

## ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМА КЛЮЧИЦЫ МЕТОДОМ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

В.А. Щуров, Е.О. Дарвин

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России,  
директор – д.м.н. А.В. Губин  
г. Курган

*Цель работы* – оценка динамики состояния, кровоснабжения костного регенерата, сократительной способности мышц плеча и предплечья у больных с переломами ключицы при лечении аппаратом внешней фиксации.

*Материал и методы.* Проведено исследование 38 пациентов в условиях лечения по методу Илизарова. Использованы методы динамометрии мышц, ультразвуковой доплерографии сосудов, психофизиологическое исследование с помощью теста SF-36.

*Результаты.* Сила мышц плеча и предплечья на стороне повреждения снижена и в процессе фиксации в чрескостном аппарат возрастает на 50–80% от условно исходного уровня. Высокая скорость кровотока в зоне повреждения ключицы характерна для первой недели периода фиксации. В процессе лечения и восстановления сократительной способности мышц её величина нормализуется. В условиях лечения переломов ключицы по Илизарову с первых дней периода фиксации восстанавливается способность больных к самообслуживанию, снижается ограничивающее влияние болевого фактора на работоспособность, улучшается настроение и состояние здоровья пациентов.

**Ключевые слова:** переломы ключицы, чрескостный остеосинтез, сила мышц, кровоснабжение регенерата, психофизиологическое тестирование.

## DYNAMICS OF THE FUNCTIONAL STATUS OF PATIENTS IN THE TREATMENT OF CLAVICLE FRACTURES BY TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS

V.A. Shchurov, E.O. Darvin

*Ilizarov Russian Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopedics, director – A.V. Gubin, MD  
Kurgan*

*Purpose* – assessment of the dynamics of the state, blood supply regenerate bone, muscle contractility of the arm and forearm in patients with clavicle fractures during the treatment with external fixation device.

*Material and methods.* Authors studied 38 patients during the treatment by Ilizarov method. The muscle dynamometry, Doppler ultrasound, psychophysiological study using SF-36 test were performed.

*Results.* The strength of the humeral and forearm muscles on the side of damage was reduced and increased by 50-80% of the conditional baseline during transosseous fixation. The high rate of blood flow in the area of injury was characteristic during the first week in the fixation period. In the process of the treatment and recovery of muscle contractility its value normalized.

The treatment of clavicle fractures by Ilizarov method allows in the early period of fixation to restore the ability of patients to self-service, to reduce the influence of pain limiting factor, improves mood and health of patients.

**Key words:** fracture of the clavicle, muscle strength, regenerated bone blood supply, psychological testing.

Переломы ключицы составляют до 10% всех переломов костей скелета. Переломы данной локализации в 2 раза чаще встречаются у мужчин. Длительность лечения больных зависит от возраста пациента, тяжести повреждения, а также точности репозиции и надежности фиксации отломков [1, 3, 4]. При этом авторы указывают, что при использовании ими оригинальных фиксационных устройств минимальный срок фиксации должен составлять не менее 30–35 дней. Поиск оптимальных устройств для репозиции

и фиксации отломков не прекращается и в настоящее время. Проблема фиксации переломов ключицы наиболее успешно решается при применении метода чрескостного остеосинтеза, базирующегося на наборе деталей, входящем в серийно выпускаемый комплект аппарата Илизарова. Применение этого аппарата позволяет осуществлять точное сопоставление концов отломков и совмещать по времени процесс лечебной и функциональной реабилитации.

Определенные трудности вызывает оценка функционального состояния больных с пере-

ломом ключицы в процессе лечения, поскольку эта кость входит в состав туловища, а применяемые методики касаются оценки пульсаций артерии, объёма движений в суставах и силы мышц верхней конечности и потому недостаточно информативны. Кроме того, общеизвестно, что данные клинического наблюдения, лабораторных и инструментальных методов исследования могут существенно отличаться от оценки самочувствия самим пациентом, поскольку организм является своеобразным тонко настроенным анализатором с огромным количеством экстеро- и интерорецепторов, ведущим мониторинг функционального состояния собственных органов и систем.

С другой стороны, пациенты далеко не всегда могут объективно оценивать и количественно выражать свои ощущения. Поэтому в последние десятилетия все более широкое распространение получают различные психофизиологические методики тестирования, позволяющие с помощью комплекса подобранных вопросов выяснить и количественно описать различные стороны функционального состояния организма здоровых и больных людей, определяющих качество их жизни [2]. Для нас представляют наибольший интерес возможности наиболее простых и доступных для диагностического использования тестов, например теста для оценки качества жизни SF-36 Medical Outcomes Study Short Form.

**Целью** настоящей работы было выявление динамики состояния пациентов, кровоснабжения костного регенерата, сократительной способности мышц плеча и предплечья у больных с переломами ключицы при лечении с помощью аппарата внешней фиксации.

### Материал и методы

Обследовано 38 больных мужского пола в возрасте от 16 до 74 лет с закрытыми переломами ключицы, лечение которых осуществлялось с применением аппарата Илизарова. Обследования проведены в сроки от 3 дней после травмы до окончания периода фиксации, а также в ближайшие и отдалённые сроки после окончания лечения. Скорость кровотока над зоной повреждения кости определялась с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии (прибор «Мини-Макс 2Д», С.-Петербург) с датчиком 20 мгц. Кровоток в костном регенерате определялся при блокировании кожного кровотока давлением на ткани с силой, равной массе датчика [8]. Кроме того, с помощью психофизиологического теста SF-36 производилось тестирование состояния больного (показатели здоровья, способности к самооб-

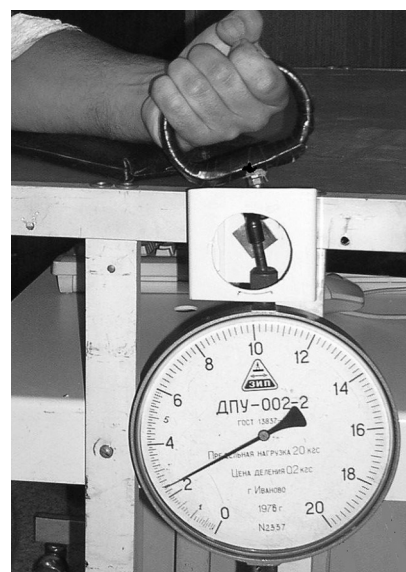
служиванию, работоспособности, отсутствия болей, эмоционального, ментального состояния, социальной адаптации).

Сила кистевого схвата оценивалась с помощью стандартного динамометра ДРП-90 (Нижний Тагил), который позволяет оценить силу мышц предплечья, имеет цену деления 2 кгс. Момент силы передней группы мышц плеча мы оценивали с помощью устройства, выполненного на базе динамометра ДПУ-002-2 (рис. 1). Цена деления динамометра 0,2 кгс. С одной стороны к динамометру крепится рукоять, а с другой он тросиком жестко связан с основанием станины.

Пациент локтем упирается в обрешиненную подставку на поверхности стола, кистью обхватывает ручку динамометра. Длина рычага соответствует расстоянию от рукояти до точки упора локтя. Для исключения участия в усилении мышц корпуса локтевой сустав разогнут до 135°. Напрягая мышцы-сгибатели плеча, пациент преодолевает сопротивление динамометра, локоть при этом остаётся неподвижным. На шкале прибора отмечается максимальная сила мышц в килограммах. Результаты измерений выражаются в кг×м и определяются по формуле:

$$M = F \times L \times \cos(a - 90^\circ),$$

где  $M$  – момент силы мышц-сгибателей предплечья,  $F$  – показатели динамометра (кг),  $L$  – длина плеча силы от оси вращения в локтевом суставе до рукоятки динамометра (м),  $a$  – угол установки конечности в локтевом суставе (град.).



**Рис. 1.** Внешний вид устройства для измерения силы мышц плеча

### Результаты и обсуждение

Известно, что при травмах костей нижних конечностей сила мышц поврежденного бедра и голени падает практически до нуля и в процессе лечения не поднимается выше 20% от условно исходного уровня [7]. Снижение сократительной способности при переломе ключицы касалось всех групп мышц плечевого пояса, в том числе и мышц контралатеральной стороны. Действительно, на контралатеральной стороне сила мышц кистевого схвата (F, кг) в процессе лечения больных (t, дни) имела тенденцию к увеличению:  $F = 45,28 + 0,2 \times t$ ;  $r = 0,488$ . Кроме того, на силу мышц кистевого схвата оказывал влияние возраст больных. Сила мышц на интактной конечности у пациентов в возрасте 30–39 лет была относительно выше, чем в другие возрастные периоды (рис. 2). Предварительно проведенные исследования на здоровых людях (20 чел.) позволили обнаружить, что имеется существенная асимметрия силы мышц кистевого схвата ведущей (чаще всего правой) и контралатеральной конечностей, достигающая 10%.

На стороне повреждения ключицы сила мышц кистевого схвата сохранялась относительно хорошо и составляла  $80 \pm 4\%$ , в то время как сила мышц плеча – лишь  $57 \pm 11\%$  от уровня показателей симметричных мышц интактной стороны. При этом относительно низкие показатели двуглавой мышцы (15–25%) были у больных с оскольчатыми переломами ключицы в течение первой недели после травмы.

В период фиксации отломков ключицы сила мышц кистевого схвата изменялась несущественно. В то же время, сила мышц плеча в этот период возрастала от 50% до 81% условно исходного уровня (рис. 3). Сразу после снятия фиксационного аппарата у больных появлялось чувство неуверенности и выявлено снижение максимальной силы мышц до 64–67% от уровня интактной конечности. Для заживления несложного перелома ключицы, особенно

в области акромиального конца, достаточно 5 недель фиксации. Однако для восстановления функциональных способностей мышц плечевого пояса в условиях амбулаторного лечения, когда врач не может осуществлять динамический контроль допустимого уровня функциональных нагрузок у больных, он вынужден этот срок увеличивать ещё на 2–3 недели.

Следовательно, снижение сократительной способности мышц предплечья и плеча, прежде всего на стороне повреждения в первые дни после травмы, обусловлено общими изменениями в состоянии организма, наступившими после травматического стресса в катаболическую фазу реагирования. В дальнейшем уровень потери функциональных свойств мышц определялся близостью мышц тестируемого сегмента верхней конечности к поврежденной ключице, то есть степенью окклюзии произвольной сенсорной афферентации на сегментарном уровне.

Линейная систолическая скорость кровотока в костном регенерате составила в среднем  $4,09 \pm 0,57$  см/с и была выше, чем в кожных покровах, на 45%. Оба показателя были наиболее высокими у больных в возрасте 35–50 лет. В этом возрасте снижаются функциональные, но возрастают структурные резервы адаптации сосудистой системы [5]. У больных кровотоком в области перелома был существенно ускорен в первые дни после травмы. В последующий период лечения и после его окончания его уровень был ниже в 2–3 раза (рис. 4).

В первую неделю фиксации показатель скорости кровотока в регенерате держался на уровне  $5,40 \pm 0,74$  см/с, в последующие – снижался до  $2,21 \pm 0,26$  см/с ( $p \leq 0,001$ ). При этом величина скорости кровотока находилась в обратной взаимосвязи с состоянием сократительной способности мышц плеча (рис. 5). По мере формирования костного сращения происходили увеличение силы мышц плеча и нормализация показателя скорости кровотока регенерата.

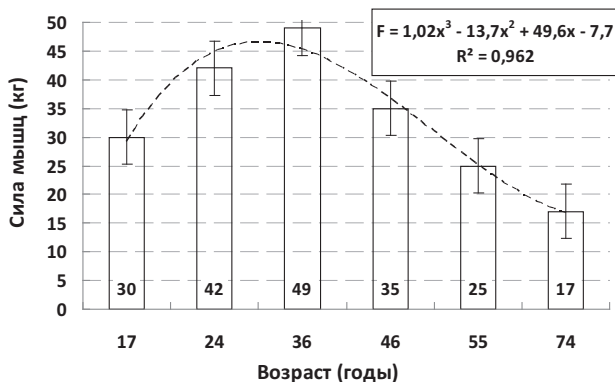


Рис. 2. Зависимость силы мышц кистевого схвата от возраста пациентов мужского пола

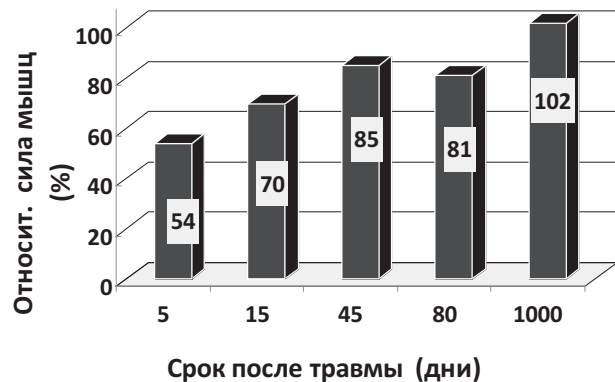


Рис. 3. Динамика относительного момента силы мышц плеча на стороне травмы

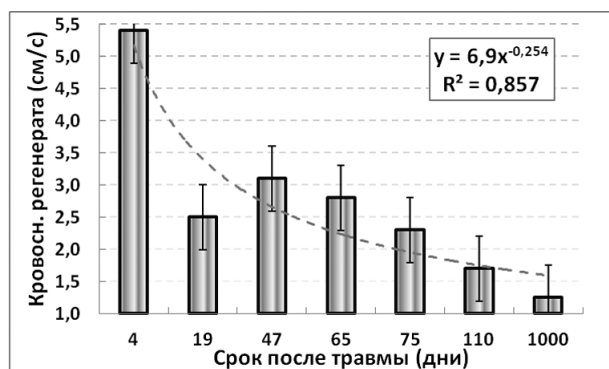


Рис. 4. Динамика скорости кровотока в области костного регенерата

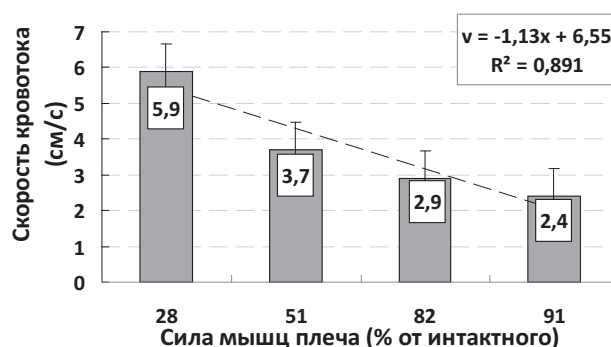


Рис. 5. Взаимосвязь показателей скорости кровотока в области костного регенерата и степени восстановления силы мышц плеча

К окончанию периода фиксации систолическая скорость кровотока достоверно снизилась как в кожных покровах, так и в костном регенерате (табл. 1). Для показателей кровоснабжения костного регенерата характерно повышенное систоло-диастолическое отношение. При этом пульсаторный индекс Гослинга в сосудах регенерата и кожных покровах возрастал соответственно на 28% и 52%. Нормализация интенсивности кровоснабжения тканей при переломах костей является благоприятным признаком сращения [6].

Важнейшей задачей проведения психофизиологического тестирования с помощью теста SF-36 является оценка динамики факторов, препятствующих восстановлению работоспособности больных [9]. Следует сказать, что после фиксации отломков ключицы с помощью аппарата у больных снижалась роль болевого фактора при движениях и восстанавливалась способность к самообслуживанию, достоверно улучшалось настроение (табл. 2). В отличие от переломов костей бедра и голени, сопровождающихся потерей опороспособности конечности, фиксированный перелом ключицы воспринимается как относительно

легкий. Тем не менее, у наших пациентов при неосложненных переломах более высокие показатели, прежде всего оценка здоровья и эмоционального состояния, чем при оскольчатых (рис. 6).

Следовательно, психофизиологическое тестирование позволяет выявлять динамику функционального состояния пациента и объективно оценить отличия этого состояния в зависимости от тяжести повреждения.

Коэффициент линейной корреляции сроков фиксации отломков и таких показателей, как состояние здоровья, настроение и энергичность, составил соответственно 0,498; 0,459 и 0,418. Если рассматривать профиль оценок отдельных составляющих состояния пациента, то к концу периода фиксации выявляется особенно заметный прирост показателей работоспособности и ограничивающего влияния на состояния больных болевого фактора (рис. 7).

Такие показатели, как эмоциональное состояние и социальное функционирование, оказались недостаточно информативными, зависящими от особенностей личности пац и ента, его профессии, уровня образования и семейного положения.

Таблица 1

**Показатели кровоснабжения зоны костного регенерата и кожных покровов, M±m**

Срок лечения, дни	Число наблюдений	Систолическая скорость, см/с	Диастолическая скорость, см/с	Систо-диастолическое отношение	Индекс Гослинга	Индекс Пурсело
Показатели кровоснабжения регенерата						
7	9	4,52±0,61	1,43±0,46	3,16	2,54±0,37	0,89±0,05
34	9	2,42±0,61	0,89±0,34	2,72	3,25±0,35	0,90±0,03
% изменения		-46% (p<0,05)	-38%	-14%	28%	1%
Показатели кровоснабжения кожных покровов						
7	9	4,81±1,07	2,19±0,42	2,20	2,21±0,34	0,91±0,05
34	9	1,97±0,37	0,86±0,32	2,30	3,37±0,99	0,78±0,06
% изменения		-56%, (p<0,05)	-61%	4,5%	52%	-14%

Таблица 2

## Динамика показателей психофизиологического тестирования, %

Дни лечения	Здоровье	Самообслуживание	Работоспособность	Эмоциональное функционирование	Социальное функционирование	Отсутствие болей при движении	Энергичность	Настроение
4	66±7	75±4	42 ±12	47±15	39 ±3	43 ±7	60±4	66 ±4
8	69±4	82±4	42 ±9	54±11	45 ±3	72 ±7*	74±2	77 ±2*
27	63±8	83±5	42 ±12	50±13	49 ±5	59 ±5	79±5	72 ±4
После лечения	75±5	87±6	59 ±14	63±14	47 ±2	75±10*	70±10	85 ±6*

Примечание: \* – достоверность различия с исходным показателем ( $p \leq 0,05$ ).

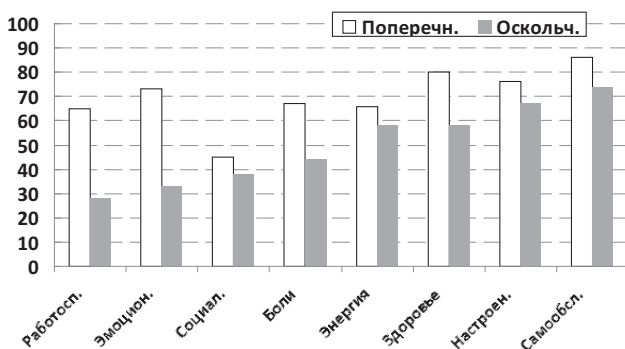


Рис. 6. Показатели самооценки состояния больных в первую неделю после травмы и остеосинтеза при поперечных и оскольчатых переломах ключицы

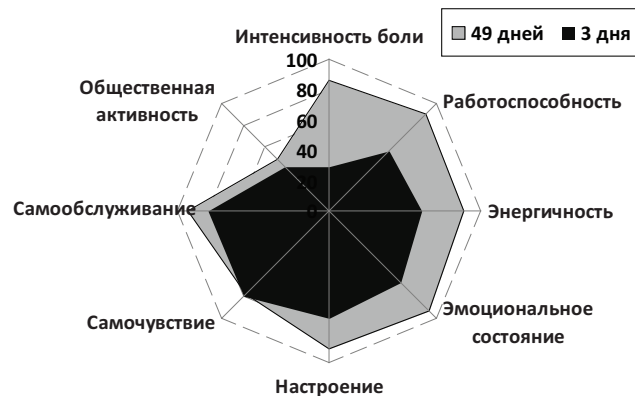


Рис. 7. Профиль показателей оценки качества жизни больных в начале и в конце периода фиксации

Следовательно, трудности, возникающие при оценке функционального состояния больных с переломами ключицы с помощью инструментальных методов исследования, могут быть преодолены при применении компьютеризированных психофизиологических методов оценки динамики этого состояния самим пациентом. Современные психофизиологические тесты типа SF-36 позволяют сделать оценку вполне объективной и достаточно точной.

### Выводы

1. Сила мышц плеча и предплечья на стороне повреждения ключицы снижена и в процессе фиксации костных отломков с помощью чрескостного аппарата возрастает от 50 до 80% условно исходного уровня.

2. Высокая скорость кровотока в зоне повреждения ключицы характерна для первой недели периода фиксации. В процессе лечения и восстановления сократительной способности мышц её величина нормализуется.

3. В условиях лечения переломов ключицы по Илизарову с первых дней периода фиксации восстанавливается способность больных к самообслуживанию, постепенно снижается огра-

нивающее влияние на работоспособность левого фактора. Лечение больных проводится при относительно высоком уровне показателей настроения и состояния здоровья.

### Литература

- Бейдик О.В., Тонин М.С., Левченко К.К., Карнаев Х.С., Немольяев С.А., Литвак М.Б. Биомеханическое компьютерное моделирование способов остеосинтеза. *Гений ортопедии*. 2007; (4):89-91. *Beydik O.V., Tonin M.S., Levchenko K.K., Karnayev Kh.S., Nemolyayev S.A., Litvak M.B. Biomekhanicheskoye komp'yuternoye modelirovaniye sposobov osteosinteza [Biomechanical computer modeling of osteosynthesis methods]. Geniy ortopedii. 2007; (4):89-91.*
- Молчанова Л.Ф., ред. Качество жизни отдельных возрастно-половых, социальных и профессиональных групп населения. Ижевск; 2008. 240 с. *Molchanova L.F., red. Kachestvo zhizni otdel'nykh vozrastno-polovykh, sotsial'nykh i professional'nykh grupp naseleniya [Quality of life for some age and sex, social and professional groups]. Izhevsk; 2008. 240 s.*
- Пичхадзе И.М., Мацакян А.М., Кузьменков К.А., Жадин А.В., Цискарашвили А.В. Лечение больных с переломами ключицы и их последствиями на основе биомеханической концепции фиксации отломков. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2009; (2): 15-21.

- Pichkhadze I.M., Matsakyan A.M., Kuz'menkov K.A., Zhadin A.V., Tsiskarashvili A.V. Lecheniye bol'nykh s perelomami klyuchitsy i ikh posledstviyami na osnove biomekhanicheskoy kontseptsii fiksatsii otlomkov [Treatment of patients with fractures of the clavicle and its consequences on the basis of the concept of biomechanical fixation of bone fragments]. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2009; (2): 15-21.*
4. Сушко Г.С. Внеочаговый остеосинтез переломов ключицы [Extrafocal osteosynthesis of clavicle fractures] [дис. ... канд. мед. наук]. Курган; 1979. *Sushko G.S. Vneochagovuyu osteosintez perelomov klyuchitsy [dis. ... kand. med. nauk]. Kurgan; 1979.*
  5. Шевцов В.И., Попков А.В., Щуров В.А., Бунов В.С., Щурова Е.Н. Ортопедические методы в лечении недостаточности периферического кровообращения. М.: Медицина; 2007. 200 с. *Shevtsov V.I., Popkov A.V., Shchurov V.A., Bunov V.S., Shchurova Ye.N. Ortopedicheskiye metody v lechenii nedostatochnosti perifericheskogo krovoobrashcheniya. M.: Meditsina; 2007. 200 s.*
  6. Щуров В.А., Долганова Т.И., Щурова Е.Н., Горбачева Л.Ю. Анализ факторов, определяющих объёмную скорость кровотока голени при лечении заболеваний конечности по Илизарову. Травматология и ортопедия России. 1994; (2): 91-95. *Shchurov V.A., Dolganova T.I., Shchurova Ye.N., Gorbacheva L.YU. Analiz faktorov, opredelyayushchikh ob'yumnuyu skorost' krovotoka goleni pri lechenii zabolevaniy konechnosti po Ilizarovu [Analysis of the factors that determine the volumetric flow rate in the treatment of tibia by Ilizarov limb disorders]. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 1994; (2): 91-95.*
  7. Щуров В.А., Горбачева Л.Ю., Колчев О.В., Николайчук Е.В., Щуров И.В. Влияние длительности периода фиксации на уровень восстановления сократительной способности мышц. Травматология и ортопедия России. 2006; (4): 34-37. *Shchurov V.A., Gorbacheva L.YU., Kolchev O.V., Nikolaychuk Ye.V., Shchurov I.V. Vliyaniye dlitel'nosti perioda fiksatsii na uroven' vosstanovleniya sokratitel'noy sposobnosti myshts [Effect of duration of fixation period on the level of recovery of muscle contractility]. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2006; (4): 34-37.*
  8. Щуров В.А., Буторина Н.И., Щуров И.В. Высокочастотная ультразвуковая доплерография костного регенерата. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2007; 1 (21): 145-147. *Shchurov V.A., Butorina N.I., Shchurov I.V. Vysokochastotnaya ul'trazukovaya dopplerografiya kostnogo regenerata. Regionarnoye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya [High-frequency Doppler ultrasound bone regeneration. Regional blood circulation and microcirculation]. 2007; 1 (21): 145-147.*
  9. Щуров В.А., Могеладзе Н.О. Медицинские, биологические и социальные аспекты проблемы повышения рождаемости и антропологии. Lap Lambert Academic Publishing GmbH&Co. KG; 2012. 168 с. *Shchurov V.A., Mogeladze N.O. Meditsinskiye, biologicheskiye i sotsial'nyye aspekty problemy povysheniya rozhdayemosti i antropologii [Medical, biological, and social aspects of high birth rates and anthropology.]. Lap Lambert Academic Publishing GmbH&Co. KG; 2012. 168 s.*

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Щуров Владимир Алексеевич – д.м.н., профессор, чл.-корр. РАЕ главный научный сотрудник отдела физиологии  
e-mail: shchurovland@mail.ru;  
Дарвин Евгений Олегович – клинический ординатор травматолого-ортопедического отделения № 1  
e-mail: eodarvin@mail.ru.

Рукопись поступила 07.08.2012