

**КОНЦЕНТРАЦИЯ ФИБРИНОГЕНА НА ЭТАПАХ ДИСТРАКЦИОННОГО  
ОСТЕОСИНТЕЗА ПО ИЛИЗАРОВУ В ПЕРИОД КРАТКОВРЕМЕННОЙ  
АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ВЫСОКОГОРЬЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**С.А. Джумабеков<sup>1</sup>, Б.Д. Исаков<sup>1</sup>, А.А. Кубатбеков<sup>1</sup>, М.К. Соодомбаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева

Кафедра травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии

г. Бишкек, Кыргызская Республика

<sup>2</sup>Центр общеврачебной практики

г. Балыкчы, Кыргызская Республика

**Резюме.** Среди систем организма, система гемостаза, обеспечивающая жидкостное состояние крови, является одной из наиболее лабильных систем. Это является причиной того, что воздействие на организм любого, как внешнего, так и внутреннего фактора вызывает нарушение динамического равновесия между фибринолитическим и коагуляционным компонентами системы гемостаза. Это делает изучение данной проблемы весьма актуальной. Кроме этого, актуальность изучения данной проблемы усугубляется тем, что горный ландшафт территории Кыргызской Республики составляет около 90%. В горных районах проживает 20% населения, 30% в предгорных. А все исследования нами проводилось в условиях высокогорной базе Туя–Ашуу на высоте 3200 над уровнем моря. Кроме этого, вопросы обеспечения опорно-двигательной системы кислородом, тесно связаны с развитием патологии данной системы и во многом зависят от функционального состояния системы гемостаза, поэтому изучение структурно-функциональных перестроек в костной ткани организма, адаптирующегося к условиям высокогорья, и особенностей процесса регенерации костей в горах при их повреждении приобретает огромное значение. Параллельно система гемостаза, безусловно, влияет не только на функциональное состояние, но и на регенераторные возможности тканей и органов. В данном случае, регенерация костей скелета является, с одной стороны, не только одним из важнейших разделов современной травматологии, но и с другой стороны, неотъемлемой частью единого общебиологического процесса перестройки.

**Ключевые слова:** остеотомия, дистракция, гемостаз, фибринолиз, коагуляция, высокогорье, гиперфибриногенемия, эксперимент, тромбоэмболия.

**БИЙИК ТООЛУУ ШАРТТАГЫ КЫСКА МӨӨНӨТТҮҮ  
АДАПТАЦИЯ УЧУРУНДАГЫ ИЛИЗАРОВДУН ДИСТРАКЦИЯЛЫК  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫК ОСТЕОСИНТЕЗИНИН ЭТАПТАРЫНДАГЫ  
ФИБРИНОГЕНДИН КОНЦЕНТРАЦИЯСЫ**

**С.А. Джумабеков<sup>1</sup>, Б.Д. Исаков<sup>1</sup>, А.А. Кубатбеков<sup>1</sup>, М.К. Соодомбаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>И.К. Ахунбаев атындагы Кыргыз мамлекеттик медициналык академиясы

Травматология, ортопедия жана экстремалдык хирургия кафедрасы

Бишкек ш., Кыргыз Республикасы

<sup>2</sup>Балыкчы шаардык жалпы даарыгерлик борбор

Балыкчы ш., Кыргыз Республикасы

**Резюме.** Организмдин системаларынын арасында кандын суюктук абалын камсыздаган гемостаз системасы эң лабилдүү (өзгөргүч) системалардын бири болуп саналат. Организмге ар кандай, ички дагы, тышкы дагы факторлордун таасири гемостаз системасынын фибринолитикалык жана коагуляциялык компоненттеринин ортосундагы динамикалуу тең

салмактуулуктун бузулушунун себеби болуп саналат. Мындай жагдай бул көйгөйдү изилдөөнү актуалдуу кылат. Мындан тышкары бул көйгөйдү изилдөөнүн актуалдуулугу Кыргыз Республикасынын аймагынын тоолуу ландшафты болжол менен 90%ды түзгөндүгү менен татаалдашат. Калктын 20%ы тоолуу райондордо, 30% тоонун этегинде жашайт. Ал эми биз жүргүзгөн изилдөөлөрдүн бардыгы деңиз деңгээлинен 3200 метр бийиктиктеги Туя-Ашуу бийик тоолуу базасынын шарттарында жүргүзүлгөн. Мындан тышкары, таяныч-кыймыл аппаратын кычкылтек менен камсыз кылуу маселелери бул системанын патологиясынын өнүгүшү менен тыгыз байланышкан жана көбүнчө гемостаз системасынын функционалдык абалынан көз каранды, ошондуктан сөөк тканындагы структуралык жана функциялык өзгөрүүлөрдү изилдөө. организмдин бийик тоолуу шарттарга ыңгайлашуусу жана тоодогу сөөктөрдүн жаңылануу процессинин өзгөчөлүктөрү, алар бузулганда чоң мааниге ээ болот. Ошону менен кошо, гемостаз системасы, албетте, функционалдык абалын гана эмес, ошондой эле ткандардын жана органдардын калыбына келтирүү мүмкүнчүлүктөрүн таасир этет. Мында скелет сөөктөрүн калыбына келтирүү, бир жагынан, азыркы травматологиянын эң маанилүү бөлүмдөрүнүн бири гана эмес, экинчи жагынан, реструктуризациялоонун бирдиктүү жалпы биологиялык процессинин ажырагыс бөлүгү болуп саналат.

**Негизги сөздөр:** остеотомия, дистракция, гемостаз, фиринолиз, коагуляция, бийик тоолуу, гиперфибриногенемия, эксперимент, тромбоземболия.

### **FIBRINOGEN CONCENTRATION AT THE STAGES OF DISTRACTION OSTEOSYNTHESIS OF ILIZAROV DURING SHORT-TERM ADAPTATION TO HIGH-ALTITUDE CONDITIONS IN THE EXPERIMENT**

**S.A. Djumabekov<sup>1</sup>, B.Dj. Isakov<sup>1</sup>, A.A. Kubatbekov<sup>1</sup>, M.K. Soodombaev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kyrgyz state medical academy named after. I.K. Akhunbaev  
Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery  
Bishkek, Kyrgyz Republic

<sup>2</sup>Centre of General Practice  
Balykchy, Kyrgyz Republic

**Summary.** Among the body systems, a hemostasis system that provides liquid state of the blood is one of the most labile systems. This is the reason for any effects on the body both external and internal factors resulted to the disorders in the dynamic balance status between the coagulation and fibrinolytic components of the hemostatic system. It makes this issue study very important. Moreover, an urgency of this issue study is deeper by the fact that the mountain landscape in the Kyrgyz Republic is about 90%. Approximately 20% of the population lives in mountain areas, and 30% lives in the foothills. All the studies we have conducted in the conditions of high mountains based on Tuya-Ashuu at the altitude of 3.200 meters above the sea level. In addition, the issues of providing the musculoskeletal system with oxygen, the direct manifestation of this system, are largely determined by the functional state of the hemostasis system, therefore, the study of structural and functional changes in the bone tissue of the body, adapting to high altitude conditions, and the process of bone generation in the body. in the mountains when they are damaged are of great importance. In parallel, the hemostasis system, of course, affects not only the functional state, but also the regenerative capabilities of tissues and organs. In this case, regeneration of skeletal bones is, on the one hand, not only one of the most important sections of modern traumatology but also, on the other hand, an integral part of a single general biological process of restructuring

**Key words:** osteotomy, distraction, hemostasis, fibrinolysis, coagulation, high mountains, hyperfibrinogenemia, experiment, thromboembolism.

**Введение.** Влияние на организм любого фактора окружающей среды, вызывающего травму опорно-двигательного аппарата, вызывает нарушение динамического равновесия между системами организма, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность данного организма [1]. Среди этих систем система гемостаза, как система, обеспечивающая с одной стороны жидкое состояние циркулирующей крови, а с другой предупреждение и купирование кровотечений не остается в стороне и дает адекватную реакцию в виде изменения показателей коагуляции и фибринолиза [2]. В связи с этим, значительно увеличивающаяся частота тромбозов и тромбоэмболических осложнений, возникающая при повреждении [3], а в дальнейшем и при лечении повреждений опорно-двигательного аппарата, дает основание считать актуальными исследования свертывающей и фибринолитической систем как в условиях травматологической клиники, так в условиях эксперимента [4].

Кроме этого актуальность изучения данной проблемы усугубляется тем, что в Кыргызской Республике горный ландшафт составляет около 90% территории страны, 20% населения проживают в горных условиях, 30% – в предгорных районах [5], а все исследования нами проводились в условиях высокогорной базы Туя-Ашуу, расположенной на высоте 3,200 метров над уровнем моря.

Исходя из этого **целью** нашего исследования явилось изучение динамики концентрации фибриногена при чрескостном остеосинтезе по Илизарову в условиях низко- и высокогорья и определить диапазон адаптивных возможностей организма при сочетанном воздействии оперативного вмешательства и специфики высокогорья

**Материалы и методы.** Для изучения вышесказанной проблемы нами проведено экспериментальное исследование в период июнь-август 2017 года, на 36 взрослых беспородных собаках в возрасте от одного до трех лет, вес собак от 10 до 20 кг, длина голени не менее 15,0 см. В первые сутки по прибытии на высокогорную базу, все собаки были разделены

на 2 группы. Одна группа контрольная, второй группе проводилась дистракция костей голени аппаратом Илизарова [6]. Предварительно всем собакам была проведена операция наложение аппарата Илизарова из двух, трех, а иногда из четырех колец и проведена открытая остеотомия средней трети костей голени [7]. Из группы собак, у которых проводилась дистракция, проводили забор крови из подкожной латеральной вены голени, которая после специальной обработки отправлялась на дальнейшее лабораторное обследование. Наряду с изучением основных показателей системы гемостаза, нами изучалась в динамике и показатель фибриногена, как конечный субстантный белок участвующий в свертывании крови [8]. Количество фибриногена, который коагулируется под воздействием тромбина, определялся нами по методу Рутберга путем взвешивания высушенного сгустка [9]. Участвуя в процессах свертывания фибриноген играет одну из важных функций, так как является одним из составляющих внутреннего механизма свертывания крови [10]. Роль фибриногена сводится к тому, что при взаимодействии его молекулы с мощным протеолитическим ферментом тромбином – от него образуется мономер фибрин после длительных преобразований. Фибрин в свою очередь, в результате полимеризации в первую очередь в продольном, а затем поперечном направлениях образует фибринный гель, который в дальнейшем становится остовом кровяного сгустка.

**Результаты исследования.** В результате наших исследований мы получили следующие показатели количества фибриногена, которые выражены в графике (рис). В раннем послеоперационном периоде количество фибриногена увеличилось более чем на 50% и составляло  $3 \pm 0,4$  г/л до операции и  $4,8 \pm 0,2$  г/л на третий день эксперимента ( $p < 0,01$ ). Результаты, полученные на пятый день (начало дистракции) эксперимента в условиях высокогорья, свидетельствовали о продолжающемся угнетении системы фибринолиза и активации коагуляционного компонента системы гемостаза.



Рис. Концентрация фибриногена на этапах distraction.

Наряду с этим продолжал повышаться уровень количества фибриногена, который достиг  $7,7 \pm 0,2$  г/л ( $p < 0,001$ ), что более чем в два раза превышает исходный уровень ( $3 \pm 0,4$  г/л). К концу периода distraction в условиях высокогорья максимального значения достигал уровень фибриногена, который был равен  $8,1 \pm 0,3$  г/л ( $p < 0,001$ ), что превышало его исходное значение более чем в 2,5 раза. На основании полученных данных отмечается гиперфибриногенемия, которая наиболее выражена на 21 день эксперимента гиперфибриногенемия обуславливается в данном случае не только травмой опорнодвигательно аппарата и не только воздействием на организм условий высокогорья, но и проводимыми нами режимами distraction.

К тридцать пятому дню эксперимента, (двадцатый день периода фиксации в условиях высокогорья) при анализе результатов лабораторного обследования, не наблюдались признаки нормализации показателей коагулограммы. Практически на прежнем уровне оставалось количество фибриногена  $7,4 \pm 0,4$  г/л. ( $p < 0,001$ ). Сорок пятый день исследования в условиях высокогорья, т.е. через месяц после окончания периода удлинения, также характеризовался преобладанием показателей коагуляционного потенциала системы гемостаза над показателями ее фибринолитического компонента. К концу экспериментального исследования при distractionном остеосинтезе в условиях высокогорья, т.е. на пятьдесят пятые сутки, динамического равновесия между коагуляционным и фибринолитическими компонентами системы гемостаза не наступило, превалировал коагуляционный потенциал крови с подавлением ее фибринолитической функции. Это доказывалось по-прежнему высоким уровнем фибриногена (рис.) по сравнению с исходным его значением, соответственно  $7 \pm 0,3$  г/л ( $p < 0,001$ ) и  $3 \pm 0,4$  г/л.

**Обсуждение.** В высокогорных условиях, организм подвергается воздействию комплекса таких факторов как пониженное атмосферное давление и недостаточное содержание кислорода в воздухе, резкие перепады суточных и сезонных температур, высокая концентрация ультрафиолетовых лучей, наличие озона, низкая влажность воздуха, ветер и др. Все эти моменты формируют экстремальные условия, предъявляющие особые требования к организму человека, вызывая глубокие функционально-структурные сдвиги. Также под влиянием этих факторов происходит функциональная перестройка системы кровообращения, дыхания, нервной и эндокринной систем, меняется течение патологических процессов. Вопросы обеспечения опорно-двигательной системы кислородом, тесно связаны с развитием патологии данной системы и во многом зависят от функционального состояния системы гемостаза, поэтому изучение структурно-функциональных перестроек в костной ткани организма, адаптирующегося к условиям высокогорья, и особенностей процесса регенерации костей в горах при их повреждении приобретает огромное значение.

В высокогорной серии опытов при distractionном остеосинтезе, анализ полученных данных определил гиперкоагуляционную направленность в системе гемостаза с одновременным подавлением фибринолитической активности крови на всем протяжении исследования. Причем, наибольшая выраженность гиперкоагуляционных сдвигов отмечалась на 15 сутки исследования, т. е. на пике проводимой distraction. Отсюда следует вывод, что наряду с такими факторами как действие высокогорья, травматического повреждения и оперативного вмешательства, влияющих на гемостаз, стоит и проводимая нами distraction костей, которая рассматривалась как стрессорный, длительно действующий фактор.



### Выводы:

1. Состояние динамического равновесия между коагуляционным и фибринолитическим компонентами системы гемостаза находится в прямой зависимости от тяжести перенесенной травмы (открытый перелом берцовых костей) и оперативного вмешательства (наложение аппарата Илизарова), а также от длительности воздействия стрессирующих факторов

(проведение distraction отломков, растяжение мягких тканей, воздействие факторов высокогорья).

2. Для регуляции функционального состояния системы гемостаза при чрескостном distractionном остеосинтезе методом Илизарова в условиях высокогорья рекомендуется дозированный прием антикоагулянтных препаратов.

### Литература

1. Садабаев Э.М., Тажобаева У.Ж., Арстанбекова М.А., Нартаева А.К., Иманалиева Ф.Э., Маматов С.М. Патогенез апластической анемии. Вестник Кыргызской государственной медицинской академии им. И.К. Ахунбаева. 2023;2:56-64. [Sadabaev E.M., Tazhibayeva U.Zh., Arstanbekova M.A., Nartaeva A.K., Imanalieva F.E., Mamatov S.M. Pathogenesis of aplastic anemia. Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy. 2023; 2: 56-64. (In Russ.)]. [https://doi.org/10.54890/1694-6405\\_2023\\_2\\_56](https://doi.org/10.54890/1694-6405_2023_2_56)
2. Журкабаева Б.Д., Аскарлова А.Е. Состояние системы гемостаза и фибринолиза при геморрагическом инсульте у детей грудного возраста. Медицина (Алматы). 2018;12:18-21. [Zhurkabayeva B.D., Askarova A.E. The state of the hemostasis and fibrinolysis system in hemorrhagic stroke in infants. Medicine (Almaty). 2018; 12: 18-21. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.31082/1728-452X-2018-12-19-21>
3. Шлыков И.Л., Кузнецова Н.Л., Трифонова Е.Б., Антропова И.П., Вараксин А.Н. Гемостазиологическая оценка степени тяжести состояния пациента с травмой таза. Политравма. 2012;1:54-58. [Shlykov I.L., Kuznetsova N.L., Trifonova E.B. I. Antropova.P., Varaksin A.N. Hemostasiological assessment of the severity of the patient's condition with a pelvic injury. Polytrauma. 2012;1:54-58 (In Russ.)].
4. Жуков А.И., Клычникова Е.В., Бадыгов С.А., Заднепровский Н.Н., Богданова А.С., Кочетова А.А. и др. Посттравматическая коагулопатия у пострадавших с политравмой. Политравма. 2024;1:12-19. [Zhukov A.I., Klychnikova E.V., Badygov S.A., Zadneprovsky N.N., Bogdanova A.S., Kochetova A.A., et al. Posttraumatic coagulopathy in polytrauma victims Polytrauma. 2024;1:12-19 (In Russ.)].
5. Акылбеков Р.К., Кулматов Т.Н. Климатические и рекреационные ресурсы как условия для лечения, профилактики здоровья и отдыха населения. Вестник Кыргызского национального университета имени Жусупа Баласагына. 2022;3:239-245. [Akyzbekov R.K., Kulmatov T.N. Climatic and recreational resources as conditions for the treatment, prevention of public health and recreation. Bulletin of the Zhusup Balasagyn Kyrgyz National University. 2022;3:239-245. (In Russ.)]
6. Овчинников Е.Н., Филимонова Г.Н., Дюрягина О.В., Тушина Н.В., Киреева Е.А. Влияние различных режимов электровоздействия на скелетные мышцы удлиняемого сегмента при distraction голени по Илизарову. Казанский медицинский журнал. 2024;1:73-83. [Ovchinnikov E.N., Filimonova G.N., Dyuryagina O.V., Tushina N.V., Kireeva E.A. The effect of various modes of electrical action on the skeletal muscles of the elongated segment during the distraction of the shin according to Ilizarov. Kazan Medical Journal. 2024; 1: 73-83. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17816/KMJ465709>
7. Багиров А.Б., Лаймуна К.А., Шестерня Н.А., Алиагиев Б.Д., Суварлы П.Н. Эффективность модифицированных компоновок аппаратов наружной фиксации при устранении варусной деформации голени. Политравма. 2021;2:50-59. [Bagirov A.B., Laimuna K.A., Gear N.A., Alinagiev B.D., Suvarly P.N. The effectiveness of modified lines of external fixation devices in eliminating varus deformation of the shins. Polytrauma. 2021;2:50-59 (In Russ.)].
8. Шуваева В.Н., Горшкова О.П., Дворецкий Д.П. Коагуляционный гемостаз у крыс линии вистар после кратковременной транзиторной ишемии головного мозга. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2019;9:1189-1196. [Shuvaeva V.N., Gorshkova O.P., Dvoretzky D.P. Coagulation hemostasis in wistar rats after short-term transient cerebral ischemia. I.M. Sechenov Russian Journal of Physiology. 2019;9:1189-1196. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.1134/S0869813919090127>
9. Шойбонов Б.Б., Драпкина О.М., Баронец Т.П., Серебрякова Н.Ю., Худяков М.Б. Простой способ определения фибриногена и оценка его функциональности. Патогенез. 2020;1:74-81.

[Shoibonov B.B., Drapkina O.M., Baronets T.P., Serebryakova N.Yu., Khudyakov M.B. A simple way to determine fibrinogen and evaluate its functionality. *Pathogenesis*. 2020;1:74-81. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25557/2310-0435.2020.01.74-81>

10. Нечипуренко Д.Ю., Пантелеев М.А., Синауридзе Е.И., Троянова К.С. Механизмы

регуляции свертывания крови: история исследований и перспективы. *Биофизика*. 2023;1:66-78. [Nechipurenko D.Yu., Panteleev M.A., Sinauridze E.I., Troyanova K.S. Mechanisms of blood coagulation regulation: research history and prospects. *Biophysics*. 2023;1:66-78 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.31857/S0006302923010076>

### **Для цитирования**

Джумабеков С.А., Исаков Б.Д., Кубатбеков А.А., Соодомбаев М.К. Концентрация фибриногена на этапах дистракционного остеосинтеза по Илизарову в период кратковременной адаптации к условиям высокогорья в эксперименте. *Евразийский журнал здравоохранения*. 2024;4:36-41. <https://doi.org/10.54890/1694-8882-2024-4-36>

### **Сведения об авторах**

**Джумабеков Сабырбек Артисбекович** – академик НАН КР и РАН, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии КГМА им. И.К. Ахунбаева. г. Бишкек. Кыргызская Республика. E-mail: S\_djumabekov@mail.ru

**Исаков Бакытбек Джалидинович** – д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии КГМА им. И.К. Ахунбаева; Клиническая больница скорой медицинской помощи. г. Бишкек, Кыргызская Республика. E-mail: bakytr@mail.ru

**Кубатбеков Алмаз Анарбекович** – к.м.н., ассистент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии КГМА им. И.К. Ахунбаева; главный врач Клинической больницы скорой медицинской помощи. г. Бишкек, Кыргызская Республика. E-mail: k.almaz1975@mail.ru

**Соодомбаев Максат Касымбекович** – заведующий отделением травматологии ЦОВП г. Балыкчы (Балыкчинский центр общеврачебной практики), г. Балыкчи, Кыргызская Республика. E-mail: Soodombaevmaksat@gmail.com