

УДК 612.15:612.82:616.717/.718-001

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАКРЫТЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ**Щуров В.А., Тарчоков В.Т.***ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени акад. Г.А.Илизарова» Минздрава России, Курган, e-mail: shchurovland@mail.ru*

Проведено обследование 37 пациентов в возрасте 26–66 лет с закрытыми переломами костей плеча в процессе лечения по методу Илизарова. Определялись: максимальная аксиальная нагрузка на конечность, микроподвижность костных отломков (с помощью тензодатчика), скорость кровотока по плечевой артерии, по артериям костного регенерата, и по средним мозговым артериям. Обнаружено, что при травмах максимальная переносимая нагрузка на плечо ниже, чем при лечении переломов костей голени в 3 раза, микроподвижность костных отломков в 3 раза выше. Причина различий – в худшей защищенности артерий от внешнего механического воздействия. По мере сращения перелома плечевой кости у больных в течение 3 недель происходили: увеличение микроподвижности костных отломков, ускорение кровотока в костном регенерате и прирост скорости кровотока в средней мозговой артерии контрлатеральной стороны. В процессе последующего лечения показатели нормализовались.

Ключевые слова: перелом плечевой кости, чрескостный остеосинтез, кровоснабжение конечностей, средняя мозговая артерия

FEATURES FUNCTIONAL STATE OF PATIENTS IN THE TREATMENT OF CLOSED FRACTURES OF THE HUMERUS**Shhurov V.A., Tarchokov V.T.***The Federal State-Financed Institution «Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan, e-mail: shchurovland@mail.ru*

The study involved 37 patients aged 26–66 years with closed fractures of the shoulder in the treatment of the Ilizarov method. Determine: the maximum axial load on the limb bone fragments micromotion (using load cells), the rate of blood flow in the brachial artery, the arteries regenerate bone, and the middle cerebral artery. It was found that the maximum tolerated trauma load shoulder is lower than in the treatment of tibial fractures in three times, and the micromotion of the bone fragments 3 times higher. The reason for the differences – in the worst artery protection against external mechanical influences. As humerus fracture healing in patients for 3 weeks occurred: increase micromobility bone fragments, acceleration of blood flow in the bone regenerate and increase in blood flow velocity in the middle cerebral artery of the contralateral side. During the subsequent treatment parameters normalized.

Keywords: fracture of the humerus, transosseous osteosynthesis, the blood supply to the extremities, middle cerebral artery

Переломы плечевой кости составляют 5% от общего числа переломов костей скелета. При лечении переломов плечевой кости целесообразно отдавать предпочтение малотравматичному закрытому методу чрескостного остеосинтеза по Илизарову, предусматривающему точную репозицию костей и надежную фиксацию отломков на весь период лечения до их сращения [1]. Техническая трудность остеосинтеза плечевой кости заключается в близости проксимального конца плеча к корпусу и необходимости сохранения движений в локтевом суставе, что не позволяет использовать применяемую при лечении костей голени классическую схему с использованием 3–4 циркулярных опор [2]. Это снижает жесткость фиксации костных отломков плечевой кости.

Тем не менее Илизаров при лечении больных с закрытыми переломами как плечевой кости, так и костей голени, рекомендовал придерживаться одинаковых оптимальных сроков фиксации – 54 дня [3].

Особенностями при лечении перелома плечевой кости у больных является падение

работоспособности больных при сохранении локомоторной активности. Для сращения переломов костей большое значение имеют особенности их кровоснабжения, более интенсивного на плече [4, 5, 6].

Целью настоящего исследования была оценка опороспособности плеча, реологических свойств костного регенерата, его кровоснабжения при лечении по Илизарову закрытых диафизарных переломов плечевой кости.

Материалы и методы исследования

Обследовано 37 пациентов с закрытыми диафизарными переломами плечевой кости в условиях лечения по методу Илизарова. Возраст больных – от 26 до 66 лет (40 ± 3), женщин – 10 чел., срок фиксации в момент обследования – от 3 до 94 дней (22 ± 6).

У всех пациентов определялась линейная скорость кровотока по магистральным артериям верхних конечностей с помощью датчиков, работающих на частотах 4 и 8 МГц [6], а также линейная скорость кровотока по мозговым артериям с помощью датчика на 2 МГц компьютеризированного диагностического комплекса «Ангиодин-2КМ» производственного объединения «БИОСС» (Россия). Исследование скорости кровотока по средней мозговой артерии (СМА) прово-

дилось в покое в положении лёжа на спине и повторно при проведении функциональных проб со сжатием эластического кистевого эспандера. Кроме того, определялся индекс вазомоторной реактивности СМА после проведения проб с минутным апное и последующим гиперпное. Исследование скорости кровотока в зоне костного регенерата осуществлялось с помощью датчика с несущей частотой 8 МГц при ступенчато возрастающем по 5 кГц функциональном нагружении плеча. Определялась микроподвижность отломков плечевой кости при дозированном аксиальном нагружении соответствующей конечности [7]. При этом тензометрически регистрировалось изменение расстояния между спицами, выходящими из кости выше и ниже зоны перелома.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL-2010. Для оценки достоверности различий результатов использовали t-критерий Стьюдента. Применяли методы корреляционного и регрессионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Линейная скорость кровотока была наиболее высокой в подключичной и плечевой артериях, меньше по лучевой и ещё меньше по локтевой артерии (табл. 1). Не выявлено прироста показателей кровотока на поврежденной стороне по сравнению с интактной.

Причина в том, что в условиях травмы регуляция объёмной скорости кровотока на конечностях осуществляется в основном за счет изменения просвета артерий. Это, по-видимому, позволяет сохранить оптимальную структуру потока крови через сосуды с различным диаметром и свойствами стенок.

В процессе лечения больных соотношение скорости кровотока по плечевым артериям пораженной и интактной сторон неуклонно снижалось (рис. 1). В процессе лечения больных с переломом плечевой кости (t, дни) соотношение показателя на травмированной и интактной конечностях снижалось ($V_p/V_i = 1,0 - 0,002 \cdot t$; $R^2 = 0,242$), что можно объяснить увеличением просвета артерий поврежденной конечности.

Особенностью мозгового кровотока является то, что в них ауторегуляция кровотока осуществляется в основном за счет изменений его линейной скорости. Величина соотношения скоростей кровотока по СМА контрлатеральной и ипсилатеральной сторон в процессе лечения возрастала в течение первых 2–4 недель фиксации, достигая при этом в среднем 120%, а затем нормализовалась (рис. 2).

Таблица 1
Максимальная систолическая скорость кровотока по артериям (см/с)
у 37 больных в процессе лечения ($M \pm m$)

Сторона	Подключичная артерия	Плечевая артерия	Лучевая артерия	Локтевая артерия	Мозговые артерии		
					Передняя	Средняя	Задняя
Поврежденная	82,9 ± 4,6	60,9 ± 3,4	49,3 ± 3,7	31,8 ± 5,7	89,1 ± 7,7	77,4 ± 4,0	65,9 ± 4,9
Контрлатер.	84,7 ± 4,6	68,6 ± 5,2	43,3 ± 3,1	39,0 ± 9,4	81,1 ± 6,5	82,5 ± 4,7	64,0 ± 5,0
Соотношение	98%	89%	114%	82%	110%	94%	103%

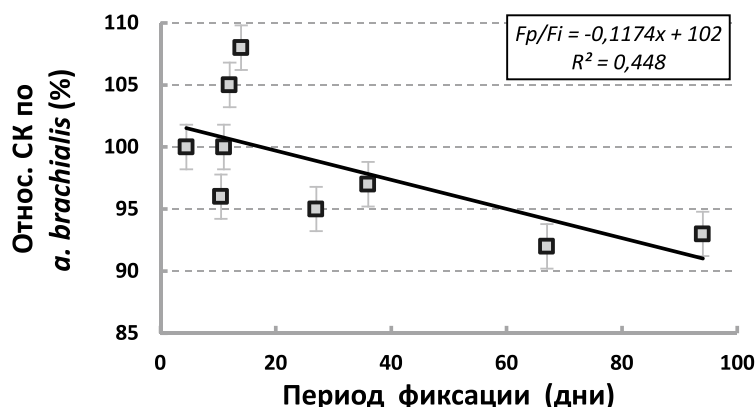


Рис. 1. Динамика соотношения скоростей кровотока по плечевым артериям в процессе лечения больных

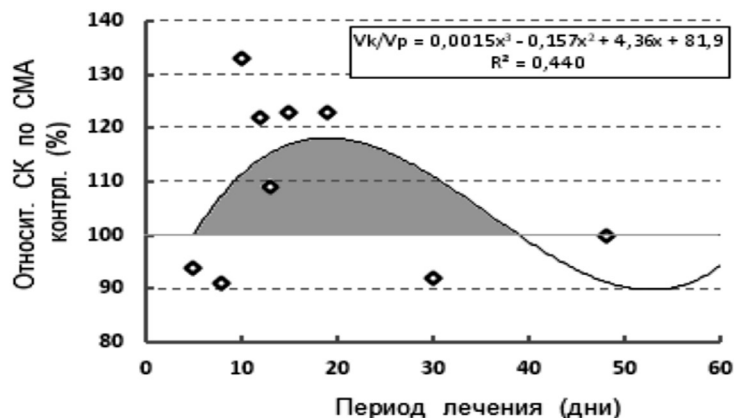


Рис. 2. Динамика соотношения скоростей кровотока по артериям мозга в процессе лечения больных

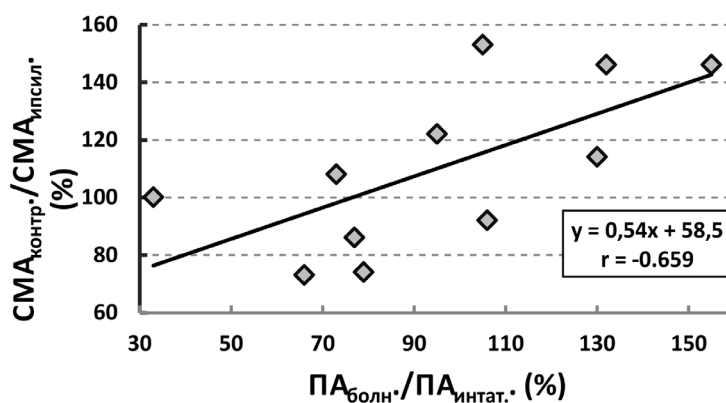


Рис. 3. Взаимосвязь величин относительной скорости кровотока в артерии поврежденного плеча и в СМА на контрлатеральной стороне в процессе лечения больных

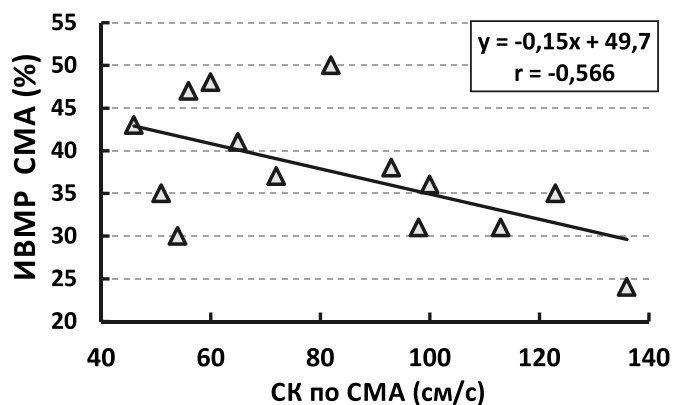


Рис. 4. Зависимость индекса вазомоторной реактивности от скорости кровотока по СМА у больных с травмами плеча

С увеличением возраста пациентов скорость кровотока по СМА становилась меньше. Особенно существенно после 30 лет снижалось соотношение скоростей кровотока на

контрлатеральной и ипсилатеральных сторонах мозга ($V_r/V_i = 125,6 - 0,43 \cdot t$; $R^2 = 0,771$).

Относительная скорость кровотока по плечевой артерии на поврежденной стороне

находилась в линейной взаимосвязи с относительной скоростью кровотока по средней мозговой артерии (СМА) контрлатеральной стороны (рис. 3).

Для того, чтобы понять причину увеличения скорости кровотока по артериям мозга при повреждениях конечности, необходимо рассмотреть величину индекса вазомоторной реактивности (ИВМР) СМА. По мере повышения значений скорости кровотока по СМА величина ИВМР становилась меньше (рис. 4). То есть, при проведении функциональных проб, в частности, ишемической пробы Штанге, реакция сосуда на накопление в крови углекислоты снижалась. Отсюда можно сделать заключение, что одной из причин увеличения скорости кровотока в мозговых артериях в состоянии покоя является повышение метаболизма тканей, повышение потребности в кислороде и накопление углекислоты.

Помимо сроков лечения для интенсивности кровоснабжения головного мозга имел

значение возраст пациентов. Наибольший прирост СК по СМА контрлатеральной стороны наблюдался у больных подросткового и первого взрослого возраста (рис. 5). После 65 лет реакция избирательного перераспределения кровотока по сосудам отсутствовала.

При анализе переносимой функциональной аксиально направленной нагрузки на плечо выявлено, что она составляет в среднем 15 ± 1 кГс, что вдвое меньше, чем нагрузка у пациентов с травмами нижних конечностей.

Микроподвижность костных отломков (L, мкм) у больных с переломами плеча составила в среднем 153 ± 29 мкм/10 кГс что в 2–3 раза выше, чем цифры, характерные для больных с переломами костей голени [8]. В течение первых 3 недель лечения показатель микроподвижности костных отломков имел тенденцию к увеличению в связи с краевой резорбцией костных отломков, а затем неуклонно снижался (рис. 6).

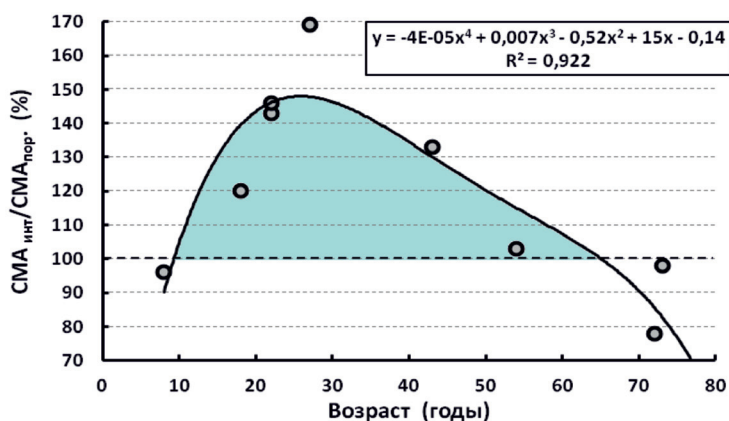


Рис. 5. Возрастная динамика соотношения СК по плечевой артерии интактной и поврежденной сторон

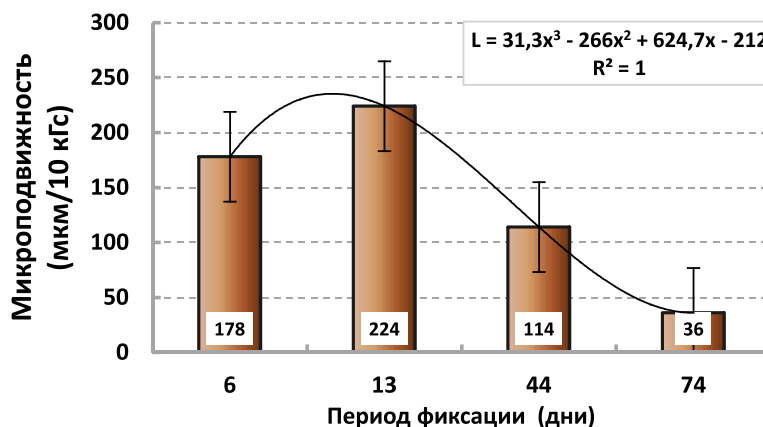


Рис. 6. Динамика микроподвижности костных отломков при лечении больных

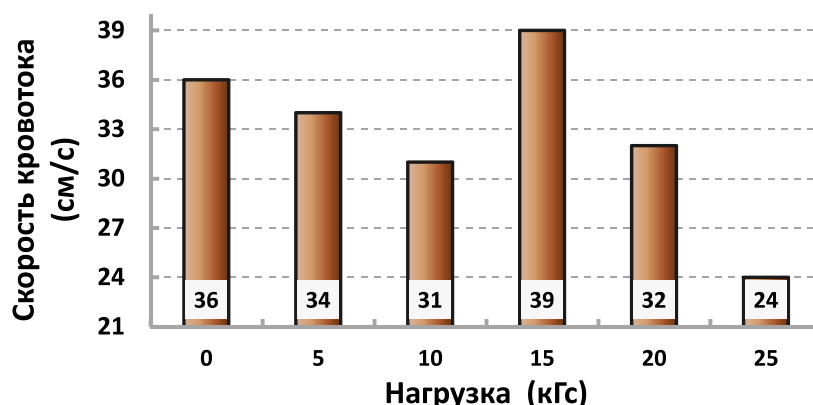


Рис. 7. Динамика скорости кровотока в регенерате плечевой кости при увеличении осевой нагрузки на конечность

При этом, чем больше была микроподвижность костных отломков плеча (L , мкм), тем меньше прирост скорости кровотока по СМА контрлатеральной стороны при проведении функциональной пробы с кистевым эспандером: $V_k = 0,015 - 0,0002 \cdot L$; $R^2 = 0,699$.

Скорость кровотока в артериях костного регенерата плеча равнялась $32,4 \pm 3,4$ см/с. При проведении пробы с возрастающей осевой нагрузкой на плечо скорость кровотока в артериях начинала снижаться. При достижении нагрузки 15 кгс наблюдался временный прирост показателя, связанный со снижением давления в стенке артерий и снижением сосудистого сопротивления (рис. 7). Дальнейшее повышение давления приводило к снижению скорости кровотока и появлению болевых ощущений. Такая реакция микрососудов костного регенерата свидетельствует о их недостаточной защищенности окружающими тканевыми структурами. В этом принципиальное отличие плечевой кости от длинных костей нижних конечностей.

Таким образом, в процессе заживления сломанной плечевой кости при чрескостном остеосинтезе по Илизарову изменения гемодинамических параметров, обеспечивающих метаболические потребности тканей, наблюдаются не только на поврежденной конечности, но и в соответствующих структурах ЦНС, ответственных за иннервацию этой конечности. По мере сращения перелома костей у больных происходила нормализация кровотока в артериях конечности и исчезал эффект ускорения кровотока по СМА контрлатеральной стороны.

По-видимому, динамика и исход лечения заболеваний и травм конечностей определяется не только состоянием поврежденных тканей, но и состоянием регулирующих центров головного мозга, которые осуществляют управление движениями, и в них самих происходят соответствующие изменения метаболизма. Такие изменения в состоянии регулирующих конечность структурах мозга могут оказывать существенное влияние на динамику обменных процессов в тканях конечности. Отсюда так важно в процессе лечения больных адекватно воздействовать на состояние нервных центров. К таким воздействиям можно отнести и наличие на конечности самого аппарата внешней фиксации, позволяющего совмещать по времени процессы лечебной и функциональной реабилитации.

Выводы

1. Опороспособность травмированного плеча в процессе лечения составляет 15 кгс, что более чем в 3 раза ниже, чем опороспособность костей нижних конечностей. Податливость костного регенерата плеча в процессе лечения больных 153 мкм/10 кгс, что соответственно выше податливости при лечении больных с закрытыми винтообразными переломами костей голени.

2. Величина линейной скорости кровотока по магистральным артериям травмированной верхней конечности практически не изменена, но ускорена по средней мозговой артерии у больных первого взрослого возраста. Прирост показателя достигал

максимума на 3-й неделе лечения. По мере сращения перелома костей у больных происходила нормализация кровотока в артериях конечности и исчезал эффект ускорения кровотока по СМА контрлатеральной стороны.

Список литературы

1. Щуров В.А., Мацукатов А.Ф. Способ оценки состояния костного регенерата // Патент РФ. № 2503415. МПК Ф 61 И 8/06. 2014.
2. Илизаров Г.А., Девятков А.А. Возможности чрескостного остеосинтеза при лечении переломов костей // Матер. Всеросс. научн. конф.: Лечение переломов и их последствий методом чрескостного остеосинтеза. Курган, 1979. – С. 4–8.
3. Шевцов В.И., Швед С.И., Сысенко Ю.М. Лечение больных с переломами плечевой кости и их последствиями методом чрескостного остеосинтеза. – Курган, 1995. – 224 с.
4. Лаврищева Г.И., Карпов С.П., Бачу И.С. Регенерация и кровоснабжение кости. – Кишинев: «Штиница», 1981. – 168 с.
5. Ручкина И.В., Дьячков А.Н. Роль мягких тканей в заживлении переломов и дефектов трубчатых костей (обзор литературы) // Гений ортопедии. – 2005. – № 4. – С. 162–167.
6. Фомичева О.А. Морфология и васкуляризация плечевой кости в связи с типами телосложения взрослых людей // Дисс. ...канд. мед. наук. – Волгоград, 2007. – 156 с.
7. Щуров В.А. Податливость и кровоснабжение дистракционного регенерата // Российский журнал биомеханики. – 2014. – № 4. – С. 471–478.
8. Щуров И.В. Механические и биологические аспекты в лечении методом чрескостного остеосинтеза больных с закрытыми диафизарными переломами костей голени // Дисс...канд. мед. наук. – Курган, 2010. – 138 с.