

УДК 612.15:[616.717.4:616.718.5/.6]-003.93

DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-51-56

В. А. ЩУРОВ

Динамика скорости кровотока по артериям костного регенерата конечностей и мозгового кровотока при выполнении функциональных проб и изменении режима лечения

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" имени академика Г. А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия
640014, Россия, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6.
e-mail: shchurovland@mail.ru

Статья поступила в редакцию 11.12.18; принята к печати 28.12.18

Резюме

Проанализированы результаты сравнительного исследования линейной скорости кровотока в артериях костного регенерата у пациентов с переломами костей голени и плеча и в процессе лечения по методу Илизарова. Исследования проводили в покое и при выполнении ряда функциональных проб (ортостатической, мышечной и с дозированной осевой нагрузкой на конечность). Оценивали влияние нагрузок на состояние регионарного и церебрального кровотока в условиях стационарного лечения и после перевода пациентов на амбулаторный режим лечения.

Материал и методы. Обследованы 41 взрослый пациент с закрытым диафизарным переломом плечевой кости и 57 пациентов с переломом костей голени. Кровоток в регенерате и по средним мозговым артериям определяли методом ультразвуковой доплерографии.

Результаты. При увеличении функциональной нагрузки на конечность у пациентов с переломами плечевой и большеберцовой костей соответственно до 10 и 30 кгс наблюдалось временное увеличение скорости кровотока в артериях костного регенерата. Большие значения нагрузки на голень, сопровождающейся ускорением кровотока, свидетельствуют о лучшей защищенности сосудистого русла регенерата большеберцовой кости. Величина снижения скорости кровотока в регенерате голени, возникающего при поведении ортостатической пробы, в процессе лечения больных увеличивалась от 21 до 37 % и свидетельствовала о повышении реактивности сосудистого русла. У больных с травмой плеча и голени перевод на амбулаторный режим лечения сопровождался статистически значимым ($p \leq 0,001$) увеличением длительности периода фиксации соответственно до 82 ± 3 и до 94 ± 7 дней, снижением возросшей скорости кровотока по средней мозговой артерии на контрлатеральной стороне на 43 и 57 % и повышением магнитуды изменений показателя скорости мозгового кровотока при функциональной мышечной пробе на 50 и 67 %.

Ключевые слова: переломы костей, чрескостный остеосинтез, кровоснабжение регенерата, скорость мозгового кровотока, амбулаторный режим лечения

Для цитирования: Щуров В. А. Динамика скорости кровотока по артериям костного регенерата конечностей и мозгового кровотока при выполнении функциональных проб и изменении режима лечения. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018;17(4):51–56. Doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-51-56

UDC 612.15:[616.717.4:616.718.5/.6]-003.93

DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-51-56

V. A. SCHUROV

Dynamics of the speed of blood flow in the arteries of the bone regenerate of the limbs and in the brain arteries during functional tests and changes in the treatment mode

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center» Restorative Traumatology and Orthopaedics» of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kurgan, Russia
640014, Russia, Kurgan, M. Ulyanova street, 6
e-mail: rjik532007@rambler.ru

Received 11.12.18; accepted 28.12.18

Summary

The results of a comparative study of the linear velocity of blood flow in the arteries of the bone regenerate in patients with fractures of the leg and shoulder bones and in the process of Ilizarov treatment are analyzed. Studies were conducted at rest and when performing a number of functional tests (orthostatic, muscular and with a dosed axial load on the limb). The effect of stress on the state of regional and cerebral blood flow in the conditions of inpatient treatment and after the transfer of patients to the outpatient treatment regimen was assessed.

Material and methods. 41 adult patients with a closed diaphyseal fracture of the humerus and 57 patients with a fracture of the tibia bones during Ilizarov treatment were examined. The blood flow in the regenerate and along the middle cerebral arteries was determined by the method of ultrasonic doppler sonography.

Results. With an increase in the functional load on the limb in patients with fractures of the humerus and tibial bones, respectively, up to 10 and 30 kgf, a temporary increase in the blood flow velocity in the arteries of the bone regenerate was observed. Large values of the load on the lower leg, accompanied by the acceleration of blood flow, indicate a better protection of the vascular bed of the tibial regenerate. The magnitude of the decrease in blood flow velocity in the regeneration of the lower leg arising from the behavior of an orthostatic test in the course of treating patients increased from 21 to 37 %, and indicated an increase in the reactivity of the vascular bed. In patients with injuries of the shoulder and lower leg, the transfer to the outpatient treatment regimen was accompanied by a statistically significant ($p \leq 0.001$) increase in the duration of the fixation period, respectively, to 82 ± 3 and 94 ± 7 days, a decrease in the increased blood flow velocity in the middle cerebral artery on the contralateral side by 43 % and 57 % and an increase in the magnitude of changes in cerebral blood flow rate during functional muscle test by 50 and 67 %.

Keywords: bone fractures, transosseous osteosynthesis, regenerate blood supply, cerebral blood flow rate, outpatient treatment regimen

For citation: Schurov V. A. Dynamics of the speed of blood flow in the arteries of the bone regenerate of the limbs and in the brain arteries during functional tests and changes in the treatment mode. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2018;17(4):51–56. Doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-51-56

Введение

Согласно убеждению Г. А. Илизарова, одним из условий успешной регенерации тканей при лечении заболеваний и травм конечностей является адекватность их кровоснабжения [1–3]. Адекватное кровоснабжение тканей не только обеспечивает развитие органов опорно-двигательной системы у детей в процессе их естественного роста, но и способно активно влиять на их репаративную регенерацию после повреждения [4–6], а также способствовать изменению скорости продольного роста конечностей [7, 8]. По мере увеличения возраста у детей замедляется скорость продольного роста и уменьшается интенсивность кровоснабжения конечностей [8], а у взрослых людей уменьшается интенсивность кровоснабжения центров головного мозга и масса тканей конечностей [9–12]. У пожилых людей скорость кровотока (СК) в артериях конечностей снижается в среднем на 30 % [13]. С возрастным снижением регионарной СК замедляется регенерация тканей [14], увеличивается длительность заживления переломов костей [15, 16].

Практическое использование показателей СК для анализа функционального состояния тканей конечностей затруднено, поскольку в состоянии физического покоя эти показатели малоинформативны. Параметры кровотока при этом соответствуют метаболическим потребностям тканей. Чтобы выявить нарушения в системе циркуляции, применяются различные функциональные нагрузочные пробы [8]. Особенно актуально исследование кровоснабжения костного регенерата, находящегося между отломками костей и подвергающегося нагрузкам при движениях конечностей, поскольку нарушение его трофики может приводить к задержке заживления перелома [2, 14]. Защита сосудистого русла конечностей определяется прохождением их в костных и межкостных каналах, среди межмышечных перегородок, а также демпфированием прилагаемых внешних нагрузок в мягких тканях [17]. Кроме того, состояние избирательного перераспределения скорости кровотока в тканях зависит от адекватности реакций соответствующих центров головного мозга, о состоянии которых можно судить по интенсивности их кровоснабжения [12].

Целью работы был сравнительный анализ кровоснабжения регенерата костей плеча и голени для оценки формирования региональных и системных механизмов защиты сосудистого русла у больных с диафизарными переломами костей конечностей при лечении больных по методу Илизарова.

Материал и методы исследования

Исследования выполнены у 2 групп больных. Первую составили пациенты с закрытыми диафизарными переломами плечевой кости (41 человек). Возраст больных – от 24 до 66 лет (43 ± 3), срок фиксации кости в момент обследования – от 3 до 94 дней (22 ± 6). Во вторую группу вошли 57 больных (возраст – от 21 до 64, в среднем 43 ± 4 года) с закрытыми диафизарными переломами берцовых костей. Срок фиксации – от 3 до 110 дней. Все больные начинали лечение по методу Илизарова в стационарных условиях, а в дальнейшем (с 15-го дня) переводились на амбулаторный режим лечения.

Линейная скорость кровотока регистрировалась после индикации сигнала в зоне костной регенерации по передневноутренней поверхности большеберцовой кости или по наружной поверхности плечевой кости с помощью датчика с несущей частотой 8 МГц диагностической установки «Ангиодин-2КМ» (производственное объединение «БИОСС», Россия) [18]. Запись производилась в покое, в первой группе в положении «сидя», во второй – «лежа». Регистрация повторялась при ступенчато возрастающем аксиально направленном функциональном нагружении сегмента конечности на весах (расположенные на столе при обследовании больных 1-й группы или на полу – у больных 2-й группы) в положении «стоя» [19, 20]. Влияние кровотока в микрососудах мягких тканях над костью исключалось, поскольку сигнал от них был подпороговым и отсутствовал при рабочем давлении датчиком на ткани.

Кроме того, с помощью датчика на 2 МГц через транстемпоральное акустическое окно оценивалась скорость кровотока по средним мозговым артериям (СМА) в положении «лежа» в покое, а также при субмаксимальном по силе сжатии с помощью мышц

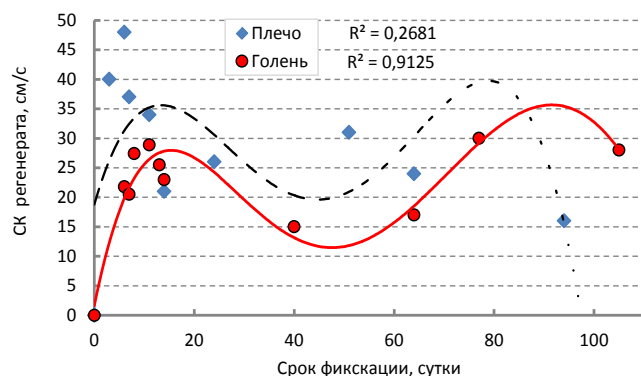


Рис. 1. Динамика скорости кровотока в костном регенерате плеча и голени

Fig. 1. Dynamics of blood flow velocity in the bone regenerate of the shoulder and lower leg

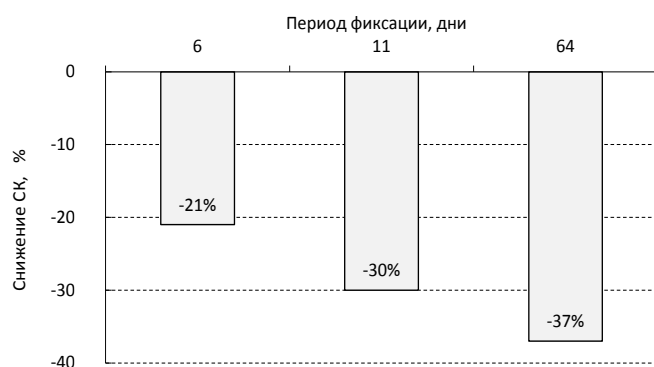


Рис. 3. Снижение скорости кровотока по артериям регенерата голени при ортостатической пробе

Fig. 3. Reduction of blood flow velocity in the arteries of the regenerate tibia during an orthostatic test

кистевых схвата эластического эспандера последовательно правой и левой конечности. При этом оценивался максимальный размах (магнитуда) изменений скорости кровотока по артериям мозга [12].

Для оценки реактивности сосудистого русла регенерата костей голени определялась его реакция при ортостатической пробе, когда внутрисосудистое давление на голени возрастало в среднем на 70 мм рт. ст. [21]. У больных с травмой плеча изменение положения тела не влияло на уровень давления в артериях плеча относительно уровня давления в дуге аорты.

Кроме того, для сравнительного анализа формирования системы защиты сосудистого русла костного регенерата плеча и голени проводилась функциональная проба с приложением к верхним и нижним конечностям дозированной с шагом по 5 кгс аксиально направленной нагрузки. Исследования состояния регионарного и мозгового кровотока выполнялись у больных обеих групп при лечении в условиях стационара, где локомоторная активность не превышала 2 км в сутки [22], и после перевода пациентов на амбулаторный режим лечения с более высоким двигательным режимом.

Выполнение данного исследования на пациентах было одобрено комитетом по этике ФГБУ «РНИЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России. Оно осуществлялось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской

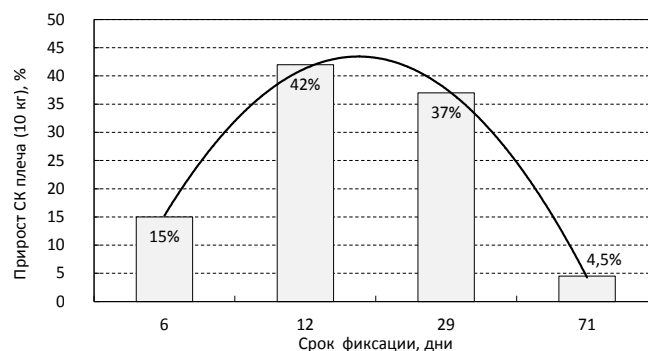


Рис. 2. Прирост СК по артериям регенерата плеча при увеличении нагрузки от 5 до 10 кгс в период лечения больных

Fig. 2. Increase of the intensity of the arteries of the shoulder regenerate with increasing load from 5 to 10 kgf during the treatment of patients

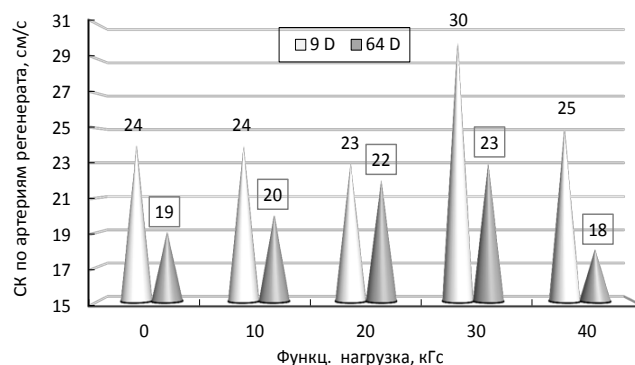


Рис. 4. Скорость кровотока по артериям регенерата голени при увеличении нагрузки на конечность в первые и последние недели лечения

Fig. 4. Blood flow velocity in the arteries of the regenerate tibia with an increase in the load on the limb in the first and last weeks of treatment

декларации 1964 г. и ее последующих поправках. Пациенты подписали информированное добровольное согласие на проведение диагностических исследований и публикацию данных без идентификации личности.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с помощью стандартного пакета анализа данных «Microsoft EXCEL-2010». Нормальность распределения эмпирических выборок подтверждена с помощью модифицированного критерия Колмогорова. Для оценки статистической значимости различий результатов в случае анализа двух выборок использовали t-критерий Стьюдента для независимых выборок. На графиках при анализе динамики изменения показателей применяли аппроксимацию усредненных данных с помощью методов корреляционного и линейного регрессионного анализов с определением индекса детерминации R^2 .

Результаты исследования и их обсуждение

Линейная скорость кровотока в артериях регенерата плеча в состоянии физического покоя на 7-й, 14-й и 60-й дни после операции составила соответственно 36 ± 4 , 29 ± 3 и 28 ± 5 см/с, в регенерате голени в положении больных «лежа» – соответственно 32 ± 3 , 35 ± 3 и 30 ± 2 см/с. Скорость кровотока в процессе лечения была повышенной в первые 2 недели лечения, в течение месяца фиксации показатели снижались, но

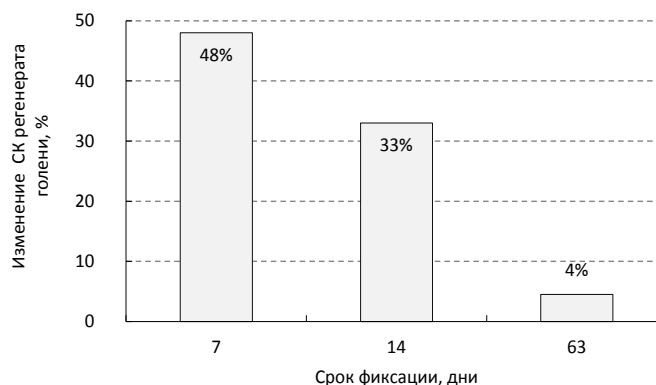


Рис. 5. Прирост скорости кровотока в сосудах регенерата голени в период фиксации

Fig. 5. The increase in blood flow velocity in the vessels of the regenerate tibia during the period of fixation

затем вновь возрастали, что связано с увеличением нагрузки на конечности после перевода пациентов на амбулаторный режим лечения (рис. 1).

На плече проведение функциональной пробы с увеличением осевой нагрузки до 10 кгс приводило к увеличению линейной скорости кровотока вследствие повышения внешнего давления на стенки артерий, снижения в этой связи интрамурального давления и, в соответствии с законом Остроумова – Бейлиса, увеличением просвета сосудов. Эта реакция, наиболее выраженная на 2–4-й неделях периода

фиксации костных отломков, практически отсутствовала в конце периода лечения (рис. 2), что связано с компактизацией костного регенерата и повышением защиты сосудистого русла при воздействии внешних механических факторов.

На голени скорость кровотока по артериям регенерата существенно снижалась при переходе пациентов из положения «лежа» в позу «стоя» (рис. 3). Чем больше срок фиксации, тем более выражено снижение скорости кровотока. Такое снижение связано с реакцией стенок артерий и прекапилляров на повышение внутрисосудистого давления, предупреждающего трансмиссию повышающегося давления крови в микроциркуляторное русло.

Скорость кровотока на голени при функциональной нагрузке 30 кгс достигала максимума (рис. 4). Этот прирост скорости кровотока в первые недели периода фиксации составлял 30 %, а в конце периода снижался до 4 %.

Следовательно, чем больше был срок фиксации, тем менее выраженным был эффект влияния внешней функциональной нагрузки на скорость кровотока в артериях регенерата (рис. 5), поскольку у пациентов постепенно формировалась система защиты циркуляторного русла костного регенерата.

Обнаружена тесная функциональная взаимосвязь скорости кровотока поврежденной конечности и центров контрлатеральной стороны головного мозга,

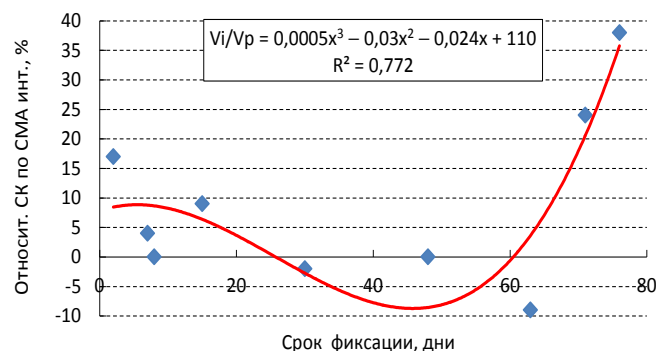


Рис. 6. Прирост (снижение) СК по СМА контрлатеральной стороны мозга по сравнению с инсультальной у больных с травмами плеча

Fig. 6. The dynamics of the IC on the MCA of the contralateral side of the brain compared to the insulator in patients with shoulder injuries

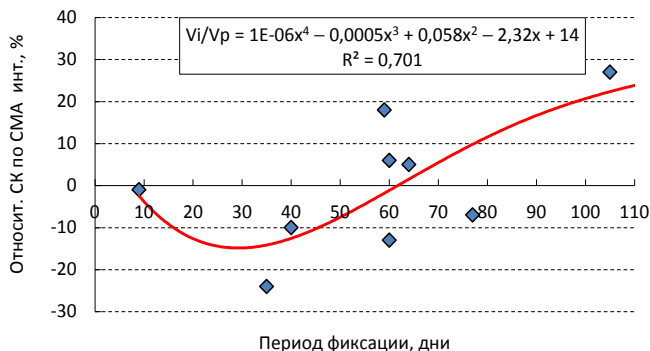


Рис. 7. Прирост (снижение) СК по СМА контрлатеральной стороны мозга по сравнению с инсультальной у больных с травмами голени

Fig. 7. The increase (decrease) of the IC on the MCA of the contralateral side of the brain compared to the insulator in patients with lower leg injuries

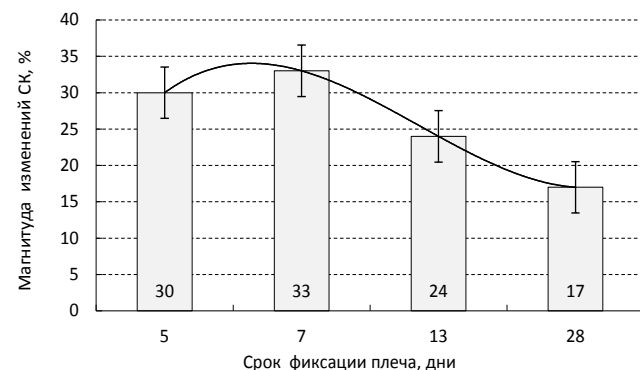


Рис. 8. Magnitude of BFW changes in MCA in functional muscle test in patients with shoulder injury

Fig. 8. Magnitude of BFW changes in MCA in functional muscle test in patients with shoulder injury

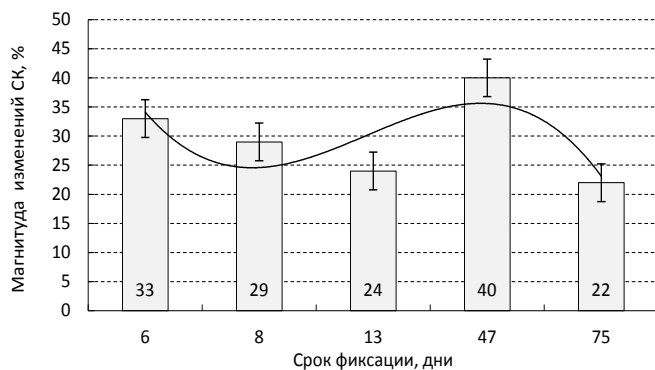


Рис. 9. Magnitude of BFW changes along MCA in functional muscle test in patients with lower leg injury

Fig. 9. Magnitude of BFW changes along MCA in functional muscle test in patients with lower leg injury

входящих в бассейн средней мозговой артерии. При этом по мере заживления перелома становилась относительно выше скорость кровотока по СМА контрлатеральной стороны тела [12]. Эта скорость кровотока увеличивалась у больных обеих групп после временного периода снижения, связанного с переводом больных на амбулаторный режим лечения (рис. 6; 7).

Важнейшим показателем состояния ауторегуляции мозгового кровотока является магнитуа изменений скорости мозгового кровотока при работе мышц кистевого схвата каждой из конечностей. У здоровых людей даже в старческом возрасте, в условиях существенного снижения абсолютных величин СК, эта магнитуа сохраняется на уровне 20–25 % [12]. У больных с переломами плечевой кости магнитуа повышена в первые дни после травмы и наложения чрескостного аппарата (рис. 8).

У больных с переломами костей голени магнитуа также повышена в первые дни после травмы. Последующий период повышения показателя наблюдался после перевода пациентов на амбулаторный режим лечения. Величина магнитуды нормализовалась лишь в последние недели периода фиксации (рис. 9).

При лечении по методу Илизарова у больных с переломами плечевой кости прирост скорости кровотока в артериях регенерата наблюдался при меньших величинах функциональной нагрузки на конечность, чем при переломах костей голени (соответственно 10–15 и 30–40 гГс). Это различие отражает относительно большие функциональные возможности костного регенерата нижних конечностей, возрастающие в процессе лечения. В процессе лечения выраженность реакции прироста скорости кровотока при нагрузке снижалась до минимальных значений, что свидетельствует о повышении степени защищенности сосудистого русла костного регенерата. В свою очередь, артерии костного регенерата голени становились более чувствительными к ортостатическому увеличению внутрисосудистого давления крови при проведении ортостатической пробы.

Перевод больных на амбулаторный режим лечения позволил существенно повысить показатель «оборота койки», тем самым увеличив оперативную активность врачей, оказывающих большему числу пациентов высококвалифицированную травматологическую помощь. Пациенты же получили, в свою очередь, возможность в период лечения находиться в кругу семьи. Однако неизбежное увеличение двигательной активности и возросшая нагрузка на конечности приводили к повышению микроподвижности костных отломков [18, 20]. Длительность периода фиксации у больных обследуемых групп возросла с 54 ± 2 и 59 ± 2 соответственно до 82 ± 3 ($p \leq 0,001$) и 94 ± 7 суток ($p \leq 0,001$).

К благоприятным последствиям изменения режима лечения можно отнести также то, что у больных включались собственные механизмы не только защиты циркуляторного русла, но улучшения фиксации отломков за счет образования периостальной костной мозоли [23]. В результате этого после окончания лечения у больных существенно сократился период

функциональной реабилитации. Определение скорости церебрального кровотока позволило оценивать его перераспределение между центрами головного мозга на контрлатеральной и ипсилатеральной сторонах и выявить причину формирования системы избирательного ускорения кровоснабжения костного регенерата поврежденной конечности.

Благодарность / Acknowledgements

Автор приносит искреннюю благодарность коллективу сотрудников ортопедо-травматологического отделения № 1 РНЦ «ВТО», возглавляемому канд. мед. наук Сергеем Петровичем Бойчуком, проводившем лечение больных с травмой плеча и голени по методу Илизарова, которые приняли участие в физиологическом обследовании. / The author brings sincere thanks to the staff of the staff of the Orthopedic and Traumatology Department No. 1 of the RNC «VTO», headed by Cand. honey. Sergey Petrovich Boichuk, who treated patients with shoulder and leg injuries according to the Ilizarov method, who took part in a physiological examination.

Работа выполнена без финансовой поддержки спонсоров. / The work was performed without financial support from sponsors.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Литература / References

- Илизаров Г. А., Мархашов А. М. Кровоснабжение позвоночника и влияние на его форму изменений трофики и нагрузки. – Челябинск: Ю-Урал. кн. изд-во, 1981. – 223 с. [Ilizarov GA, Markhashov AM. Spinal blood supply and influence on its form of changes in trophism and load. Chelyabinsk, Yu-Ural book publishing house, 1981. 223 p. (In Russ.)].
- Ilizarov GA. Transosseous osteosynthesis. Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue. Heidelberg, Springer-Verlag, 1990:799.
- Щуров В. А. Принцип адекватности кровоснабжения тканей – один из постулатов учения Г. А. Илизарова // Патол. физиол. и эксперим. терапия. – 2018. – Т. 62, № 3. – С. 44–48. [Schurov VA. The principle of adequate blood supply to the tissues is one of the tenets of the teachings of G. A. Ilizarov. Patol. Physiology and experiment. therapy. 2018;62(3):44–48]. DOI: <https://doi.org/10.25557/0031-2991.2018.03.44-48>.
- Marenzana M, Arnett T. The key role of the blood supply to bone. Bone Res. 2013;3:203–215. Doi: 10.4248/BR201303001.
- Chim SM, Tickner J, Chow ST et al. Angiogenic factors in bone local environment. Cytokine Growth Factor Rev. 2013;24:297–310. Doi: 10.1016/j.cytogfr.2013.03.008. Epub 2013 Apr 20.
- Свешников А. А. Минеральная плотность костей скелета, масса мышц и проблемы профилактики переломов. Гл. 16: Роль кровообращения в развитии остеопороза. – Академия Естествознания, 2013. [Sveshnikov AA. Skeleton bones mineral density, muscle mass and fracture prevention problems. Chapter 16. The role of blood circulation in the development of osteoporosis. Publishing House of the Academy of Natural Sciences, 2013. (In Russ.)].
- Kelly PJ, Montgomery RJ, Bronk JT. Reaction of the circulatory system to injury and regeneration. Clin. Orthop. 1990;254:175–285.

8. Щуров В. А. Регионарная гемодинамика при лечении заболеваний и травм конечностей // *Lad Lambert Academic Publishing. Deutschland, Saarbrücken*, 2016. 195 p. [Schurov V. A. Regionarnaya gemodinamika pri lechenii zabolevanij i travm konechnostej. *Lad Lambert Academic Publishing. Deutschland, Saarbrücken*, 2016:195].
9. Ray RD, Kawabata M, Galante J. Experimental study of peripheral circulation and bone growth. An experimental method for the quantitative determination of bone blood flow. *Clin Orthop Relat Res*. 1967;54:175–185.
10. Enjolras O, Chapot R, Merland JJ. Vascular anomalies and the growth of limbs: a review. *J Pediatr. Orthop B*. 2004;13:349–357.
11. Kanczler JM., Oreffo ROC. Jsteogenesis and angiogenesis: The potential for Engineering. *European Cells and Materials*. 2008;15:100–114. Doi: 10.22203/eCM.v015a08.
12. Щуров В. А. Ауторегуляция церебральной гемодинамики в клинике травматологии и ортопедии. М.: Онто-Принт, 2017. – 114 с. [Schurov VA. Cerebral hemodynamic autoregulation in the clinic of traumatology and orthopedics. *Moscow, Onto-Print*, 2017. 114 p. (In Russ.)].
13. Bridgeman G, Brookes M. Blood supply to the human femoral diaphysis in youth and senescence. *J Anat*. 1996;188:611–621.
14. Trueta J. Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1974:11–26.
15. Parfitt AM. The mechanism of coupling: a role for the vasculature. *Bone*. 2000;26:319–323.
16. Boerckel JD, Uhrig BA, Willett NJ et al. Mechanical regulation of vascular growth and tissue regeneration in vivo. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011;108:E674–E680. Doi: 10.1073/pnas.1107019108. Epub 2011 Aug 29.
17. Щуров В. А. Метод исследования биомеханических свойств мягких тканей опорной поверхности стопы // *Ортопед. травматол.* – 1986. – № 3. – С. 32–34. [Shchurov VA. Metod issledovaniya biomekhanicheskikh svojstv myagkih tkanej opornoj poverhnosti stopy. *Ortopediya i travmatologiya*. 1986;3:32–34. (In Russ.)].
18. Щуров В. А., Буторина Н. И., Щуров И. В. Высоко-частотная ультразвуковая доплерография костного регенерата // *Региональное кровообращение и микроциркуляция*. – 2007. – № 1. – С. 145–147. [Schurov VA, Butorina NI, Schurov IV. High-frequency Doppler ultrasound of the bone regenerate. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2007;1:145–147. (In Russ.)].
19. Щуров В. А. Биомеханика и физиология костного регенерата. – М.: Онто-Принт, 2018. – 150 с. [Schurov VA. *Biomechanics and Physiology of Bone Regenerate*. *Moscow, Onto-Print Publishing House*, 2018. 150 p. (In Russ.)].
20. Schurov VA. Estimation of Micromobility at the end of Circuits in Treatment in Ilizarov of Diseases and Fracturing of the Tibia and Shoulder Bones. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 2018;10, Is. 2. DOI: 10.26717/BJSTR.2018.10.001911.
21. Folcow B, Neil E. *Circulation*. N.-Y., Oxford University Press, 1971. 463 p.
22. Шевцов В. И., Долганов Д. В., Щуров В. А. и др. Некоторые физиологические критерии перевода стационарных ортопедо-травматологических больных на амбулаторный режим лечения // *Актуал. пробл. чрескостного остеосинтеза: сб. науч. тр.* – Курган, 1987. – Вып. 12. – С. 92–98. [Shevtsov VI, Dolganov DV, Schurov VA, Shved SI, Shestakov VA, Lisina LA, Grebenyuk LA. Some physiological criteria for the transfer of stationary orthopedic and trauma patients to an outpatient treatment mode // *In the book: Actual problems of transosseous osteosynthesis. Sat scientific Trudov. Kurgan*, 1987. Vol. 12:92–98. [In Russ.]].
23. Schurov VA, Melnicova LV. Dependence of the Sizes of Periosteal Callus from Treatment Mode, Age of Patients and Axial Load Limit. *Journal of Trauma and Treatment*. 2018;7(4). DOI:10.4172/2167-1222.1000435.

Информация об авторе

Щуров Владимир Алексеевич – д-р мед. наук, главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научный Центр "Восстановительная травматология и ортопедия" имени академика Г. А. Илизарова» МЗ РФ, г. Курган, e-mail: shchurovland@mail.ru.

Author information

Schurov Vladimir A. – of Neuroorthopedics Clinic Federal Budgetary State Institution Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan, e-mail: shchurovland@mail.ru.