

© С.И. Швед, В.А. Немков, В.Г. Шилов, 1998

Биомеханическое обоснование фиксации костных фрагментов пяточной кости при лечении ее переломов аппаратом Илизарова

С.И. Швед, В.А. Немков, В.Г. Шилов

Biomechanical substantiation of bone fragmental fixation of calcaneus in treatment of its fractures with the Ilizarov apparatus

S.I. Shved, V.A. Nemkov, V.G. Shilov

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(Генеральный директор — академик РАМТН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ В.И. Шевцов)

В статье дается описание медико-технических приемов, используемых при лечении переломов пяточной кости аппаратом Илизарова. Приводятся расчёты, обосновывающие использование этих приемов с биомеханических позиций.

Ключевые слова: пяточная кость, перелом, аппарат Илизарова, биомеханика.

Medical-and-technical procedures, used in treatment of calcaneal fractures with the Ilizarov apparatus, are described in the work. The calculations are given, which substantiate use of these procedures from biomechanical points of view.

Keywords: calcaneus, fracture, the Ilizarov apparatus, biomechanics.

Лечение переломов пяточной кости, составляющих до 4% от общего числа переломов костей опорно-двигательной системы [1, 3, 4], является актуальной проблемой травматологии. Связано это как с анатомо-функциональными особенностями данной кости, так и несовершенством традиционных способов лечения. Не случайно, количество неудовлетворительных результатов при лечении данных повреждений способами консервативного и оперативного методов достигает от 25 до 80,5%, а от 23,5 до 78% пострадавших признаются инвалидами III-II групп [2, 5-7].

В настоящее время травматологами широко используется метод чрескостного остеосинтеза. И если для лечения переломов длинных трубчатых костей разработаны методики, позволяющие успешно решать лечебные задачи, то при повреждении губчатых костей, в частности, пяточной, возникают трудности.

В РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова разрабатываются методики чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова при переломах пяточной кости, позволяющие дифференцированно подходить к лечению пострадавших данной категории. При использовании данных методик применяются следующие схемы фиксации костных отломков и осколков спицами:

1. Закрепленными и натянутыми в опоре

2. Дугообразно изогнутыми
3. Консольными с упорами
4. Консольными без упоров
5. Диафиксирующими.

Каждая из вышеперечисленных схем должна обеспечивать, во-первых, силу компрессии между костными отломками, необходимую для благоприятного заживления перелома, и, во-вторых, жёсткость фиксации костных фрагментов, достаточную для восприятия внешних нагрузок.

Нами проведены расчёты, позволяющие количественно оценить биомеханические возможности каждой схемы фиксации костных фрагментов спицами, изготовленными из стали 17Х18Н9.

1. Спицы, закрепленные и натянутые в опоре

Необходимо отметить, что способность натянутой и закрепленной в опоре спицы воспринимать внешнюю нагрузку или создавать силу компрессии зависит, главным образом, от диаметра и начальной силы натяжения спицы.

При воздействии поперечной нагрузки на натянутую спицу происходит увеличение силы натяжения спицы (рис. 1). В таблице 1 представлены значения начальных и конечных сил натяжения спицы, диаметром 1,5 мм, нагруженной в середине пролёта поперечной силой, равной 10 кгс.

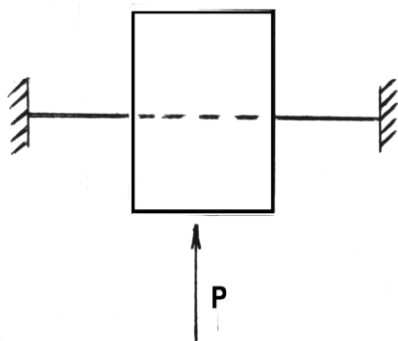


Рис. 1. – Схема фиксации костного фрагмента спицей, закрепленной и натянутой в опоре

Таблица 1

Значения начальных (S_0) и конечных (S) сил натяжения спицы диаметром 1,5 мм при воздействии поперечной нагрузки силой 10 кгс

Силы натяжения S (кгс)	
S_0	S
30	97
40	103
50	107
60	111
70	117
80	122
90	132
100	136
110	147
120	152

Для спиц диаметром 1,5 мм максимальная сила натяжения не должна быть больше 213 кгс, так как данное значение является пределом текучести материала спицы, и дальнейшее возрастание силы натяжения приводит к разрыву спицы. Максимальная же поперечная сила, воздействующая на спицу диаметром 1,5 мм и натянутую с силой не менее 100 кгс, как показывают наши расчеты, не должна превышать 17,5 кгс. Соответственно, эта величина прямо пропорциональна количеству спиц, закрепленных в опоре аппарата, то есть, например, максимальная поперечная нагрузка на опору, в которой натянуты и закреплены 2 спицы, составляет 35 кгс.

2. Дугообразно изогнутые спицы

При применении данного медико-технического приёма (рис. 2) сила компрессии (P), создаваемая спицей в области перелома, зависит от величины угла изгиба ветвей спицы (α_1 и α_2) и от силы её натяжения (N).

Рассчитать создаваемую силу компрессии можно по следующей формуле:

$$P = N \cos \alpha_1 + N \cos \alpha_2$$

Например, если спицу, предварительно изогнутую под углом 60° ($\alpha_1 = \alpha_2 = 60^\circ$), натянуть с

силой 40 кгс, то сила компрессии, создаваемая в области перелома, будет равняться

$$P = 40 \cos 60^\circ + 40 \cos 60^\circ = 20 + 20 = 40 (\text{кгс})$$

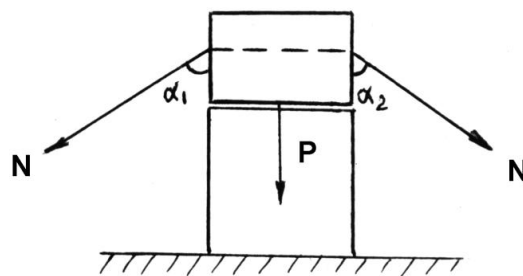


Рис. 2. – Схема фиксации костного фрагмента дугообразно изогнутой спицей

3. Консольные спицы с упорами

При фиксации костных отломков и осколков пяточной кости консольной спицей с упором (рис. 3) величина силы создаваемой компрессии (P), при условии сохранения прямолинейности, то есть отсутствия изгиба спицы, находится в обратной зависимости от длины консоли (расстояния от опоры аппарата до кости) (L).

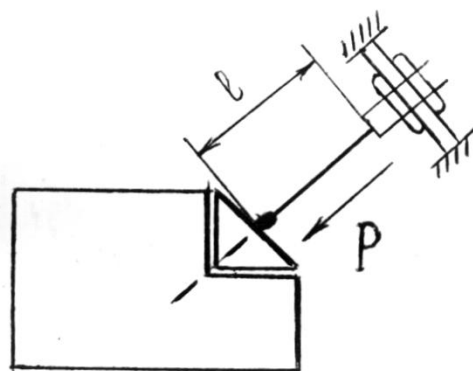


Рис. 3. – Схема фиксации костного фрагмента консольной спицей с упором

В таблице 2 приведены значения создаваемой силы компрессии в области перелома спицей с упором диаметром 1,5 мм, в зависимости от длины консоли.

Таблица 2

Значения создаваемой силы компрессии (P) консольной спицей с упором, в зависимости от длины консоли (L)

D (мм)	L (мм)	P (кгс)
1,5	50	29,4
	75	13,1
	100	7,4

4. Консольные спицы без упоров

Способность консольной спицы создавать компрессию в области перелома или воспринимать поперечную нагрузку (рис. 4)

зависит от диаметра спицы, длины консоли (L) и величины допустимой деформации спицы (V). Наибольшие допустимые деформации спиц определены нами по напряжению текучести равному 126 кгс/мм^2 , при котором после снятия нагрузки остаточная деформация спицы составляет 0,2%.

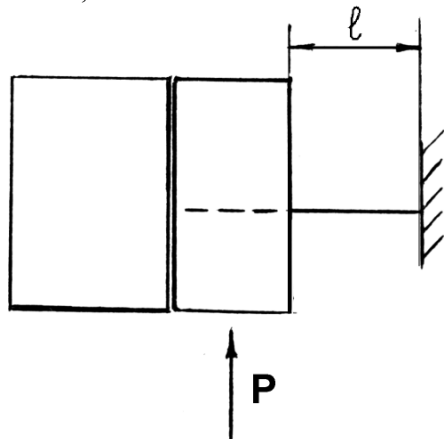


Рис. 4. – Схема фиксации костного фрагмента консольной спицей без упора

В таблице 3 приведены данные о способности спицы создавать силу компрессии в области перелома или воспринимать поперечную нагрузку в зависимости от диаметра спицы, длины консоли и величины допустимой деформации спицы.

Таблица 3

Значение создаваемой силы компрессии в зависимости от диаметра спицы (D), длины консоли (L) и величины допустимой деформации спицы (V)

D (мм)	L (мм)	V (мм)	P (кгс)
1,5	30	1,2	2,8
	40	2,1	2,1
	50	3,3	1,7
2,0	30	0,9	7,5
	40	1,6	3,2
	50	2,5	1,6
	60	3,6	0,9

Как видно из данных табл. 3, чем меньше длина консоли и больше диаметр спицы, тем меньше величина деформации спицы при воздействии большей нагрузки.

5. Диафиксирующие спицы

При фиксации костных отломков и осколков пяточной кости диафиксирующими спицами (рис. 5), величина воспринимаемой нагрузки (P) находится в прямой зависимости от диаметра спицы (D) и в обратной зависимости от

расстояния от опоры до костного фрагмента, к которому фиксируется отломок или осколок (L). При этом необходимо учитывать, что под воздействием нагрузки возникает прогиб спицы, который тем больше, чем больше действующая сила и расстояние от опоры до костного фрагмента и меньше диаметр спицы (см. табл.4). Как видно из приведенной табл. 4, при применении данного медико-технического приема наиболее эффективно использование спиц диаметром 2,0 мм, причем расстояние от опоры до костного фрагмента не должно превышать 50-75 мм.

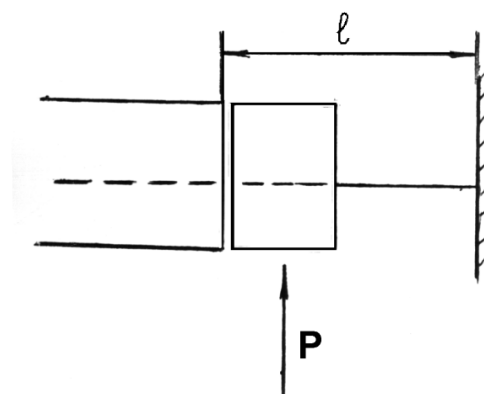


Рис. 5. – Схема фиксации костного фрагмента диафиксирующей спицей

Таблица 4

Значения нагрузок (P) и прогибов спиц (V) в зависимости от диаметра спицы (D) и расстояния от опоры до костного фрагмента (L)

D (мм)	L (мм)	P (кгс)	V (мм)
1,5	100	1,5	6,0
	75	2,0	3,4
	50	3,0	1,5
1,8	100	2,6	5,0
	75	3,5	2,8
	50	5,2	1,3
2,0	100	3,6	4,5
	75	4,8	2,5
	50	7,2	1,1

Таким образом, проведенные нами расчеты позволяют выбрать наиболее эффективную схему фиксации костных отломков и осколков при лечении переломов пяточной кости аппаратом Илизарова, создать необходимую силу межфрагментарной компрессии и определить допустимую нагрузку на травмированный сегмент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исламбеков У.С., Халиков Р.А. Диагностика и лечение свежих переломов пяточной кости // Мед. журн. Узбекистана. – 1990. – № 3. – С. 20.
2. Карлэтяну М.А., Горня Ф.И., Грозман Ю.М. Использование аппаратов внешней фиксации для восстановления биомеханики стоп при переломах пяточной кости // Мед. биомеханика: Тез. докл. междунар. конф. В 4-х т. – Рига, 1986. – Т. III. – С.519-522.
3. Лечение переломов пяточной кости / Л.А. Якимов, Л.С. Рабинович, А.Д. Калашник, В.Е. Шестаков // Ортопед. травматол. – 1988. – № 4. – С. 43-44.
4. Логинов Г.К. Лечение компрессионных переломов пяточной кости // Ортопед. травматол. – 1978. – № 1. – С. 72-73.
5. Реут Н.И. Отдаленные результаты лечения компрессионных переломов пяточной кости // Вестн. хирургии им. Грекова. – 1976. – № 4. – С. 95-97.
6. Фишкин И.В. О лечении переломов пяточной кости // Ортопед. травматол. – 1986. – № 3. – С. 61-62.
7. Халиков Р.А. Комплексное хирургическое лечение переломов пяточной кости: Автореф. дис... канд. мед. наук. – Ташкент, 1992. – 23с.

Рукопись поступила 7.04.98.

Вниманию ортопедов-травматологов, руководителей медицинских учреждений и организаций, осуществляющих торговлю медицинскими приборами и инструментами



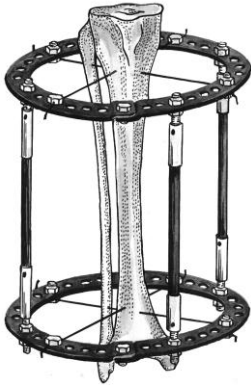
Опытный завод РНЦ “ВТО” имени академика Г.А. Илизарова предлагает аппарат Илизарова, полукольца и стержни которого выполнены из современных композиционных материалов, обеспечивающие:

- рентгенопрозрачность
- прочность, не уступающую стальным
- снижение веса в 3 раза

Комплектуем заказы на 1998 год.

Заказы направлять по адресу: 640005 г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6, опытный завод РНЦ “ВТО”

Телефоны для справок: (35222) 3-50-54 - директор завода Воронцов Валерий Павлович
3-53-40 - отдел сбыта

Аппарат из металлических и рентгенпрозрачных колец и стержней на R-грамме	Компоновка аппарата с деталями из рентгенпрозрачных материалов
	

ПАМЯТИ Г.А. ИЛИЗАРОВА

В Македонии гостил советский хирург, ортопед с мировым именем, Гавриил Абрамович Илизаров, который отказался от классического лечения костей с помощью гипса и оперативного лечения, а лечит так называемым “бескровным вмешательством”, единственным в мире.

Janković D.

Čudotvorni prsteni liječnika iz Kurgana. - ARENA (SFRJ). –1984. – N 1285 (Югославия)