

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ

УДК 612.275.1:616-005.1:616.71-001.5-089.227.84

Оригинальная статья

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ ПРИ ЧРЕСКОСТНОМ ДИСТРАКЦИОННОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ МЕТОДОМ ИЛИЗАРОВА

А. Н. Ерохин — ФГУ Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия им. академика Г. А. Илизарова Минздравсоцразвития России, г. Курган, ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных исследований, доцент, доктор медицинских наук; **Б. Д. Исаков** — Кыргызская ГМА, г. Бишкек, Кыргызстан, ассистент кафедры травматологии, ортопедии экстремальной хирургии, кандидат медицинских наук; **С. А. Джумабеков** — Кыргызская ГМА, г. Бишкек, Кыргызстан, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии, профессор, доктор медицинских наук.

PECULIARITIES OF HOMEOSTATIC SYSTEM IN HIGHLAND CONDITIONS USING ILIZAROV DISTRACTION TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS METHOD

A. N. Yerokhin — Russia, Kurgan Federal State Institution «Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Leading Scientific Researcher, Laboratory of Functional Research, Assistant Professor, Doctor of Medical Sciences; **B. D. Isakov** — Kyrgyzstan, Bishkek State Medical Academy, Faculty of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery, Assistant, Candidate of Medical Sciences; **S. A. Jumabekov** — Kyrgyzstan, Bishkek State Medical Academy, Head of Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery, Professor, Doctor of Medical Sciences.

Дата поступления — 01.02.2012 г.

Дата принятия в печать — 05.06.2012 г.

Ерохин А. Н., Исаков Б. Д., Джумабеков С. А. Особенности системы гемостаза в условиях высокогорья при чрескостном distraction-osteosynthesis методом Илизарова // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8, № 2. С. 308–312.

Цель: изучение реакции системы гемостаза при стабильном и distraction-osteosynthesis чрескостном остеосинтезе по Илизарову костей конечностей у экспериментальных животных (собак) в условиях высокогорья. **Материал и методы.** Для эксперимента использованы 63 взрослые беспородные собаки в возрасте от 1 до 3 лет, массой тела 10–20 кг, длиной голени не менее 15 см. На высоте 3200 м над уровнем моря под внутривенным наркозом проводили открытую остеотомию средней трети берцовых костей с дальнейшим проведением спиц Киршнера через берцовую кость и монтажом аппарата Илизарова из трех или четырех колец. В опытной группе из 33 собак на пятые сутки после остеотомии осуществляли distraction на 1 мм за четыре приема в течение 10 дней, в контрольной группе из 30 собак distraction не проводилась. Каждые 10 дней с момента distraction в контрольной и опытной группах проводили забор крови для изучения свертываемости; кровь у животных забирали из подкожной латеральной вены голени, ex tempore смешивая с 3,8%-ным раствором лимонно-кислого натрия в соотношении 9:1. Затем отделяли плазму, которая и составляла предмет биохимических исследований в соответствии с общепринятыми стандартами. **Результаты.** Получены данные, свидетельствующие об активации коагуляционного компонента системы гемостаза при стабильном остеосинтезе костей конечности аппаратом Илизарова с одновременным угнетением фибринолитической составляющей. При distraction-osteosynthesis чрескостном остеосинтезе резко выделяется гиперкоагуляционная направленность в системе гемостаза с одновременным подавлением фибринолитической активности крови на всем протяжении эксперимента. **Заключение.** Чрескостный distraction-osteosynthesis в условиях высокогорья вызывает значительные сдвиги в системе гемостаза, с резким преобладанием коагуляционной составляющей, что способствует формированию предтромботического состояния. Удлинение сегмента конечности на фоне предтромботического состояния в условиях высокогорья повышает риск тромбоэмболических осложнений, для предотвращения чего необходимо принимать меры соответствующей профилактики.

Ключевые слова: остеотомия, distraction, гемостаз, фибринолиз, коагуляция, высокогорье, Туя-Ашуу, гиперфибриногенемия, эксперимент, тромбоэмболия, тромбин, фибрин.

Yerokhin A. N., Isakov B. D., Jumabekov S. A. Peculiarities of homeostatic system in highland conditions using Ilizarov distraction transosseous osteosynthesis method // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2012. Vol. 8, № 2. P. 308–312.

Purpose. The purpose is to study the reaction of homeostasis system in stable and in distraction Ilizarov transosseous osteosynthesis of the limbs bones at experimental animals (dogs) in highland conditions. **Material and Methods.** 63 adult mongrels aged from 1 to 3 years with 10–20 kg body weight and 15 cm minimal length of tibia were included in the experiment. Open osteotomy of tibial mid-shaft followed by Kirschner wires insertion through tibial bone and Ilizarov frame assembly comprising 3 or 4 rings was performed under IV anaesthesia at 3200 m altitude above sea level. In experimental group including 33 mongrels the distraction was performed on the 5th day after osteotomy by 1 mm rate divided into 4 times within 10 days but in control group comprising 30 dogs the distraction was not provided. Every 10 days after distraction blood samples were taken in both groups to examine coagulation; the samples were taken from subcutaneous lateral tibial vein, ex tempore mixing with 3,8% solution of sodium citrate at 9:1 ratio. Then the plasma was separated and examined biochemically according to the accepted standards. **Results.** We obtained the data witnessing activation of coagulation component of homeostatic system in stable osteosynthesis of the limb bones using Ilizarov fixator with simultaneous inhibition of fibrinolytic component. In distraction osteosynthesis hyper-coagulation trend in homeostasis system with simultaneous suppression of fibrinolytic blood activity is vividly defined within the entire experiment period. **Conclusion.** Transosseous distraction osteosynthesis in highland condition causes considerable shifts in the system of homeostasis with definite domination of coagulation component which promotes formation of pre-thrombotic condition. Limb segment lengthening on the background of pre-thrombotic condition increases the risk of thromboembolic complications in highland conditions and requires appropriate measures of prophylaxis.

Key words: osteotomy, distraction, hemostasis, fibrinolysis, coagulation, highland, Tuja-Ashuu, hyperfibrinogenemia, experiment, thromboembolia, thrombin, fibrin.

Введение. Внешние условия во многом определяют системный отклик организма, направленный на приспособление систем и органов к текущим требованиям средового континуума [1]. В частности, в условиях высокогорья происходит целый каскад метаболических изменений в морфофункциональных системах организма. Наиболее существенные сдвиги отмечаются в системе гемостаза, которые отличаются строгой зависимостью между характером адаптивных реакций организма и степенью гипоксического воздействия факторов высокогорья [2].

Динамика процесса свертывания крови в условиях высокогорья достаточно хорошо изучена [3], его перестройка характеризуется фазными изменениями в процессе гемокоагуляции. Для первой фазы свойственно понижение свертываемости крови. Вторая фаза сопровождается акцентом на преобладании тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, что способствует активации коагулирующих факторов крови. В поздней — третьей фазе преобладает тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, который приводит к усилению напряжения противосвертывающей составляющей гемостатической системы крови.

Перечисленные изменения характерны для системы гемостаза целостного организма в условиях относительного функционального покоя. В работах, посвященных исследованию системы гемостаза при чрескостном дистракционном остеосинтезе, авторы отмечают клиническую значимость оценки гемостазиологических показателей в процессе удлинения конечностей [4–6].

Цель: изучение реакции системы гемостаза при стабильном и дистракционном чрескостном остеосинтезе по Илизарову костей конечностей у экспериментальных животных (собак) в условиях высокогорья.

Методы. Для решения поставленных задач была проведена экспериментальная работа на перевале Туя-Ашуу в высокогорной лаборатории на высоте

3200 м над уровнем моря. Для эксперимента были использованы взрослые беспородные собаки в возрасте от 1 до 3 лет, массой тела 10–20 кг, длиной голени не менее 15 см. Экспериментальное исследование проведено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации 1975, 1983 гг.

Собаки были вывезены на перевал Туя-Ашуу, где им в первые сутки проведено оперативное вмешательство. Под внутривенным наркозом проводили открытую остеотомию средней трети берцовых костей с дальнейшим проведением спиц Киршнера через берцовую кость и монтажом аппарата Илизарова из трех или четырех колец. Общее количество экспериментальных животных составило 63 особи. Собаки были разделены на две группы, в первой серии (опытная группа — 33 собаки) на пятые сутки начали проводить дистракцию на 1 мм за четыре приема [7] в течение 10 дней. Во второй — контрольной группе (30 собак) — дистракция не проводилась, т.е. остеосинтез был здесь стабильным.

Каждые 10 дней с момента дистракции в контрольной и опытной группах проводили забор крови для изучения свертываемости; кровь у животных забирала из подкожной латеральной вены голени, ex tempore смешивая с 3,8%-ным раствором лимоннокислого натрия в соотношении 9:1. Затем отделяли плазму, которая и составляла предмет биохимических исследований в соответствии с общепринятыми стандартами [8, 9]. При статистическом анализе фактических данных использовали параметрические и непараметрические критерии (парный и непарный *t*-критерий Стьюдента и критерий Вилкоксона). Вычисляли среднюю и ошибку средней. Статистически значимыми различия считали при $p < 0,05$.

Результаты. Состояние системы гемостаза при стабильном остеосинтезе аппаратом Илизарова в условиях высокогорья. Анализ коагулограммы на третий день после операционного вмешательства показал, что из двенадцати параметров, характеризующих систему гемостаза, статистически достоверно изменились шесть (табл. 1). Такие пока-

Таблица 1

Изменение системы гемостаза при стабильном остеосинтезе длинных трубчатых костей аппаратом Илизарова в условиях высокогорья после открытой остеотомии берцовых костей (M±m)

Показатели	Исходные данные	Сроки экспериментального исследования (дни)						
		3	5	10	20	30	40	50
n	10	5	6	5	6	6	5	6
ВСК	560±11	541±9	504±14*	550±14	546±13	540±24	550±45	560±14
ВР	84±5	96±8	85±4	101±9	74±15	73±5	74±7	85±5
ТВ	22±0,9	25±1,5	22±2	20±1,5	21±1,5	23±1,0	26±2,7	23±1,0
ПВ	25±1	24±2	22±3	22±1	32±4	33±4	27±2	26±3
СГ	7±0,8	6±0,7	4±0,9*	4±1,1*	3±0,9*	7±0,8	7±0,5	7±1
ТПГ	310±10	296±5	280±9*	220±11*	270±15*	280±10	285±13	306±10
Ф	3±0,4	5±0,6*	6±0,7*	5±0,5*	5,4±0,5*	5,3±0,1*	5,5±0,7*	6±0,9*
Ф XIII	72±1	31±3*	25±3*	63±9	60±10	73±9	85±9	37±7
ФА	34±2	29±0,9*	25±0,3*	25±2*	23±1*	21±4*	19±1*	18±2*
Т	320±20	372±11*	406±16*	415±19*	398 ±15*	425±10*	330±15	340±10
Г	49±2	55±1*	46±0,5	44±0,8*	46±1	46±0,2	45±1*	50±1
РКС	25±0,6	34±0,2*	29±1,9	22±2	22 ±1*	23±0,9	22±1*	21±2

Примечания: ВС — время свертывания крови (с); ВР — время рекальцификации плазмы (с); ПВ — время потребления протромбина (с); ТВ — тромбиновое время (с); СГ — время свободного гепарина (с); ТПГ — толерантность плазмы к гепарину (с); Ф — количество фибриногена (г/л); Ф XIII — фибриназа (с); ФА — фибринолитическая активность (%); Т — количество тромбоцитов (10^9 /л); Г — гематокрит (%); РКС — ретракция кровяного сгустка (%); n — число исследований; * — достоверные изменения по сравнению с исходными значениями.

затели, как количество фибриногена и тромбоцитов, гематокрит и ретракция кровяного сгустка, увеличились, а фибриназа и фибринолитическая активность уменьшились. Наиболее существенные изменения произошли с показателем «количество фибриногена», который увеличился до 166,7% по сравнению с исходным уровнем и фибриназой, снизившейся до 43,0% от предоперационной величины.

На пятый день экспериментального исследования в условиях высокогорья отмечалось усиление тенденции к изменению показателей системы гемостаза в сторону гиперкоагуляции. Для этого срока характерным было увеличение количества фибриногена в 2 раза по сравнению с исходным уровнем и статистически достоверное снижение времени свертывания крови — до 90,0% от предоперационного. Прогрессирующее снижение, выявленное уже на предыдущем этапе эксперимента, таких показателей, как «время свободного гепарина» и «толерантность плазмы к гепарину», привело к статистически достоверному различию в сравнении с исходным — до 57,1 и 90,3% соответственно. Более чем в 2 раза снизился показатель «фибриназа», снижение фибринолитической активности достигло 73,5% по сравнению с предоперационным периодом, а количество тромбоцитов возросло до 126,9%. Наряду с этим отмечалось снижение гематокрита и ретракции кровяного сгустка — до 83,6 и 116,0%, что нивелировало статистически достоверное повышение этих показателей на предыдущем этапе.

Для десятого дня после оперативного вмешательства было характерным устойчивое снижение концентрации свободного гепарина (57,1%) и толерантности плазмы к гепарину (70,9%). Следует также отметить стабильно низкий уровень фибринолитической активности (73,5%) и прогрессирующее увеличение количества тромбоцитов — до 129,7%.

Двадцатый день опыта характеризовался тем, что повышенная свертываемость крови сохранялась, что подтверждалось сохранением повышенного значения фибринолитической активности и резким снижением времени свободного гепарина — до 42,8% от исходного уровня.

На тридцатые сутки эксперимента в показателях системы отмечались некоторые признаки нормализации гемостаза, вместе с тем склонность к гиперкоагуляции сохранялась. Это выражалось в устойчивом снижении фибринолитической активности крови, которое достигло 61,7% от исходного, а также в высоком уровне количества фибриногена и тромбоцитов. Наряду с этим отмечалось возвращение к исходному уровню фибриназы и свободного гепарина.

Сороковой день экспериментального исследования характеризовался нормализацией большинства показателей коагуляционной и фибринолитической составляющих системы гемостаза. Об этом свидетельствовали время свертывания крови, которое приблизилось к уровню исходных данных (см. табл. 1), а также показатели фибриназной активности крови и уровня свободного гепарина. Вместе с тем гиперкоагуляционная направленность в системе свертывания крови всё же сохранялась, что подтверждалось низким уровнем фибринолитической активности крови и высоким содержанием в плазме фибриногена.

На пятидесятый день опыта в условиях высокогорья (конец эксперимента) десять из двенадцати зарегистрированных показателей системы гемостаза практически полностью нормализовались. Вместе с тем такие показатели, как фибринолитическая актив-

ность и количество фибриногена, существенно отличались от предоперационного уровня. Так, фибринолитическая активность оставалась низкой, составляя всего 52,9% от исходного уровня, что обуславливало высокий уровень фибриногена — 200,0% от начальной величины.

Состояние системы гемостаза при distractionном остеосинтезе аппаратом Илизарова в условиях высокогорья. Данные, полученные в результате экспериментального исследования показателей системы гемостаза в условиях высокогорья, приведены в табл. 2, из которой видно, что уже в раннем послеоперационном периоде произошли изменения в системе гемостаза. Так, время свертывания цельной венозной крови на третий день послеоперационного периода достоверно уменьшилось до 86,5% относительно дооперационного значения. Отмечалось и уменьшение времени рекальцификации бестромбоцитной плазмы до 87,6%. Такие показатели, как протромбиновое и тромбиновое время, не изменились, вместе с тем количество фибриногена увеличилось более чем на 50%. Паракоагуляционный этаноловый тест был положительным, что подтверждало усиление процессов тромбинообразования. Снижился уровень гепарина и повысилась толерантность плазмы к гепарину. Активность фибринстабилизирующего фактора не претерпела значительных изменений. Параллельно повысилось количество тромбоцитов — до 117,1%. Все это явилось следствием двух параллельно протекающих процессов — коагулопатии потребления и усиления продукции белков, как ответа организма на травму и оперативное вмешательство. Таким образом, компенсация потребления XIII фактора в процессе тромбинообразования происходила за счет вновь синтезируемых факторов гемокоагуляции.

Результаты, полученные на пятый день (начало distractionции) эксперимента в условиях высокогорья, свидетельствуют о продолжающемся угнетении системы фибринолиза и активации коагуляционного компонента системы гемостаза. Это подтверждалось прогрессирующим укорочением времени свертывания крови и времени рекальцификации бестромбоцитной массы соответственно до 85,9 и 83,1%. Этаноловый тест на этом этапе выражался положительной пробой (4 против 3 на третий день), что доказывает усиление процессов тромбинообразования. Процессу тромбообразования так же способствовало еще большее увеличение количества тромбоцитов до 120% и повышенная толерантность плазмы к гепарину. Наряду с этим продолжал повышаться уровень количества фибриногена, который превысил исходный уровень более чем в два раза. Однако протромбиновое время не изменилось, так же как и фибриназная активность. Фибринолитическая активность в этот период продолжала угнетаться и составила всего 40% от исходного уровня. В 2 раза снизился уровень свободного гепарина.

К концу периода distractionции в условиях высокогорья, т.е. на пятнадцатые сутки, результаты лабораторных исследований отражали существенное увеличение толерантности плазмы к гепарину, время свертывания гепаринизированной плазмы уменьшилось до 82,8%. Достоверно уменьшилось время рекальцификации плазмы, которое составляло на этом этапе 78,6% от дооперационного уровня. За весь период эксперимента максимального значения достиг уровень фибриногена, который превысил его исходное значение более чем в 2,5 раза. Всё это сопровождалось резким снижением

Таблица 2

Изменение системы гемостаза при дистракционном остеосинтезе аппаратом Илизарова в условиях высокогорья после открытой остеотомии берцовых костей задней конечности собаки (M±m)

Показатели	Исходные данные	Сроки экспериментального исследования						
		период дистракции (дни)			период фиксации (дни)			
		3	5	15	25	35	45	55
n	10	5	6	5	6	6	5	6
ВСК	561±12	491±11*	482±9*	469±8*	449±11*	439±10*	471±11*	460±11
ВР	89±6	78±2	74 ±8	70±5*	69±5*	66±8*	60±9*	61±10*
ПВ	17±3	17±3	18±1,1	21±1,0	22±1,0	20±1,0	20±2	22±1
ТВ	26±2	22±2	22±1,5	25±1,5	23±1,9	22±1,6	29±1,0	24±2
СГ	4±0,4	3±0,1*	2±0,5*	2±0,7*	3±0,5	2±0,4*	2±0,5*	3±0,3
ТПГ	280±5	250±6*	244±6*	232±6*	240±4*	250±6*	265±4*	250±5*
Ф	3,0±0,4	4,8±0,2*	7,7±0,2*	8,1±0,3*	7,3±0,3*	7,4±0,4*	6,9±0,4*	7±0,3*
Ф XIII	32±3	34±3	33±4	35±3	35±3	31±5	33±4	32±4
ФА	20±0,6	14±2,0*	8±2,0*	10±1,2*	11±1,8*	10±2,1*	12±2,5*	10±1,5*
Т	380±10	445±8*	456±7*	460±6*	479 ±5*	471±6*	469±7*	475±6*
Г	50±2	48±2	50±2	52±2	53±3	56±2*	58±3*	57±2
PKC	26±3	27 ±2	28 ± 2	30±2	22 ± 1	29±2	28±1	27±2

Примечания: ВСК — время свертывания крови (с); ВР — время рекальцификации плазмы (с); ПВ — время потребления протромбина (с); ТВ — тромбиновое время (с); СГ — время свободного гепарина (с); ТПГ — толерантность плазмы к гепарину (с); Ф — количество фибриногена (г/л); Ф XIII — фибриназа (с); ФА — фибринолитическая активность (%); Т — количество тромбоцитов (10^9 /л); Г — гематокрит (%); PKC — ретракция кровяного сгустка (%); n — число исследований; * — достоверные изменения по сравнению с исходными значениями.

уровня гепарина до 50% от исходного уровня и таким же по относительной величине к предоперационному уровню снижением фибринолитической активности. В крови обнаруживались продукты паракоагуляции. Выявленная динамика перечисленных параметров свидетельствовала об активации коагуляционного потенциала крови и снижении фибринолиза.

На двадцать пятые сутки экспериментального исследования, т.е. на момент начала периода фиксации в условиях высокогорья сохранялась повышенная коагуляционная активность крови. Время свертывания крови продолжало сокращаться — до 80,0% от исходного уровня. Характерным было устойчивое снижение времени рекальцификации бестромбоцитной плазмы. Содержание фибриногена оставалось повышенным по сравнению с предоперационным уровнем, но несколько снизилось по сравнению с предыдущим этапом эксперимента. По-прежнему оставалась угнетенной фибринолитическая активность, но по сравнению с предыдущим этапом она проявила тенденцию к увеличению. Несколько сниженным было и время свободного гепарина. Такие показатели, как количество фибриногена и тромбоцитов, в этот период оставались высокими.

К тридцать пятому дню эксперимента (двадцатый день периода фиксации в условиях высокогорья) при анализе результатов лабораторного обследования не наблюдалось признаков нормализации показателей коагулограммы. Это подтверждалось признаками угнетения фибринолиза. Так, наряду с укорочением времени свободного гепарина угнетенным оставалась и фибринолитическая активность, которая в этот период проявила тенденцию к снижению по сравнению с предыдущим этапом. Однако при этом фибриназная активность крови не претерпела существенных изменений. Как и на предыдущем этапе исследования, укороченными оставались время рекальцификации бестромбоцитной плазмы и время свертывания крови.

Практически на прежнем уровне оставалось количество фибриногена. На высоком по сравнению с дооперационным значением уровне оставалось также количество тромбоцитов, что повышало коагуляционный потенциал крови при травме в условиях высокогорья, причем такое повышение количества тромбоцитов происходило на фоне повышенного уровня гематокрита.

Сорок пятый день исследования в условиях высокогорья, т.е. через месяц после окончания периода удлинения, также характеризовался преобладанием показателя коагуляционного потенциала системы гемостаза над показателями ее фибринолитического компонента. По-прежнему не наблюдалось нормализации уровня свободного гепарина. Величина этого показателя устойчиво держалась на уровне в 2 раза меньшем, чем исходный. Наряду с укорочением времени свободного гепарина, угнетенной оставалась и фибринолитическая активность, которая по сравнению с предшествующим этапом исследования не претерпела существенных различий, но по сравнению с исходной была значительно снижена. Что касается времени свертывания цельной венозной крови и времени рекальцификации бестромбоцитной плазмы, то в обоих случаях показатели оставались уменьшенными по отношению к исходным данным. Количество тромбоцитов оставалось высоким по отношению к дооперационному уровню.

К концу экспериментального исследования при дистракционном остеосинтезе в условиях высокогорья, т.е. на пятьдесят пятые сутки, динамического равновесия между коагуляционными фибринолитическими компонентами системы гемостаза не наступало, превалировал коагуляционный потенциал крови с подавлением ее фибринолитической функции. Это подтверждалось по-прежнему высоким уровнем фибриногена по сравнению с исходным его значением. Укороченными оставались время свертывания цельной венозной крови и время рекальцификации бестромбоцитной плазмы. Фибринолитическая актив-

ность составила всего 50% от исходного значения. Время свободного гепарина оставалось несколько сниженным, но статистически не достоверным. Количество тромбоцитов оставалось на высоком уровне.

Обсуждение. При экспериментальном изучении показателей коагуляционного и фибринолитического компонентов системы гемостаза в условиях высокогорья при стабильном остеосинтезе аппаратом Илизарова, нами установлена активация коагуляционного компонента с одновременным угнетением показателей фибринолиза. Такая картина в системе гемостаза отмечается с первых дней послеоперационного периода, продолжается до середины исследования и только на 30-е сутки отмечается некоторая тенденция к нормализации показателей системы гемостаза, которая окончательно не завершается к концу опыта. Такое явление обусловлено прежде всего травматизацией тканей организма с высвобождением огромного количества тканевого тромбобластина и поступлением его в общий кровоток. Этот процесс усугубляется и проведенным оперативным вмешательством (остеосинтез берцовых костей собаки по Илизарову). При distractionном чрескостном остеосинтезе резко выделяется гиперкоагуляционная направленность в системе гемостаза с одновременным подавлением фибринолитической активности крови на всем протяжении эксперимента (рисунок). Наибольшая же выраженность гиперкоагуляционных сдвигов отмечается на 15-е сутки исследования, т.е. в конце периода distraction. Отсюда следует вывод, что наряду с такими факторами, как высокогорье и оперативное вмешательство, влияющими на гемостаз, существенное значение приобретает и дозированная distraction, которая в данном контексте может рассматриваться как пролонгированный стрессор.

Наблюдающаяся при distraction гиперкоагуляция и торможение фибринолиза, по нашему мнению, объясняется возрастанием коагулирующих свойств тканей в условиях высокогорья. При этом прокоагулянты, попадая в кровоток в повышенной концентрации, вызывают активацию свертывания крови и тромбообразования в сосудах микроциркуляторного русла [9]. Результаты эксперимента показали, что сама операция вызывает существенные изменения в коагулогическом потенциале крови, а distraction играет роль пролонгированного стрессового фактора, что приводит к усугублению гиперкоагуляции.

Выводы:

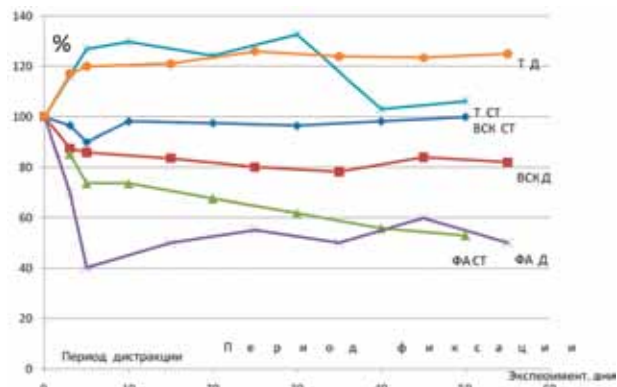
1. Чрескостный distractionный остеосинтез в условиях высокогорья вызывает значительные сдвиги в системе гемостаза, с резким преобладанием коагуляционной составляющей, что способствует формированию предтромботического состояния.

2. Удлинение сегмента конечности на фоне предтромботического состояния в условиях высокогорья повышает риск тромбоэмболических осложнений, для предотвращения чего необходимо принимать меры соответствующей профилактики.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках НИР ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздравоохранения России, номер государственной регистрации 01201155766.

Библиографический список

1. Баркаган З. С., Еремин Г. Ф., Тарасов Н. И. Критические факторы тромбогенности и их значение для прогнозирования, диагностики и патогенетически обоснованной терапии тромбозов // Сб. науч. тр. М.: Медицина, 1998. С. 45–49.



Динамика показателей системы гемостаза в процентах к исходному уровню (аббревиатуры аналогичны таковым в табл. 1 и 2, Д — при distractionном остеосинтезе, СТ — при стабильном остеосинтезе)

2. Исабаева В. А. Физиология свертывания крови в условиях природной адаптации // Сб. науч. тр. М.: Медицина, 1999. С. 88–92.

3. Исабаева В. А. Влияние на организм физических и химических факторов внешней среды на свертывающую систему крови // Сб. науч. тр. Бишкек, 1999. С. 58–62.

4. Сбродова Л. И., Ерофеев С. А. Свертывающая и фибринолитическая активность крови при удлинении голени // Гений ортопедии. 1999. № 2. С. 38–40.

5. Аранович А. М., Трофимова Е. В., Базарный В. В. Характеристика системы гемостаза при distractionном остеосинтезе // Гений ортопедии. 2004. № 4. С. 14–17.

6. Аранович А. М., Трофимова Е. В., Сашенков С. Л. Тромбоцитарный гемостаз при distractionном остеосинтезе // Известия Челябинского научного центра. 2005. № 4 (30). С. 208–211.

7. Значение режима distraction / А. А. Шрейнер, С. А. Ерофеев, М. М. Шудло [и др.] // Гений ортопедии. 1999. № 2. С. 13–18.

8. Балуда В. П., Маляровский В. Н., Ойвин И. А. Лабораторные методы исследования свертывающей системы крови. М.: Медицина, 1962. 188 с.

9. Шарабичев Ю. Т., Дудина Т. В. Показатели здоровья в цифрах и фактах: справочник. М.: Книжный Дом, 2004. 320 с.

10. Рябцев В. Г., Гордеев П. С. Профилактика и диагностика операционных тромбоэмболических осложнений. М.: Медицина, 1987. 144 с.

Translit

1. Barkagan Z. S., Eremin G. F., Tarasov N. I. Kriticheskie faktory trombogennosti i ih znachenie dlja prognozirovanija, diagnostiki i patogeneticheski obosnovannoj terapii tromboembolii // Sb. nauch. tr. M.: Medicina, 1998. S. 45–49.

2. Isabaeva V. A. Fiziologija svertyvanija krvi v uslovijah prirodnoj adaptacii // Sb. nauch. tr. M.: Medicina, 1999. S. 88–92.

3. Isabaeva V. A. Vlijanie na organizm fizicheskikh i himicheskikh faktorov vneshnej sredy na svertyvajuuju sistemju krvi // Sb. nauch. tr. Bishkek, 1999. S. 58–62.

4. Sbrodova L. I., Erofeev S. A. Svertyvajuwaja i fibrinolitičeskaja aktivnost' krvi pri udlinenii goleni // Genij ortopedii. 1999. № 2. S. 38–40.

5. Aranovich A. M., Trofimova E. V., Bazarnyj V. V. Harakteristika sistemy gemostaza pri distrakcionnom osteosinteze // Genij ortopedii. 2004. № 4. S. 14–17.

6. Aranovich A. M., Trofimova E. V., Sashenkov S. L. Trombocitarnyj gemostaz pri distrakcionnom osteosinteze // Izvestija Cheljabinskogo nauchnogo centra. 2005. № 4 (30). S. 208–211.

7. Znachenie rezhima distrakcii / A. A. Shrejner, S. A. Erofeev, M. M. Shudlo [i dr.] // Genij ortopedii. 1999. № 2. S. 13–18.

8. Baluda V. P., Maljarovskij V. N., Ojvin I. A. Laboratornye metody issledovanija svertyvajuwey sistemy krvi. M.: Medicina, 1962. 188 s.

9. Sharabichev Ju. T., Dudina T. V. Pokazateli zdorov'ja v cifrah i faktah: spravochnik. M.: Knizhnyj Dom, 2004. 320 s.

10. Ryabcev V. G., Gordeev P. S. Profilaktika i diagnostika operacionnyh tromboembolicheskikh oslozhnenij. M.: Medicina, 1987. 144 s.