заключение

В свете современных данных коагуляции крови является итогом сложного каскада ферментативных реакций. Кроме фибриногена, протромбина, тканевого тромбопластина и ионов кальция в процессе коагуляции крови принимают участие и другие вещества, обнаруженные в плазме, в форменных элементах крови, во многих тканях и органах. Одни факторы обеспечивают и ускоряют процесс коагуляции, другие замедляют или прекращают его. Большинство факторов образуются в печени, причём для их синтеза необходим витамин К.

При открытом способе добычи полезных ископаемых характерен комплекс производственных факторов, способных влиять на состояние здоровья и работоспособность рабочих. К ним относятся особые микроклиматические условия - пыль, газы, вибрация и шум. Источником образования пыли в карьерах являются взрывные работы, бурение, при работе автотранспорта, процессах окисления и горения полезного ископаемого.

У рабочих, занятых на открытых горных разработках на состояние коагуляционной и антикоагуляционной системы крови влияют вредные производственные факторы..

В работах З.К. Конакбаевой и А.А. Мамырбаева (2010), З.К. Конакбаевой (2011) отмечено наличие в пыли большого числа опасных микроэлементов селена, свинца, сурьмы, мышьяка и других и установлены высокие токсические свойства этих металлов. У рабочих Восточно-Казахстанского медно-химического комбината



выявлены значительные обменные нарушения, а именно эндокринной, сердечно-сосудистой, нервной системе, в обмене липидов и углеводов, минеральном обмене, активности ферментов, характеризующих функциональное состояние печени, почек, желудочно-кишечного тракта.

В нормально функционирующем организме жидкое состояние крови объясняется взаимной резистентностью сосудистой стенки, тромбоцитов и коагулирующих белков плазмы крови, представленных предшественниками серийных протеолитических ферментов. Эта взаимная резистентность трёх компонентов обеспечивается многообразными регуляторными механизмами, которые препятствуют постоянно действующим экзогенным и эндогенным факторам, способных её нарушить. К экзогенным факторам, действующих на коагуляционную и антикоагуляционную систему крови, являются химические вещества.

На карьерах Восточно - Казахстанского медно - химического комбината все неблагоприятные факторы производственной среды, вместе с нагревающимся летом и охлаждающимся зимой микроклиматическими условиями труда, приводят к формированию у рабочих патологии, специфической для горнодобывающей промышленности. В этом случае, очень важное значение имеет проведение плановых периодических медицинских осмотров для раннего выявления изменений в организме и проведение своевременной терапии до развития профессиональных и соматических заболеваний.

Таким образом, гиперкоагуляционные изменения выявлены у рабочих карьеров в результате проведённых исследований во внутреннем и внешнем механизмах образования протромбиназы, тромбина и фибрина, то есть первой, второй и третьей фазы коагуляции крови.

Характер выявленной гиперкоагуляции и тенденция её нарастания связана с длительностью профессионального стажа работающих.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Новосельцева Т.В. Механизм изменений свёртывания крови и фибринолиза при острой и хронической интоксикации // Физиологический журнал. - 2010. - Т.26. - № 5. – 646-650 с.

[2] Илюхина Л.Е. Изменение системы гемокоагуляции у рабочих, контактирующих с малыми дозами свинца // А-Ата. Здоровоохранение Казахстана. - 2012. - № 9. – 42-44 с.

[3] Хасанова К.А., Русина Н.В. Свинцовое поражение и система свёртывания крови // Труды Таджикского мединститута. - 2014. - Т.90. – 108-113 с.

[4] Мамырбаев А.А. и др. Гигиена труда и профзаболеваний в химической промышленности Казахстана // Сб. статей НИИ краевой патологии. А-Ата, 2010. - 179 с.

[5] Адо В.А. Повышение чувствительности к соединениям мышьяка в эксперименте // Вестник дерматологии и венерологии. - 2013. - №11. – 10-16 с.

[6] Гимдестиольд Р.С., Новиков Ю.П., Хамидулин Р.С. Тяжелые металлы и их влияние на организм // Гигиена и санитария. - 2015. - № 5. – 6-9 с.

[7] Birke, M., Reimann, C., Rauch, U., Ladenberger, A., Demetriades, A., Jähne-Klingberg, F., Oorts K., Gosar M., Dinelli E., Halamić J. (2017). GEMAS: Cadmium distribution and its sources in agricultural and grazing land soil of Europe. Journal of Geochemical Exploration, 173, 13–30. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2016.11.007>

[8] Brin, V. B., Gagloeva, E. M., Moldovan, T. V., & Botsieva, N. V. (2020, October). The Effect of Melatonin on the Functional State of the Hemostatic System and



Osmoregulatory Kidney Function in Rats With Chronic Molybdenum Intoxication. In The International Conference «Health and wellbeing in modern society» (ICHW 2020) (pp. 133-138). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.201001.028>

[9] Flexer, V., Baspineiro, C. F., & Galli, C. I. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact. *Science of the Total Environment*, 639, 1188–1204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>

[10] Kilanowicz, A., Markowicz-Piasecka, M., Klimczak, M., Stragierowicz, J., & Sikora, J. (2019). Hexachloronaphthalene as a hemostasis disturbing factor in female Wistar rats—A pilot study. *Chemosphere*, 228, 577-585. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.147>

[11] Татаровская Л.Я., Самохвалова Г.Н., Гридин Н.М. и др. Гигиена труда и состояние здоровья рабочих мышьяковых рудников // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. - Новокузнецк, 2019. – 62-63 с.

[12] Трифанов Н.Ф. Накопление сурьмы в крови при различном пути введения её в организм животных // Тезисы итоговой научной конференции Киргизского НИИ онкологии и радиологии. – Бишкек, 2018. – 78-79 с.

[13] Гулиева С.А. Влияние селена на коагуляционную способность крови // Первый съезд гематологов и трансфузиологов. Баку, 2015. – 342-343 с.

[14] Грибова И.А., Евлашко Ю.П., Павловская Н.А., Семенова Л.С., Соркина Н.С. О значении морфологического исследования крови при различных уровнях воздействия свинца // Гигиена труда и профзаболеваний. - 2019. - № 2. – 22-25 с.

[15] Kuryata, O., Akimov, O., Denisenko, S., Kostenko, H., Kostenko, V., Mishchenko, A., & Kostenko, V. (2023). Chondroitin sulfate in osteoarthritis management among diabetic patients: molecular mechanisms and clinical potential. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 30(4), 481-493. <https://doi.org/10.46389/rjd-2023-1425>

[16] Laursen, M. A., Larsen, J. B., & Hvas, A. M. (2018). Platelet function in disseminated intravascular coagulation: a systematic review. *Platelets*, 29(3), 238-248. <https://doi.org/10.1080/09537104.2018.1442567>

[17] Mohamed Noor, M. H., & Ngadi, N. (2024). Ecotoxicological risk assessment on coagulation-flocculation in water/wastewater treatment: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(40), 52631-52657. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34700-0>

[18] Oliievskia, S. K., Kuzminska, O. V., & Trunina, T. I. (2018). The changes in the blood aggregative system under the influence of lead chloride on the example of albino rats. *Likars' ka sprava*, (5-6), 122-126. [https://doi.org/10.31640/JVD.5-6.2018\(21\)](https://doi.org/10.31640/JVD.5-6.2018(21))

[19] Деменко В.Д., Ладная И.Д., Лебединец В.В., Круненко И.Е. Метод люминесцентной микроскопии тромбоцитов в диагностике нарушений гемостаза у больных церебральным атеросклерозом // Врачебное дело. - 2016. - № 4. – 63-66 с.

[20] Kong, Y., Zhou, Y., Zhang, P., Nie, Y., & Ma, J. (2024). Coagulation performance and mechanism of different novel covalently bonded organic silicon-aluminum/iron composite coagulant for As (V) removal from water: the role of hydrolysate species and the effect of coexisting microplastics. *Journal of Hazardous Materials*, 480, 135819. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135819>

[21] Макаревич А.Э. Реакции системы гемостаза в ходе прогрессирования хронического бронхита // Пульмонология (Москва). - 2018. - № 1. – 34-39 с.



[22] Мазаев В.Т., Василенко В.Е., Андрианов А.П. Опыт изучения системы гемостаза в токсикологических исследованиях // Гигиена и санитария. - 2016. - №8. – 84-85 с.

[23] Koumaravelou, K. (2021). An approach of the plant *Mesua Ferrea* Linn for the venom induced consumption coagulopathy (VICC), caused by the snake *Echis Carinatus* (Russel viper). *International Journal of Pharmaceutical Research* (09752366), 13(1). <https://doi.org/10.31838/ijpr/2021.13.01.173>

[24] Трахтенберг И.М., Тимофеевская Л.А., Квятковская И.Я. Методы изучения хронического действия химических и биологических загрязнителей. - Рига (ЗИНАТЕ). - 2017. – 170 с.

[25] Воронов В.П., Лапчинская Л.П. Тяжёлые металлы в окружающей среде и на производстве //М. 2019. - Ч1. – 68-75 с.

REFERENCES

[1] Novosel'ceva T.V. Mehanizm izmenenij svjortyvaniya krovi i fibrinoliza pri ostroj i hronicheskoy intoksikacii // *Fiziologicheskij zhurnal*. - 2010. - T.26. - № 5. – 646-650 с.

[2] Iljuhina L.E. Izmenenie sistemy gemokoaguljatsii u rabochih, kontaktirujushhih s malymi dozami svinca // *A-Ata. Zdravoohranenie Kazahstana*. - 2012. - № 9. – 42-44 с.

[3] Hasanova K.A., Rusina N.V. Svincovoe porazhenie i sistema svjortyvaniya krovi // *Trudy Tadzhikskogo medinstituta*. - 2014. - T.90. – 108-113 с.

[4] Mamyrbayev A.A. i dr. Gigena truda i profzabolevanij v himicheskoy promyshlennosti Kazahstana // *Sb. statej NII kraevoy patologii. A-Ata*, 2010. – 179 с.

[5] Ado V.A. Povyshenie chuvstvitel'nosti k soedinenijam mysh'jaka v jeksperimente // *Vestnik dermatologii i venerologii*. - 2013. - №11. – 10-16 с.

[6] Gimdestiol'd R.S., Novikov Ju.P., Hamidulin R.S. Tjzhelye metally i ih vlijanie na organizm // *Gigena i sanitarija*. - 2015. - № 5. – 6-9 с.

[7] Birke, M., Reimann, C., Rauch, U., Ladenberger, A., Demetriades, A., Jähne-Klingberg, F., Oorts K., Gosar M., Dinelli E., Halamić J. (2017). GEMAS: Cadmium distribution and its sources in agricultural and grazing land soil of Europe. *Journal of Geochemical Exploration*, 173, 13–30. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2016.11.007>

[8] Brin, V. B., Gagloeva, E. M., Moldovan, T. V., & Botsieva, N. V. (2020, October). The Effect of Melatonin on the Functional State of the Hemostatic System and Osmoregulatory Kidney Function in Rats With Chronic Molybdenum Intoxication. In *The International Conference «Health and wellbeing in modern society» (ICHW 2020)* (pp. 133-138). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.201001.028>

[9] Flexer, V., Baspineiro, C. F., & Galli, C. I. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact. *Science of the Total Environment*, 639, 1188–1204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>

[10] Kilanowicz, A., Markowicz-Piasecka, M., Klimczak, M., Stragierowicz, J., & Sikora, J. (2019). Hexachloronaphthalene as a hemostasis disturbing factor in female Wistar rats—A pilot study. *Chemosphere*, 228, 577-585. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.147>

[11] Tatarovskaja L.Ja., Samohvalova G.N., Gridin N.M. i dr. Gigena truda i sostojanie zdorov'ja rabochih mysh'jakovyh rudnikov // *Tezisy dokladov Vsesojuznoj nauchnoj konferencii*. - Novokuzneck, 2019. – 62-63 с.

[12] Trifanov N.F. Nakoplenie sur'my v krovi pri razlichnom puti vvedenija ejo v organizm zhivotnyh // *Tezisy itogovoj nauchnoj konferencii Kirgizskogo NII onkologii i radiologii*. – Bishkek, 2018. – 78-79 с.



- [13] Gulieva S.A. Vliyanie selen na koagulacionnuju sposobnost' krovi // *Pervyj siezd gematologov i transfuziologov*. Baku, 2015. – 342-343 c.
- [14] Gribova I.A., Evlashko Ju.P., Pavlovskaja N.A., Semenova L.S., Sorkina N.S. O znachenii morfologicheskogo issledovaniya krovi pri razlichnyh urovnjah vozdeystviya svinca // *Gigiena truda i profzabolevanij*. - 2019. - № 2. – 22-25 c.
- [15] Kuryata, O., Akimov, O., Denisenko, S., Kostenko, H., Kostenko, V., Mishchenko, A., & Kostenko, V. (2023). Chondroitin sulfate in osteoarthritis management among diabetic patients: molecular mechanisms and clinical potential. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 30(4), 481-493. <https://doi.org/10.46389/rjd-2023-1425>
- [16] Laursen, M. A., Larsen, J. B., & Hvas, A. M. (2018). Platelet function in disseminated intravascular coagulation: a systematic review. *Platelets*, 29(3), 238-248. <https://doi.org/10.1080/09537104.2018.1442567>
- [17] Mohamed Noor, M. H., & Ngadi, N. (2024). Ecotoxicological risk assessment on coagulation-flocculation in water/wastewater treatment: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(40), 52631-52657. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34700-0>
- [18] Oliievska, S. K., Kuzminska, O. V., & Trunina, T. I. (2018). The changes in the blood aggregative system under the influence of lead chloride on the example of albino rats. *Likars' ka sprava*, (5-6), 122-126. [https://doi.org/10.31640/JVD.5-6.2018\(21\)](https://doi.org/10.31640/JVD.5-6.2018(21))
- [19] Demenko V.D., Ladjaja I.D., Lebedinec V.V., Krunenko I.E. Metod ljuminescentnoj mikroskopii trombocitov v diagnostike narushenij gemostaza u bol'nyh cerebral'nyh aterosklerozom // *Vrachebnoe delo*. - 2016. - № 4. – 63-66 c.
- [20] Kong, Y., Zhou, Y., Zhang, P., Nie, Y., & Ma, J. (2024). Coagulation performance and mechanism of different novel covalently bonded organic silicon-aluminum/iron composite coagulant for As (V) removal from water: the role of hydrolysate species and the effect of coexisting microplastics. *Journal of Hazardous Materials*, 480, 135819. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135819>
- [21] Makarevich A.Je. Reakcii sistemy gemostaza v hode progressirovaniya hronicheskogo bronhita // *Pul'monologija* (Moskva). - 2018. - № 1. – 34-39 c.
- [22] Mazaev V.T., Vasilenko V.E., Andrianov A.P. Opyt izuchenija sistemy gemostaza v toksikologicheskikh issledovaniyah // *Gigiena i sanitarija*. - 2016. - №8. – 84-85 c.
- [23] Koumaravelou, K. (2021). An approach of the plant *Mesua Ferrea* Linn for the venom induced consumption coagulopathy (VICC), caused by the snake *Echis Carinatus* (Russel viper). *International Journal of Pharmaceutical Research* (09752366), 13(1). <https://doi.org/10.31838/ijpr/2021.13.01.173>
- [24] Trahtenberg I.M., Timofeevskaja L.A., Kvjatkovskaja I.Ja. *Metody izuchenija hronicheskogo dejstviya himicheskikh i biologicheskikh zagriznitelej*. - Riga (ZINATE)- 2017. – 170 c.
- [25] Voronov V.P., Lapchinskaja L.P. Tjazhjolnye metally v okruzhajushhej srede i na proizvodstve. //M. 2019.-Ч1. – 68-75 c.

Дакиева К.Ж., Соспугаева Г.Е., Толубаева К.К., Тунгушбаева З.К.,

Гармашова С.А., Калелова Г.Ж., Дәукенова Б.С.

АШЫҚ КАРЬЕРЛЕР ЖҰМЫСШЫЛАРЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫНА ЗИЯНДЫ ӨНДІРІСТІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Қоршаған ортаның әртүрлі нысандарының металдармен кеңінен ластануы халық денсаулығы көрсеткіштерінің нашарлауына, жалпы және кәсіби аурулардың көбеюіне әкеледі. Жоғары уыттылығымен ерекшеленетін кең таралған ластағыштардың қатарына



қорғасын, сүрме, сынап, селен және мышьяк жатады, олар Шығыс Қазақстанның тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарындағы жұмыс аймағы ауасының индикаторлық ластағыштары болып табылады.

Гемостаз көрсеткіштерін зерттеудің өзектілігі – ашық кен жұмыстарында еңбек ететін кеншілер арасында мұндай зерттеулер бұрын жүргізілмегендігімен түсіндіріледі, ал кен өндірудің барлық негізгі технологиялық үдерістері (бұрғылау-жарылыс жұмыстары, тау массасын экскавациялау, оны тиеу және тасымалдау, байыту) химиялық заттардың кешенінің бөлінуімен қатар жүреді, олардың ішінде ең зияндылары – металдар болып табылады. Мұндай зерттеулер жүргізудің қажеттілігі, сондай-ақ, тау-кен өнеркәсібі жұмысшыларының патологиялық үдерісіне көбінесе гемостазды реттеуге тікелей қатысы бар ағзалар мен жүйелердің тартылуымен де байланысты.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, зерттеудің мақсаты – ашық карьер жұмысшыларының еңбек өтіліне байланысты қанның коагуляциялық және антикоагуляциялық жүйесіне өндірістік факторлардың бірқатарының әсерін зерттеу болды.

Біздің коагулологиялық зерттеу нәтижелеріміз бойынша, карьер жұмысшыларының еңбек өтіліне қарай коагулограмма көрсеткіштерінің келесі өзгерістері анықталды: рекальцификация уақытының, каолиндік және силикондық уақыттың қысқаруы, аутокоагуляциялық тест деректерінің төмендеуі, қандағы фибриноген концентрациясының артуы, фибриногеннің «В» оң реакциясы. Бұл көрсеткіштер қанның ұю әлеуетінің жоғарылағанын дәлелдейді, ал бұл өз кезегінде белгілі бір жағдайларда тромбо түзілуіне және тромбоз, тромбофлебит, тромбоэмболия, инфаркт пен инсульт сияқты аурулардың дамуына әкелуі мүмкін.

Кілт сөздер: Шығыс Қазақстан мыс-химия комбинаты, әртүрлі еңбек өтілі бар жұмысшылар, қанның ұю және антиұю жүйесінің көрсеткіштері.

Dakieva K.Zh., Sospugaeva G.E., Tolubayeva K.K., Tungushbaeva Z.K., Garmashova S.A., Kalelova G.Zh., Daukenova B.S.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF HARMFUL INDUSTRIAL FACTORS ON THE HEALTH OF OPEN-PIT MINE WORKERS

Annotation. Widespread contamination of various environmental objects with metals leads to a deterioration in public health indicators and an increase in general and occupational morbidity. The most common pollutants characterized by high toxicity include lead, antimony, mercury, selenium, and arsenic, which serve as indicator contaminants of workplace air at mining enterprises in East Kazakhstan.

The relevance of studying hemostasis indicators is due to the fact that such studies have not previously been conducted among miners working in open-pit mining, although all the main technological processes of ore extraction (drilling and blasting operations, excavation of rock mass, its loading and transportation, and enrichment) are accompanied by the release of a complex of chemical substances, the most harmful of which are metals. The necessity of such research is also explained by the fact that in miners, the pathological process most often involves organs and systems directly related to the regulation of hemostasis.

Taking the above into account, the purpose of this study was to investigate the influence of several occupational factors on the coagulation and anticoagulation systems of blood in open-pit mine workers depending on their length of service.

According to our coagulological research results, the following changes in the coagulation profile were identified among open-pit workers depending on their work experience: shortening of recalcification time, kaolin and silicon clotting time, reduction in autocoagulation test data, increase in blood fibrinogen concentration, and a positive fibrinogen “B” reaction. These indicators confirm an increase in the coagulation potential of the blood, which, under certain conditions, may contribute to thrombus formation and the development of diseases such as thrombosis, thrombophlebitis, thromboembolism, myocardial infarction, and stroke.

Keywords: East Kazakhstan Copper and Chemical Plant, workers with varying lengths of service, indicators of the blood coagulation and anticoagulation system.