

***Возможность сохранения ротации предплечья
при чрескостном остеосинтезе лучевой кости
(экспериментально-клиническое исследование)***

Л.Н. Соломин, П.Н. Кулеш, М.Э. Пусева

***The possibility of forearm rotation maintenance during
transosseous osteosynthesis of radius
(An experimental-and-clinical study)***

L.N. Solomin, P.N. Koulesh, M.E. Pouseva

ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена Росздрава», г. Санкт-Петербург, Россия (директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов)

Развитие ротационной контрактуры предплечья при чрескостном остеосинтезе повреждений лучевой кости возникает в 30-83 % случаев и обусловлено фиксацией мягких тканей к кости. В эксперименте изучали смещение кожи, фасции и мышц предплечья относительно лучевой кости при пронации 70°, 25°, 10° и супинации 85°, 30°, 10°. В результате были определены рекомендуемые позиции для введения чрескостных элементов с полным и частичным сохранением ротации. При чрескостном остеосинтезе перелома проксимальной трети лучевой кости пациенту должна быть рекомендована амплитуда ротационных движений до 10/0/10; при остеосинтезе перелома средней или дистальной трети – 25/0/30. В противном случае возрастает опасность травматизации мягких тканей, возникновения инфекционных осложнений. Полученные данные апробированы при лечении девяти пациентов. На протяжении всего периода фиксации амплитуда ротационных движений соответствовала рекомендуемой. Осложнений не отмечено.

Ключевые слова: ротация предплечья, раздельный чрескостный остеосинтез, ротационная контрактура предплечья, рекомендуемые позиции.

The rotational contracture of forearm during transosseous osteosynthesis of the radius injured develops in 30-83 % of cases and is caused by soft tissue fixing to bone. The displacements of forearm skin, fascia and muscles relative to radius were studied for pronation of 70°, 25°, 10° and supination of 85°, 30°, 10°. As a result the “reference positions” were determined, recommended for pin insertion with the complete and partial preservation of rotation. The range of rotation movements up to 10/0/10 should be recommended for patients subjected to transosseous osteosynthesis for radius fracture in the proximal third; and that to 25/0/30 in case of osteosynthesis of the fracture in the middle or distal third. Otherwise the risk of soft tissue damage increases as well as that of infection complication development. The data obtained were approved officially in treatment of 9 patients. The range of rotation movements conformed to the recommended one throughout the period of fixation. No complications were observed.

Keywords: forearm rotation, separate transosseous osteosynthesis, forearm rotation contracture, recommended positions (for pin insertion).

ВВЕДЕНИЕ

При остеосинтезе костей предплечья развитие ротационной контрактуры различной степени выраженности возникает в 30-83 % случаев [2, 10, 13, 15, 18, 27, 31, 32]. Формирование стойкой пронационно-супинационной контрактуры приводит к серьезному нарушению функции верхней конечности и в 3-8 % случаев является причиной инвалидности [8, 9, 12, 24, 25].

Решением данной проблемы является так называемый «раздельный» остеосинтез костей предплечья, при котором используют два аппарата внешней фиксации (АВФ): чрескостные элементы одного АВФ проводят только через локтевую кость, а другого – через лучевую. При изолированном повреждении лучевой кости чрескостные элементы проводят только через нее [1, 3, 4, 14, 16, 23, 35, 36].

При этом большинство авторов для проведе-

ния чрескостных элементов используют позиции или сектора, в которых отсутствуют магистральные сосуды и нервы [7, 11, 12, 17, 26, 33]. Вместе с тем экспериментально установлено, что ограничение движений в смежных сегментах суставов, в т.ч. ротации во многом обусловлено фиксацией к кости мягких тканей [19, 21]. Разработан атлас проведения чрескостных элементов, в котором учитываются не только проекции магистральных сосудисто-нервных образований, но и величины смещения кожи, фасции и мышц при максимальной пронации и супинации, на основе чего определены так называемые «Рекомендуемые позиции» (РП) [20, 22, 37, 38] (www.aotrf.org/site/atlas.html). Особенности расположения РП на протяжении предплечья позволяют утверждать, что

- при чрескостном остеосинтезе локтевой

кости возможность сохранения полноценной ротации не вызывает сомнений;

- внешняя фиксация лучевой кости с *полным* сохранением функции ротации невозможна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На 35 трупах людей обоего пола со схожими антропометрическими данными, по оригинальной методике (приоритетная справка № 2005103667 от 11.02.05 г.) было определено смещение кожи, фасции и мышц относительно лучевой кости при пронации и супинации.

При выполнении эксперимента была использована гониометрическая система координат «Метода унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза» (МУОЧО) (методические рекомендации № 2002/134; www.aotrf.org/site/metod.html), согласно которого предплечье было разделено на 8 равноудаленных уровней. Уровень I соответствует шейке лучевой кости, а уровень VIII – дистальному метаэпифизу (рис. 1, а).

На каждом уровне система координат включала 12 позиций – аналогично циферблату часов. В центре системы координат находится кость. Позиция 12 соответствует передней поверхности сегмента, позиция 6 – задней, позиция 3 – внутренней, позиция 9 – наружной (рис. 1, б).

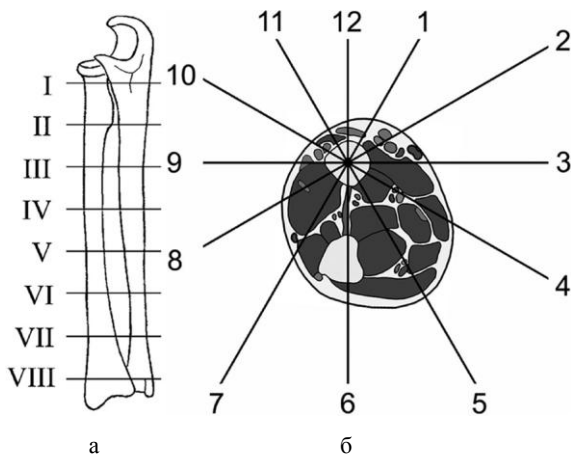


Рис. 1. Система координат метода унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза. Позиции на уровне V (в качестве примера) относительно локтевой кости не показаны

Схема устройства для определения смещения мягких тканей при ротации предплечья представлена на рисунке 2, б. В дистальный метафиз лучевой кости вводили два стержня-шурупа (1). Для исключения движений в кистевом суставе дополнительно вводили стержень во вторую пястную кость (2). К стержням фиксировали кольцевую базовую опору (3), ориентируя ее таким образом, чтобы центр опоры совпадал с центром условной продольной оси лучевой кости. К базовой опоре жестко фиксировали контрольную планку (4) с расположенными на ней направляющими (5). В каждый на-

Таким образом, целью исследования явилось определение позиций проведения чрескостных элементов, обеспечивающих *частичное* сохранение функции ротации.

правитель водили шуп (6). Количество шупов соответствовало количеству исследуемых уровней на сегменте. Все шупы располагали в плоскости, проходящей через продольную ось кости и направляли перпендикулярно этой оси.

Эксперимент выполнялся следующим образом. Предплечью придавали положение, среднее между пронацией и супинацией. К опоре крепили планку с направляющими в той позиции, в которой предполагали произвести исследование смещения мягких тканей. На шупы наносили краситель и выдвигали их до упора в кожу. Полученные метки соединяли и получали линию № 1 (рис. 2, а). Затем предплечье пронировали до 70°, вновь выдвигали шупы и получали линию № 2. Обе линии переносили на миллиметровую бумагу. Таким образом, расстояние между кривыми № 1 и № 2 соответствовало величине смещения кожи относительно «нулевого» положения при пронации до 10°.

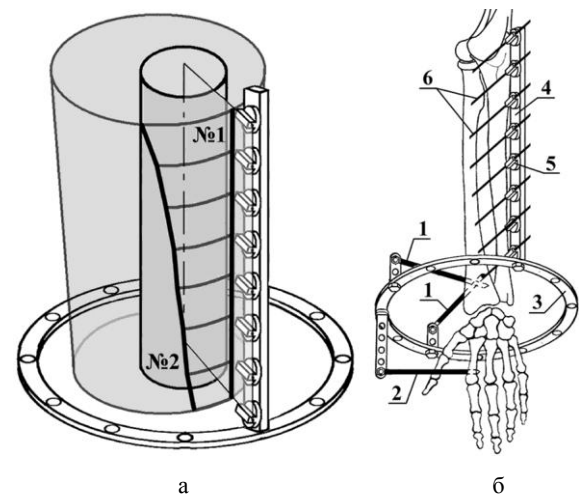


Рис. 2. Схемы эксперимента (а) и монтажа устройства для определения смещения мягких тканей (б)

Аналогичным образом определяли смещение кожи при пронации 25°, 10° и супинации 85°, 30°, 10° на каждом уровне.

После удаления кожи и подкожно-жировой клетчатки аналогичным образом определяли смещение фасции. Затем удаляли фасцию и проводили серию экспериментов на мышцах, определяя величины их смещения при супинации и пронации на каждом уровне, в каждой позиции.

Для определения позиций, рекомендуемых для проведения чрескостных элементов, из общего количества позиций (96) были исключены «позиции запрета» – позиции, в проекциях которых находятся магистральные сосуды и нервы.

Остальные были традиционно определены как «позиции доступности». Из «позиций доступности» были выбраны позиции с минимальным смещением мягких тканей при движениях в локтевом и кистевом суставах [6, 22].

Позиции 5, 6 и 7 были исключены ввиду того, что чрескостные элементы, введенные в проекциях этих позиций, препятствуют ротации по причинам, не связанным со смещением мягких тканей. Стержень, введенный в позиции 5, при пронации на 5-7° входит в контакт с локтевой костью; стержень, введенный в позиции 7, по аналогичной причине препятствует супинации. Введение чрескостного элемента в позиции 6 невозможно без диафиксации локтевой кости.

Среди оставшихся позиций на основании экспериментально полученных данных были определены позиции с минимальным (до 25 мм)

смещением мягких тканей при максимальной пронации и супинации (70° и 85° соответственно). Они условно названы «РП с полным сохранением ротации».

Кроме того позиции с минимальным (до 25 мм) смещением мягких тканей были определены при пронации 25° и супинации 30°, а также при пронации и супинации 10°. Эти позиции были названы «РП с частичным сохранением ротации».

Крайние величины для пронации и супинации (70° и 85°) установлены в связи с имеющимися в литературе сведениями [28, 29, 30, 34] и собственными исследованиями [6]. Величина смещения мягких тканей, признанная за контрольную (25 мм), установлена исходя из проведенных ранее экспериментально-клинических исследований [5, 19].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Были получены величины смещения кожи, фасции и мышц предплечья при пронации 70°, 25°, 10° и супинации 85°, 30°, 10° на каждом уровне, в каждой из позиций. В качестве примера, в таблице 1 приведены показатели смещения мягких тканей (кожи/фасции/мышц) на всех уровнях в позиции 11.

На основании полученных данных были построены графики смещения мягких тканей при пронации 70°, 25°, 10° и супинации 85°, 30°, 10° для каждого уровня. В качестве примера на рис. 3 представлены графики смещения мягких тканей при пронации 70° (а) и супинации 85° (б) на уровне III.

Таблица 1

Значения смещения мягких тканей (кожи/фасции/мышц) в мм на всех уровнях в позиции 11

Уровни	При пронации			При супинации		
	70°	25°	10°	85°	30°	10°
I	86/44/61	62/29/48	32/17/27	56/50/46	30/24/19	13/11/8
II	70/31/42	40/22/31	20/14/16	53/46/47	32/25/23	16/12/13
III	60/27/28	47/19/25	22/10/13	45/34/37	27/18/20	14/9/10
IV	46/19/36	24/11/21	10/6/7	35/27/28	18/11/13	8/5/1
V	35/14/26	20/8/16	9/3/5	28/21/23	15/8/10	7/4/2
VI	28/4/15	19/2/11	8/0/3	15/9/10	9/2/3	4/0/0
VII	17/2/5	10/0/2	4/0/0	16/5/3	9/3/0	4/0/0
VIII	13/2/1	11/1/0	6/0/0	8/0/0	6/0/0	2/0/0

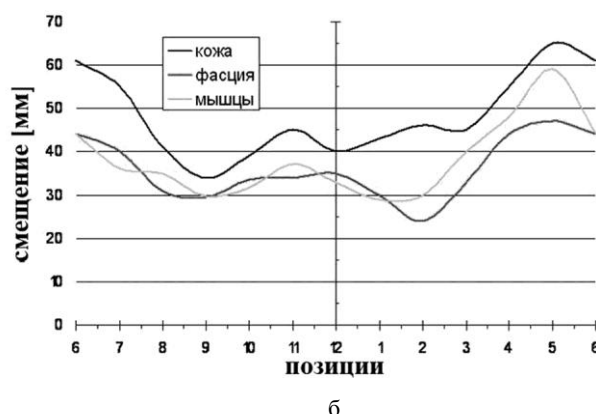
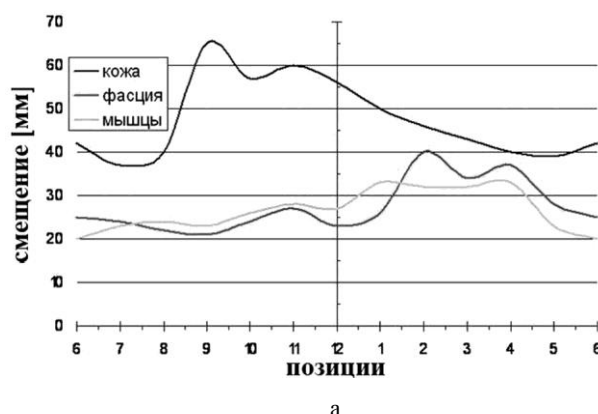


Рис. 3. Графики смещения мягких тканей предплечья относительно лучевой кости при пронации 70° (а) и при супинации 85° (б) на уровне III

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате анализа экспериментально полученных данных было выяснено, что при рота-

ции максимально смещается кожа: позиций, где бы величины смещения фасции или мышц были

больше, не выявлено. В этом особенность смещения тканей при ротации предплечья в сравнении с результатами, полученными при исследовании смещения мягких тканей на бедре при сгибании, отведении сегмента, сгибании в коленном суставе [21].

Рекомендуемые позиции, использование которых позволит сохранить (полностью или частично) ротацию предплечья, представлены в таблице 2.

«РП с полным сохранением ротации» определено только семь: три – на уровне VII, и четыре – на уровне VIII. Таким образом, полученные данные подтверждают невозможность сохранения полной амплитуды ротации при наружной фиксации лучевой кости.

Определено 27 «РП с частичным сохранением ротации». Они расположены на уровнях с I по VII. Среди них 10 являются «РП с сохранением 10° пронации и супинации» (расположены на уровнях I, III, IV, V). Остальные 17 – «РП с сохранением 25° пронации и 30° супинации» (расположены на уровнях со II по VII).

Таким образом, в том случае, если все стержни-шурупы АВФ введены в проекциях «РП с полным сохранением ротации» и «РП с сохранением 25° пронации и 30° супинации», то в послеоперационном периоде пациенту может быть рекомендована ротация в объеме 25° пронации и 30° супинации. Если хотя бы один стержень-шуруп в компоновке АВФ введен в проекции «РП с сохранением 10° пронации и супинации», то пациенту можно рекомендовать только этот объем ротации.

Тот факт, что на уровне I отсутствуют «РП с сохранением 25° пронации и 30° супинации» определяет амплитуду ротации при ЧО повреждения лучевой кости на уровне проксимальной трети. В этом случае перелом локализуется между уровнями II и III. Следовательно, неизбежно введение одного из двух проксимальных стержней-шурупов на уровне I в позиции 8. Соответственно, рекомендуемый пациенту объем ротации составит 10° пронации и 10° супинации.

Следует отметить, что чрескостные элементы, введенные в проекциях позиций с сохранением ротации, не будут препятствовать движениям в локтевом и кистевом суставах [22]. Поэтому развитие трансфиксационных контрактур локтевого и кистевого суставов при использовании этих позиций маловероятно.

На всех уровнях предплечья отсутствуют диаметрально расположенные (например, 2 и 8, 3 и 9) РП с частичным и полным сохранением ротации. Это означает, что при чрескостном остеосинтезе лучевой кости целесообразно применение «стержневых» конструкций.

Приводим клиническое наблюдение.

Пациентка П., 23 лет, и.б. 1597/06 г., была госпитализирована в РНИИТО им. Р.Р. Вредена по поводу закрытого перелома левой лучевой кости в средней трети со смещением отломков (рис. 4, а). Пациентке выполнили изолированный КЧО левой лучевой кости аппаратом следящей компоновки (рис. 4, б):

$$\frac{(II, 8, 90)(III, 10, 90) - (IV, 11, 90)(V, 12, 90)}{S 110 \quad S 110}.$$

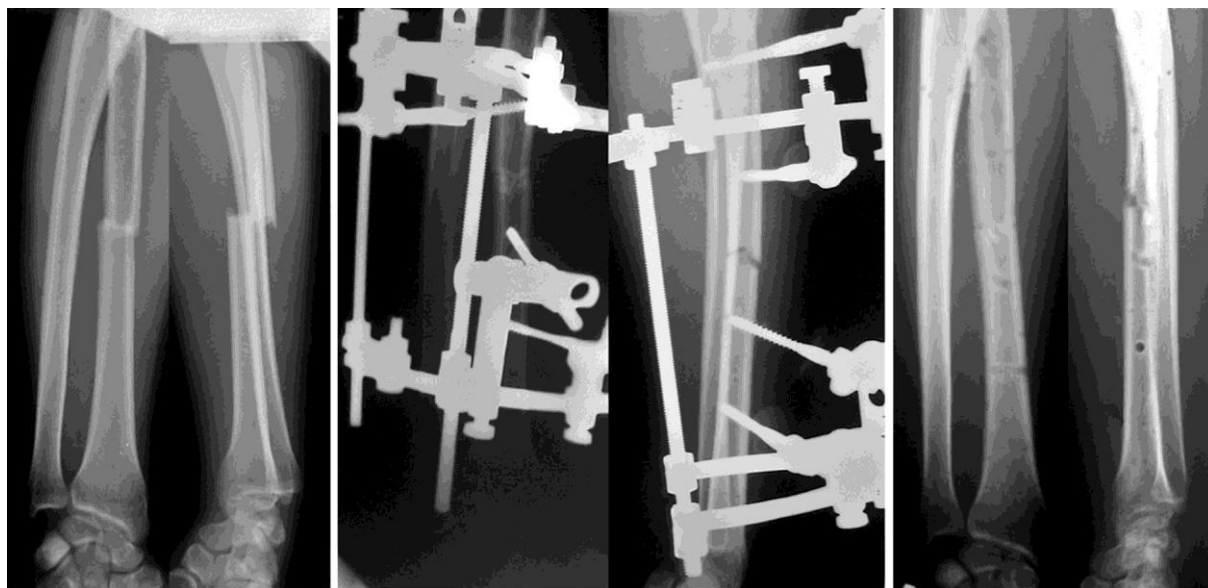
Разработка ротационных движений начата на второй день после операции. Рекомендованный объем ротационных движений – пронация 25° и супинация 30°. Срок фиксации в АВФ – 6 недель. На протяжении всего периода фиксации не было отмечено прорезывания или воспаления мягких тканей в местах выходов чрескостных элементов. Полная амплитуда ротационных движений достигнута через 3 недели после демонтажа АВФ (рис. 4, в).

Полученные в эксперименте данные были апробированы при лечении девяти пациентов с диафизарными переломами лучевой кости. Инфекционных осложнений ни у одного пациента зарегистрировано не было. На протяжении всего периода фиксации объем ротационных движений соответствовал рекомендуемому. Средние сроки фиксации в АВФ 5-7 недель. Полная амплитуда ротационных движений достигнута через 1,5-2 мес. после демонтажа АВФ.

Таблица 2

РП с частичным и полным сохранением ротации.

Уровень	РП с частичным сохранением ротации		РП с полным сохранением ротации
	РП с сохранением 10° пронации и супинации	РП с сохранением 25° пронации и 30° супинации	
I	8	—	—
II	—	8	—
III	9, 10, 11, 12	1, 8	—
IV	8, 9, 10	1, 11, 12	—
V	8, 9	10, 11, 12	—
VI	—	1, 8, 9, 10, 11, 12	—
VII	—	10	1, 11, 12
VIII	—	—	1, 10, 11, 12



а



б

в

Рис. 4. Рентгенограммы и фотографии пациентки П.

ВЫВОДЫ

1. При внешней фиксации лучевой кости на протяжении периода фиксации возможно частичное сохранение ротации предплечья при условии использования «стержневых» аппаратов с введением чрескостных элементов в проекции позиций с минимальным смещением мягких тканей.

2. При чрескостном остеосинтезе перелома проксимальной трети лучевой кости рекомендуемая пациенту амплитуда «безопасных» ротационных движений составляет 10° пронации и 10° супинации; при остеосинтезе перелома средней или дистальной трети – 25° пронации и 30° супинации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аблакулов, А. К. Компрессионно-дистракционный метод лечения несросшихся переломов и ложных суставов костей предплечья / А. К. Аблакулов, А. П. Ким // Медицинский журнал Узбекистана. – 1990. – № 12. – С. 17–19.
2. Политравма / В. В. Агаджанян [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2003. – 492 с.
3. Афаунов, А. И. Раздельный внешний остеосинтез при лечении застарелых деформаций костей предплечья / А. И. Афаунов, А. А. Афаунов // Ортопед., травматол. – 1989. – № 6. – С. 29–33.
4. Афаунов, А. И. Профилактика осложнений при анкерно-спицевом остеосинтезе костей верхних конечностей / А. И. Афаунов, А. А. Афаунов // Современные технологии в травматологии, ортопедии : ошибки и осложнения – профилактика, лечение : тез. докл. междунар. конгр. – М., 2004. – С. 343.
5. Барабаш, А. П. Совершенствование методики чрескостного остеосинтеза при лечении повреждений костей предплечья / А. П. Барабаш, Л. Н. Соломин // Травматол. ортопед. России. – 1995. – № 4. – С. 26–30.
6. Барабаш, А. П. «Эсперанто» проведения чрескостных элементов при остеосинтезе аппаратом Илизарова / А. П. Барабаш, Л. Н. Соломин. – Новосибирск : Наука, Сибирское предприятие, 1997. – 188 с.
7. Остеосинтез стержневыми и спицестержневыми аппаратами внешней фиксации : монография / О. В. Бейдик [и др.]. – Самара : ГП "Перспектива", 2002. – 208 с.
8. Беляков, А. А. Инвалидность при переломах диафизов длинных трубчатых костей, ее причины, предупреждение и снижение :

- учебное пособие / А. А. Беляков. – Саранск : Мордовский Госуниверситет, 1981. – 85 с.
9. Гольдман, Б. Л. Лечение диафизарных переломов костей предплечья и их последствий : автореф. дис... д-ра мед. наук / Б. Л. Гольдман. – М., 1981. – 34 с.
10. Ротационная контрактура у больных с переломами костей предплечья / А. Н. Горячев [и др.] // Гений ортопедии. – 2001. – № 2. – С. 97–98.
11. Зоны безопасного проведения спиц на предплечье / А. И. Грицанов [и др.] // Ортопед., травматол. – 1991. – № 4. – С. 23–31.
12. Дагер, Н. Современные методы лечения закрытых диафизарных переломов костей предплечья : автореф. дис... канд. мед. наук / Н. Дагер. – Л., 1986. – 15 с.
13. Демьянов, В. М. Показания к методам и способам лечения переломов на современном этапе / В. М. Демьянов // Вестник хирургии. – 1984. – № 10. – С. 138–141.
14. Иванников, С. В. Наружный чрескостный остеосинтез при переломах костей предплечья / С. В. Иванников, О. В. Оганесян, Н. А. Шестерня. – М. : Медицина, 2003. – 140 с.
15. Исманский, С. Г. Ошибки и осложнения при консервативном и оперативном лечении диафизарных переломов костей предплечья / С. Г. Исманский // Вестник хирургии. – 1983. – № 7. – С. 129–130.
16. Кривенко, С. Н. Реабилитация пострадавших со смежными диафизарными переломами длинных костей верхних конечностей / С. Н. Кривенко // Травма. – 2001. – Том. 2, № 2. – С. 164–167.
17. Минно-взрывная травма / Э. А. Нечаев [и др.]. – СПб. : “Альд”, 1994 – 488 с.
18. Лечение диафизарных переломов и последствий травм костей предплечья / М. Э. Пусева [и др.] // Современные технологии в травматологии, ортопедии : ошибки и осложнения – профилактика, лечение : тез. докл. междунар. конгр. – М., 2004. – 343 с.
19. Соломин, Л. Н. Управляемый комбинированный остеосинтез длинных костей : разработка, обоснование, клиническое использование : автореф. дис... д-ра мед. наук / Л. Н. Соломин. – Иркутск, 1996. – 41 с.
20. Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза : метод. рекомендации / сост. : Л. Н. Соломин. – СПб., 2004. – 24 с.
21. Исследование смещения мягких тканей как основа для профилактики контрактур коленного сустава при чрескостном остеосинтезе бедренной кости / Л. Н. Соломин [и др.] // Травматол. ортопед. России. – 2004. – № 2. – С. 8–13.
22. Соломин, Л. Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г. А. Илизарова : монография / Л. Н. Соломин. – СПб. : «МОР-САР АВ», 2005. – 544 с.
23. Компрессионный остеосинтез при лечении ложных суставов костей предплечья / С. С. Ткаченко [и др.] // Ортопед., травматол. – 1984. – № 1. – С. 12–16.
24. Халепо, В. П. Оперативное лечение закрытых диафизарных переломов костей предплечья / В. П. Халепо, А. Т. Свирский // Здравоохр. Белоруссии. – 1976. – № 1. – С. 10–12.
25. Чулгур, Б. М. Пути снижения инвалидности от травм костей предплечья / Б. М. Чулгур // Научные труды Иркутского мед. института. – Иркутск, 1979. – Вып. 147. – С. 106–107.
26. Catagni, M. A. Atlas for the insertion of transosseus wires and half-pins Ilizarov method / M. A. Catagni. – Milan : Medicalplastic, 2002. – 46 p.
27. Decker, S. Fehllindikationen bei Markraumosteosynthesen an den oberen Gliedmassen / S. Decker, B. Brunner // Unfallheilk. – 1977. – Bd. 80, H. 3. – S. 257–260.
28. Gajdosik, R. L. Comparison and reliability of three goniometric methods for measuring forearm supination and pronation / R. L. Gajdosik // Percept. Mot. Skills. – 2001. – Vol. 93, No 2. – P. 352–355.
29. Gupta, A. How much can carpus rotate axially? An in vivo study / A. Gupta, N. A. Moosawi // Clin. Biomech. – 2005. – Vol. 20, No 2. – P. 172–176.
30. How does torsional deformity of the radial shaft influence the rotation of the forearm? A biomechanical study / P. Kasten [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2003. – Vol. 17, No 1. – P. 57–60.
31. Kuderna, H. Zusammenhang zwischen Achsenfehlern und Funglationsein – Schränkungen nach Vorderarmfracturen / H. Kuderna // Unfallchir. – 1980. – Bd. 6, H. 1. – S. 7–13.
32. Mader, K. Computer-assisted application of external fixation devices : feasibility of an anatomical computer database / K. Mader // Unfallheilk. – 1977. – Bd. 80, H. 3. – S. 257–260.
33. Computer-assisted application of external fixation devices : feasibility of an anatomical computer database / K. Mader [et al.] // A.S.A.M.I. : abstract book. – Istanbul, 2004. – P. 253.
34. Normal kinematics of the interosseous membrane during forearm pronation-supination – a three-dimensional MRI study / T. Nakamura [et al.] // Hand Surg. – 2000. – Vol. 5, No 1. – P. 1–10.
35. Orzechowski, W. The new assembly of the Ilizarov external fixator used for lengthening and deformity correction of the forearm / W. Orzechowski // A.S.A.M.I. : abstract book. – Istanbul, 2004. – P. 265.
36. Schuind, F. Treatment of forearm fractures by Hoffman external fixation. A study of 93 patients / F. Schuind, Y. Andrianne, F. Burny // Clin. Orthop. – 1991. – No 266. – P. 197–204.
37. Solomin, L. Forearm rotation : capabilities and limitations of external fixation / L. Solomin, P. Kulesh // A.S.A.M.I. : abstract book. – Istanbul, 2004. – P. 356.
38. Solomin, L. Capabilities and limitations of external fixation of forearm rotation / L. Solomin // 7th EFORT Congress : abstract book. – Lisbon, 2005. – P. 402.

Рукопись поступила 16.04.07.