

© Группа авторов, 2006

**Анатомо-клиническое обоснование вариантов  
внешней фиксации при переломах плечевой кости  
с учетом особенностей ее васкуляризации**

**В.Н. Николенко, О.В. Бейдик, Ю.М. Мидаев, К.К. Левченко, О.А. Фомичева**

***The anatomic-and-clinical substantiation of external fixation  
variants for fractures of the humerus in view of the peculiarities  
of its vascularization***

**V.N. Nickolenko, O.V. Beidick, Y.M. Midayev, K.K. Levchenko, O.A. Fomichiova**

ММУ «Городская клиническая больница № 9»; ГОУ ВПО «Саратовский ГМУ Росздрава», г. Саратов

С целью определения наиболее безопасных зон для установки фиксаторов в плечевую кость изучено расположение питательных отверстий на отпрепарированных костях с позиции расположения питательных артерий. Наиболее васкуляризованными зонами плечевой кости оказались латеральный надмыщелок, анатомическая шейка и область большого бугорка. Выявлена значительная вариабельность расположения *canalis nutricius*, что имеет важное значение для наложения аппаратов внешней фиксации при переломах плечевой кости.

Ключевые слова: плечевая кость, питательные отверстия.

The location of nutrient foramina of the bones prepared regarding the arrangement of nutrient arteries has been studied to determine the safest zones for fixator application to the humerus. The lateral epicondyle, anatomical neck and the greater tubercle area have been found as the most vascularized zones of the humerus. *Canalis nutricius* localization has been revealed to be significantly variable, that is of great importance for the application of external fixators in case of humeral fractures.

Keywords: humerus, nutrient foramina.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время приемы управляемого наружного чрескостного остеосинтеза с использованием спицевых и стержневых аппаратов внешней фиксации (АВФ) являются «золотым стандартом» в выборе тактики лечения при переломах различных сегментов конечностей. За несколько десятилетий развития чрескостного остеосинтеза были сформулированы не только основные принципы конструирования аппаратов внешней фиксации, но и такие показатели как: учет при проведении чрескостных элементов точек акупунктуры; возникающие пьезоэлектрические эффекты; возможность автоматизации и мониторинга при внешней фиксации; удобство в использовании конструкции; комфортность для больного; эстетичность аппарата [3, 4, 8, 9, 11]. Однако при этом не всегда учитывается степень дополнительных нарушений внутрикостного кровообращения, вызванных хирургическими вмешательствами. Общеизвестно, что в этих случаях активные действия травматолога могут нанести значительный ущерб костным органам и в первую очередь – их кровообращению. Применение погружных металлических фиксаторов сопровождается повреждением питающих кость сосудов, надкостницы, эндоста и костного мозга,

имеющих особо важное значение для репаративного остеогенеза [7]. Ведь как указывал В.Д. Чаклин (1937), именно «без васкуляризации нет регенерации» [12]. Существенное влияние на сроки сращения отломков оказывает и костный мозг, что было отмечено Г.А. Илизаровом и соавторами (1994). Тяжесть повреждения костного мозга во время операции играет большую роль в репаративной регенерации [5].

В литературе представлен обширный материал по кровоснабжению костного скелета человека и млекопитающих. Различным вопросам внутриорганной кровеносной системы неповрежденных трубчатых костей человека посвящены многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов, в том числе и под влиянием различных нагрузок на кости [2, 6, 7, 10, 13].

Анализ литературы убеждает в единстве взглядов большинства авторов на вопрос об источниках кровоснабжения длинных трубчатых костей, которое осуществляется за счет *a. nutricia*, метаэпифизарной и периостальной сосудистой сетей (рис. 1) [7, 10].

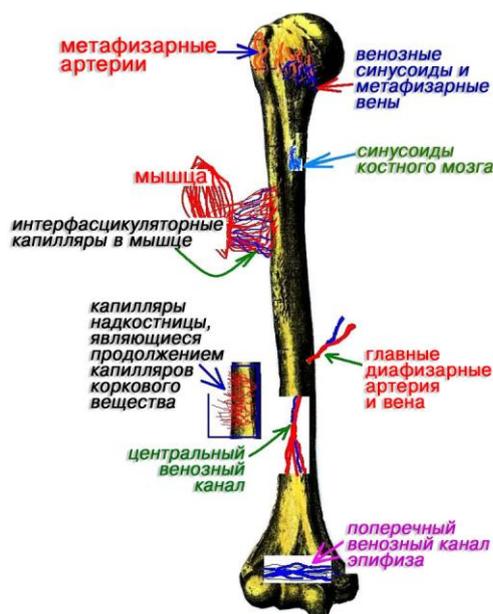


Рис. 1. Схема кровоснабжения плечевой кости

Обобщая литературные данные, можно отметить, что на сегодняшний день для наложения АВФ при переломах плечевой кости нет четко разработанной схемы установки фиксаторов с учетом сохранности целостности внутрикостного кровообращения; не учитываются особенности васкуляризации плечевой кости (ПК), не определена «опасная» зона, где проходят важные диафизарные сосуды, питающие кость. В то же время неудовлетворительные результаты лечения и осложнения, связанные с нарушением процессов консолидации переломов развиваются в 10-53 % случаев [11]. Таким образом, возникла необходимость более детального изучения этого вопроса.

Цель исследования: изучить особенности васкуляризации ПК с последующим прогнозированием течения репаративного остеогенеза при ее переломах; определить наиболее безопасные, интактные зоны для установки фиксаторов в плечевую кость с позиции расположения питательных артерий.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были изучены 51 плечевая кость трупов людей 20-68 лет. Измерения проводили с помощью штангенциркуля и измерительной ленты с ценой деления 1 мм на специальном штативе. Определяли наибольшую длину (НаибДл), физиологическую длину (ФДл) ПК, наибольшую (НаибШ) и наименьшую ширину (НаимШ) середины диафиза ПК, межмышечковое расстояние (МежМР) и угол скрученности (УгСкр) ПК (рис. 2) по описанной В.П. Алексеевым (1966) методике [1]. В ходе остеометрического исследования на каждой кости была найдена и маркирована середина диафиза (СД), что послужило исходной точкой отсчета расположения foramen nutritia. С помощью прозрачной измерительной сетки с делением 1 см был произведен подсчет питательных отверстий на эпифизах и метафизах костей. За единицу измерения был взят 1 см<sup>2</sup>.

Вторым этапом нашего исследования было фотографирование костей на специально оборудованной установке. Каждая кость была сфотографирована с передней, задней, латеральной и медиальной поверхностей при одинаковых условиях съемки. Оцифрованные изображения с помощью графических редакторов CorelDRAW 12 и Adobe Photoshop CS были масштабированы так, что единицы измерения на линейках, расположенных рядом с костью, соответствовали единицам измерения, принятым в редактируе-

мом документе (рис. 3). С помощью вспомогательного инструмента программ на каждое изображение накладывалась сетка с делением 1 см. На каждом оцифрованном изображении ПК были подсчитаны питательные отверстия. За единицу измерения был взят 1 см<sup>2</sup>.

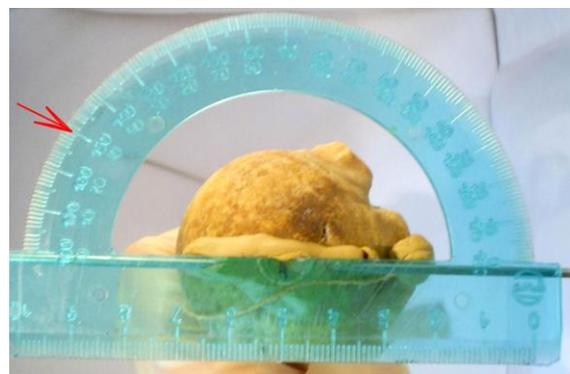


Рис. 2. Определение угла скрученности ПК (150°)

С целью изучения рентгенологического изображения костей через canalis nutriticus вводили контрастный раствор «тразограф» обычным шприцем через тонкую иглу или тонкий катетер и помещали кость в вертикальную стойку. Через 30-40 минут производили рентгенографию отдельно взятой кости в двух проекциях.

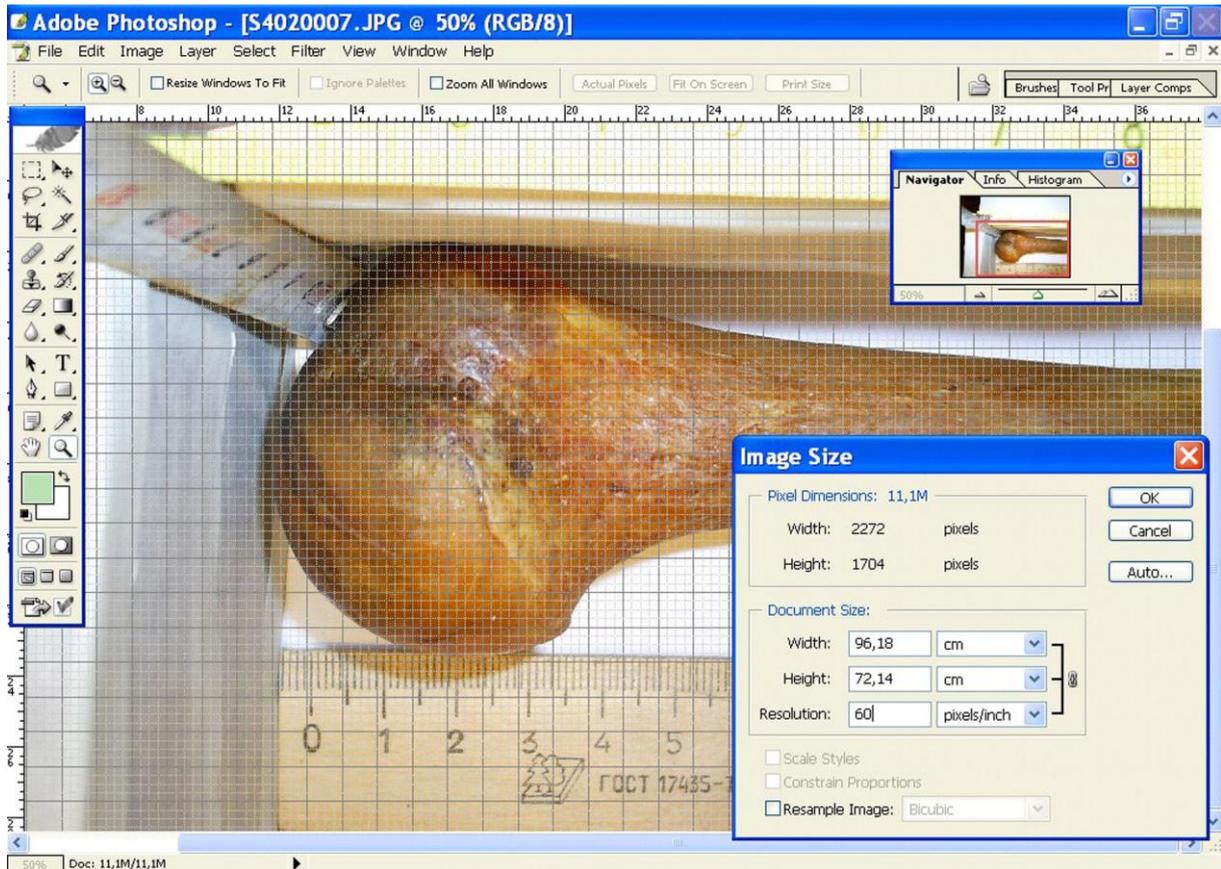


Рис. 3. Обработка оцифрованного изображения в графическом редакторе Adobe Photoshop CS

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Кость как орган имеет обширную сосудистую сеть, и ее кровоснабжение можно сравнить с такими внутренними органами, как печень, почки, наряду с костной тканью активно участвующими в обмене веществ организма. Как для внутренних органов, так и для костей характерны сосудистые ворота, где в *canalis nutricius* (который на отпрепарированных костях представлен *foramen nutricia*) входят артерии и вены и разветвляются в сложной системе внутрикостных каналов. По данным отечественных и зарубежных исследователей [2, 7], для плечевой кости характерно расположение *canalis nutricius* со стороны наибольшего мышечного массива, а именно - на медиальной поверхности.

На нашем материале было получено, что расположение *canalis nutricius* вариабельно. Задачей дальнейшего исследования послужило выяснение причин и факторов, влияющих на различное расположение *foramen nutricia*.

Результаты измерения обработаны методами статистического анализа с помощью программы Microsoft Excel. Выявлена прямая корреляционная связь между МежМР, НаибДл ПК, УгСкр и возрастом человека (рис. 4, 5, 6). Между указанными остеометрическими показателями и ме-

стом расположением питательного отверстия на диафизе ПК, была выявлена прямая корреляционная связь различной силы. Средние величины приведены в таблице 1.

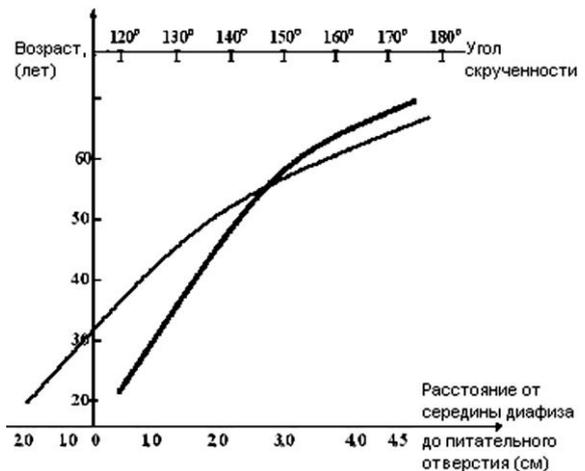


Рис. 4. Прямая зависимость между различным расположением питательного отверстия, угла скрученности ПК и возраста человека

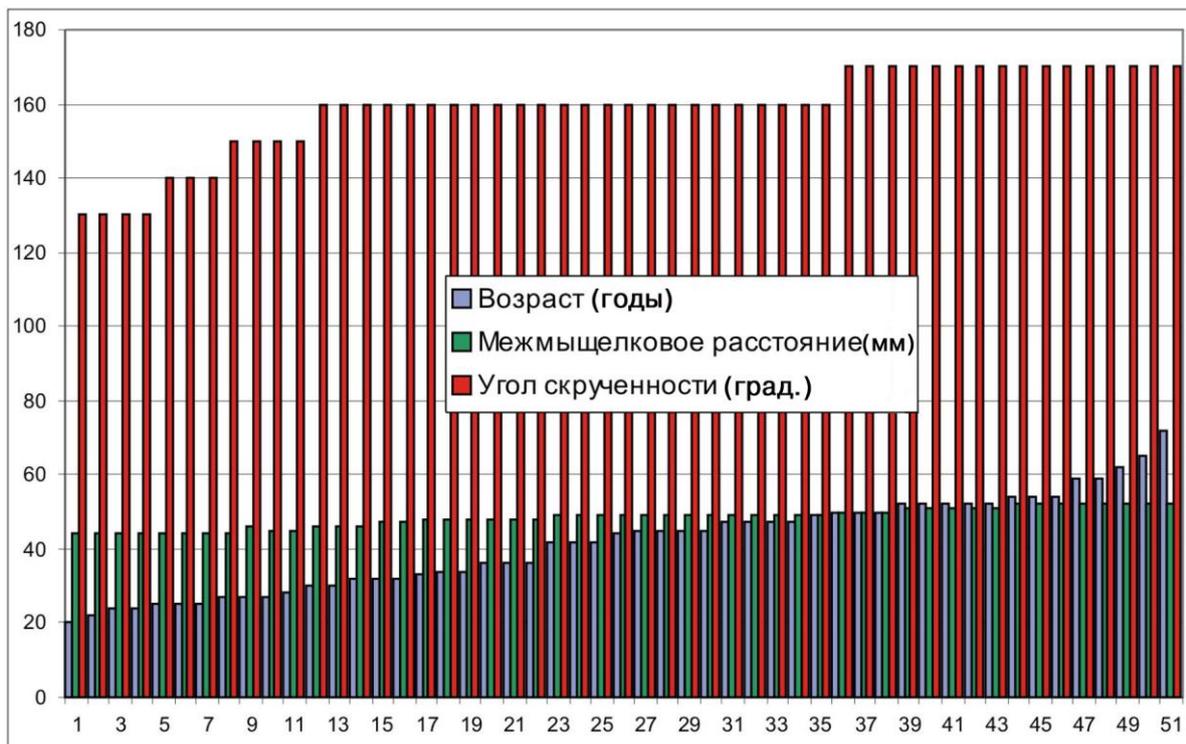


Рис. 5. Соотношение межмышечкового расстояния, угла скрученности ПК и возраста человека

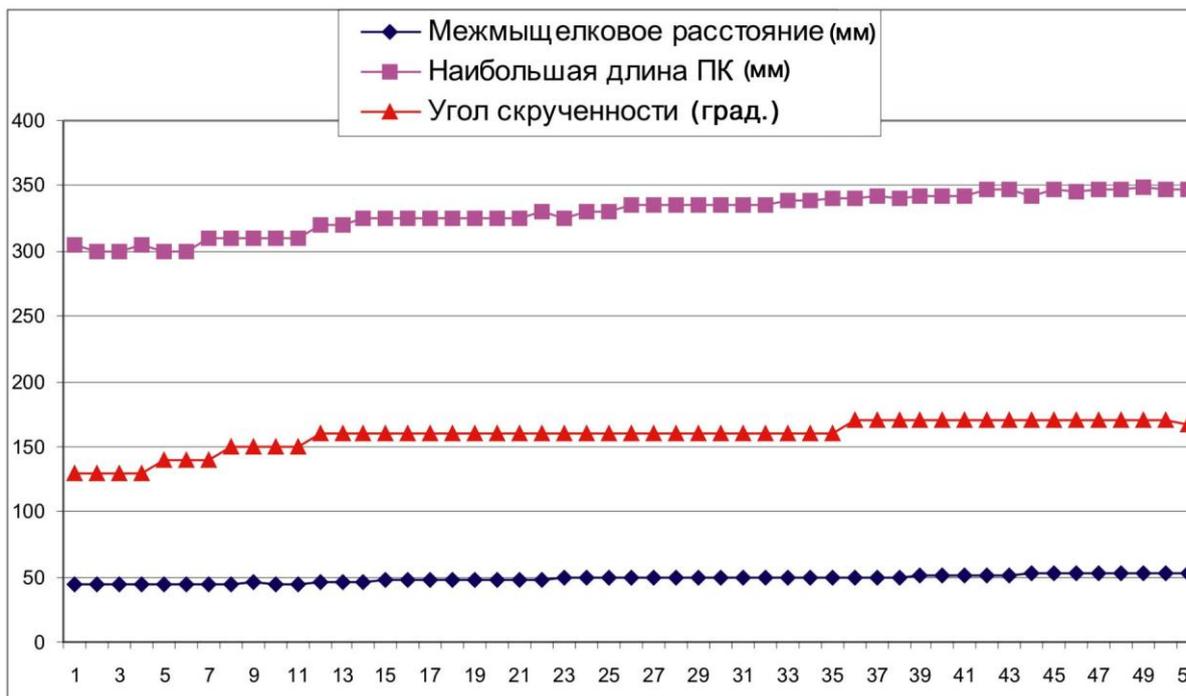


Рис. 6. Отражение зависимости остеометрических показателей

Результаты остеометрического исследования (средние значения) Таблица 1

Возраст	Наиб. дл. (мм)	Меж. МР (мм)	Уг. скр.	Расположение пит. отверстия	Поверхность плечевой кости
20-29 лет	300,0-320,0±0,016	44,0-46,0±0,034	130-140°	на 20,0-30,0 мм выше СД	задняя
30-49 лет	325,0-335,0±0,018	47,0-49,0±0,034	140-150°	на 12,0-20,0 мм ниже СД	медиальная
старше 49 лет	340,0-348,0±0,018	50,0-52,0±0,018	160-170°	на 20,0-45,0 мм ниже СД	передне-медиальная

Примечание: Наиб. дл. – наибольшая длина; Меж. МР – межмышечковое расстояние; Уг. скр. – угол скрученности плечевой кости.

По данным, приведенным в таблице, можно отметить, что чем старше человек, тем больше межмышцелковое расстояние и более дистально располагается питательное отверстие на диафизе ПК.

К пониманию явления различного расположения *canalis nutricius* своеобразный ключ предоставляет исследование онтогенеза. Данные, полученные нами, позволяют сделать предположение, что по мере возрастного изменения мышечного массива плеча *foramen nutricia* «перемещается» с задней поверхности плечевой кости, что соответствует взрослому периоду – *adultus* (20-29 и 30-39 лет) (1), на медиальную (зрелый период – *matures*, 40-49 и 50-59 лет) и затем на переднюю поверхность (характерно для старческого периода *senilis*, 60 лет и старше) по мере роста и развития мышечного массива. Происходит постепенный ее поворот (поворот блока) в медиальную сторону и увеличение угла скрученности плечевой кости. То есть сосуды, впадающие в *canalis nutricius*, располагаются также со стороны наибольшего мышечного массива, а сама кость по мере роста и «созревания» делает поворот.

Для изучения расположения питательных отверстий на проксимальном эпифизе были маркированы следующие анатомические ориентиры – большой и малый бугорки, межбугорковая борозда, анатомическая и хирургические шейки. На дистальном эпифизе ориентиром послужил мыщелок ПК, а именно – латеральный и медиальный надмыщелки и борозда локтевого нерва. Было выявлено, что наибольшее их количество (4-10) площадью от 1 см<sup>2</sup> до 6 см<sup>2</sup> находится в области латерального надмыщелка, в области большого бугорка; в зоне прохождения анатомической шейки их количество составляет от 2-4 до 5-6 на 1 см<sup>2</sup>; единичное количество (2-3 на 1 см<sup>2</sup>) наблюдается в межбугорковой борозде и в борозде локтевого нерва; практически полное отсутствие питательных отверстий – на малом бугорке, в зоне проекции хирургической шейки и область медиального надмыщелка (рис. 7, 8). Данные, полученные при компьютеризации объектов, были сопоставимы с результатами остеометрического исследования.

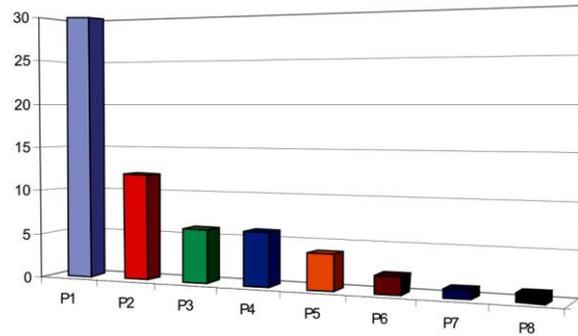


Рис 7. Распределение в зависимости от количества питательных отверстий: P1 – латеральный надмыщелок; P2 – большой бугорок; P3 – анатомическая шейка; P4 – межбугорковая борозда; P5 – малый бугорок; P6 – борозда локтевого нерва; P7 – хирургическая шейка; P8 – медиальный надмыщелок



Рис. 8. Схема распределения питательных отверстий на плечевой кости, вид спереди, сзади и латеральной поверхности («опасные» зоны выделены красным цветом)

При анализе рентгенологического изображения с инъецированным *canalis nutricius* было выявлено, что наибольшее количество питательных отверстий также в области латерального надмыщелка.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеперечисленного можно выделить наиболее оптимальные, безопасные зоны для установки фиксаторов в плечевую кость, избегая такие васкуляризованные зоны ПК, как латеральный надмыщелок, анатомическая шейка и область большого бугорка, а также «опасную» зону где проходит *canalis nutricius*. Выявление корреляционных связей показывают значительную вариабельность расположения *canalis nutricius* ПК от остеометрических и антропометрических параметров, что имеет важ-

ное значение для наложения аппаратов внешней фиксации при переломах плечевой кости.

Заранее измерив у пациента межмышцелковое расстояние, можно предположить расположение *canalis nutricius*. Если МежМР равно 44,0-46,0 мм, то следует с осторожностью подходить к зоне на 20,0-30,0 мм выше СД, 47,0-49,0 мм – 12,0-20,0 мм ниже СД, а если 50,0-52,0 мм и более, то на 20,0-45,0 мм ниже СД. Зная возраст больного и место прохождения главной диафизарной питающей артерии, возможно прогнозирование

течения репаративного остеогенеза при различных переломах. В случае повреждения ПК в зоне прохождения сосудов (canalis vasculosus) необхо-

димо использовать более жесткую фиксацию и стимуляцию остеогенеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В. П. Остеометрия. Методика антропологических исследований / В. П. Алексеев. – М. : Наука, 1966. – 250 с.
2. Бачу, И. С., Функциональная внутрикостная микроциркуляция / И. С. Бачу, Г. И. Лаврищева, Г. А. Оноприенко. – Кишинев : Штиинца, 1984. – 164 с.
3. Бейдик, О. В. Пути оптимизации лечения больных с травмами и деформациями конечностей методом наружного чрескостного остеосинтеза : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / О. В. Бейдик. - Самара, 1999. - 39 с.
4. Демьянов, В. М. Место остеосинтеза компрессионно-дистракционными аппаратами в системе лечения диафизарных переломов длинных трубчатых костей / В. М. Демьянов // Ортопед., травматол. - 1989. - № 2. - С. 6-12.
5. Илизаров, Г. А. О роли костного мозга в консолидации переломов / Г. А. Илизаров, С. И. Швед, Л. В. Мальцева // Ортопед., травматол. - 1994. - № 2. - С. 158-161.
6. Курбатов, В. М. Механизмы повреждения питающей артерии при закрытых диафизарных переломах бедренной кости в эксперименте / В. М. Курбатов // Ортопед., травматол. - 1974. - № 12. - С. 54-56.
7. Лаврищева, Г. И. Регенерация и кровоснабжение кости / Г. И. Лаврищева, С. П. Карпов, И. С. Бачу. – Кишинев : Штиинца, 1981. – 168 с.
8. Минеев, К. П. Анатомо-хирургическое обоснование чрескостного остеосинтеза переломов костей конечностей / К. П. Минеев. – М. : изд-во Мордовского ун-та, 1993. – 147 с.
9. Пичхадзе, И. М. Некоторые новые направления в лечении переломов длинных костей и их последствий / И. М. Пичхадзе // Вестник травматологии и ортопедии. - 2001. - № 2. - С. 40-44.
10. Привес, М. Г. Артерии и вены костей / М. Г. Привес, Н. Б. Лихачева // Вестник хирургии. - 1955. - № 5. - С. 8-15.
11. Слободской, А. Б. Оптимизация чрескостного остеосинтеза при переломах костей конечностей с помощью современных компьютерных технологий / А. Б. Слободской, Н. В. Островский // Анналы хирургии. – 2002. - № 4. - С. 53-57.
12. Соловьева, К. С. О взаимосвязи и взаимной обусловленности процессов репаративной регенерации и васкуляризации костной ткани / К. С. Соловьева // Теоретические и клинические аспекты лечения переломов костей. – Л., 1974. – Вып. XII.
13. Юдин, К. Ю., Кровоснабжение проксимального эпифиза бедренной кости в норме и при остеосинтезе в эксперименте / К. Ю. Юдин, Н. П. Решетников // Макро- и микроморфология. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 1989. - С. 45-49.

Рукопись поступила 14.04.06.

## В память об академике Г.А. Илизарове



*Г.А. Илизаров в интервью газете «Труд»: «...Впрочем, для меня лично вопрос, сколько прожить – семьдесят лет или все сто двадцать, — значения не имеет. Важно, как жить. Ведь и здоровье само по себе – не самоцель, а лишь основа, дающая человеку возможность достичь намеченных целей и замыслов. Творческий труд без оглядки на усилия раскрывает новые возможности организма, всей личности в целом...Думаю, в недалеком будущем сумеем победить и паралич, тяжелые травмы спинного мозга... Людей без призвания не бывает. Просто «заурядные» неверно выбрали*

*профессию, не смогли четко «самоопределиться» и поверить в свою цель...Жить по минимуму или максимуму, творить или отбывать – вот в чем вопрос. Ни о чем не жалею в жизни! Разве что о годах, ушедших на стычки с бюрократами, когда и с очевидными фактами в руках приходилось отстаивать наши способы лечения. За эти годы многие тысячи людей могли бы быть вылеченными. Но остались больными». (Г. Илизаров «ТОЛЬКО ОДИН РЕЦЕПТ», «Труд», 01.01.87).*