

© В.А. Немков, Л.В. Скляр, 1997

Оптимальные уровни фиксации костных отломков и плоскостей остеотомий при чрескостном остеосинтезе

В.А. Немков, Л.В. Скляр

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

В статье приведены результаты расчетов, выполненных на компьютере с использованием имеющихся программ, по определению линейных и угловых смещений дистального костного отломка кости в случаях фиксации его в одной и двух опорах чрескостного аппарата при различных углах перекреста спиц и расстояниях от опоры аппарата до его стыкового конца. Представлены доказательства возможности выбора таких уровней фиксации и остеотомий, при которых в условиях функционального нагружения конечности и её удлинения исключаются поперечные смещения отломка в зоне костеобразования.

Ключевые слова: биомеханика, чрескостный аппарат, уровни костной фиксации, спицы.

Results of calculations, made with a computer, using available programs, are given in the work. The calculations concern determination of linear and angular displacements of a distal bone fragment in cases of its fixation to one or two rings of a transosseous apparatus for various cross-angles of wires and distances from the apparatus ring to its joint end. Proofs of the possibility to select those levels of fixation and osteotomies are demonstrated, which rule out lateral displacements of the fragment in the zone of osteogenesis in the conditions of functional loading of a limb and its elongation.

Keywords: biomechanics of transosseous apparatus, levels of bone fixation, wires.

При лечении переломов с использованием чрескостного аппарата за счет функции сгибателей и разгибателей или опорного нагружения возникает поперечная сила. При удлинении конечности, в процессе дистракции, неуравновешенные компоненты сил растяжений мышц, сухожилий и функциональная их нагрузка также создают поперечную силу. Под действием этой силы дистальный отломок (фрагмент) кости из-за деформаций спиц смещается и разворачивается в опоре чрескостного аппарата.

При компрессионном остеосинтезе сила компрессии оказывает сопротивление поперечному смещению конца дистального отломка в костной ране. Наличие осколков в зоне перелома, а также отсутствие силы компрессии при выполнении нейтрального остеосинтеза, обуславливают увеличение линейных и угловых смещений дистального отломка, особенно в тех случаях, когда длина последнего не позволяет выполнять фиксацию его в двух опорах аппарата. При удлинении конечности фиксация дистального костного фрагмента, как правило, выполняется только в одной опоре аппарата двумя или тремя спицами. Поперечные смещения на стыке костных

отломков (фрагментов) травмируют клетки костной мозоли (регенерата), в результате чего процесс костеобразования замедляется.

Нами выполнены расчеты и созданы программы для ЭВМ, которые позволяют вводить исходные данные, а затем вычислять поперечные смещения и углы поворота костных отломков (фрагментов).

Основными исходными параметрами являются:

- диаметры, длины, углы перекреста и силы натяжения спиц;
- диаметры и длины костных отломков (фрагментов);
- расстояния от опоры аппарата до точки приложения вектора поперечной силы и до зоны костной раны (плоскости остеотомии);
- направления и величины поперечных сил.

Условные обозначения:

α - угол перекреста спиц;

β - угол поворота костного отломка;

V - смещение отломка в опоре;

V_1 - смещение конца отломка в зоне костной раны (остеотомии);

L - расстояние от опоры до зоны костной раны (остеотомии).

ФИКСАЦИЯ ДИСТАЛЬНОГО ОТЛОМКА (ФРАГМЕНТА) КОСТИ В ОПОРЕ АППАРАТА ДВУМЯ ПЕРЕКРЕЩИВАЮЩИМИСЯ СПИЦАМИ

В качестве примеров в таблице 1 представлены результаты расчетов, выполненных

при одинаковых значениях исходных параметров.

Таблица 1 показывает:

- смещения V отломка кости в опоре с увеличением угла α перекреста спиц уменьшаются, а углы поворота β - возрастают;
- конец отломка в зоне костной раны может находиться ниже продольной оси сегмента конечности, или выше этой оси;
- имеются значения углов перекреста спиц, при которых поперечных смещений отломка в зоне костной раны не происходит ($\alpha=54^\circ$ при $L=100$; $\alpha=72^\circ$ при $L=50$);
- существуют и другие значения оптимальных уровней фиксации отломка в опоре аппарата (расстояния L от опоры до зоны костной раны) и соответствующие им углы перекреста α спиц, при которых стыковой конец отломка после его нагружения остается на продольной оси сегмента конечности.

В таблице 2 в качестве примера представлены значения этих оптимальных параметров.

Данные представленные в таблице 2 позволяют сделать следующей вывод:

- меньшим оптимальным расстояниям от опоры до зоны костной раны соответствуют большие значения углов перекреста спиц.

Расчеты, выполненные при поперечной силе равной $P=20$ кгс, (в таблице 1 представлены

результаты расчетов при $P=10$ кгс) и сохранении величин остальных указанных исходных параметров показывают, что как значение оптимального расстояния, так и перемещение отломка в опоре, и углы поворота тоже увеличиваются в два раза.

Таблица 1

Смещения (мм) и углы поворота костного отломка при различных значениях углов перекреста спиц. Поперечная сила $P=10$ кгс.

α°	V	β°	$L=100$	$L=50$
			V_1	V_1
30	- 18.2	2.9	-13.1	- 15.7
45	- 8.3	3.2	- 2.8	- 5.6
54	- 5.9	3.4	0	- 2.9
60	- 4.9	3.6	1.4	- 1.7
72	- 3.5	4.1	3.7	0
75	- 3.3	4.3	4.2	0.5
90	- 2.4	5.4	0.4	2.3

Примечание: знак (-) означает, что смещение происходит по направлению вектора силы P (книзу - при горизонтальном расположении продольной оси сегмента конечности)

Таблица 2

Значения оптимальных уровней фиксации L отломка и α угла перекреста спиц

α°	30	40	45	54	61	72	85	90
L	365	200	150	100	75	50	30	26

ФИКСАЦИИ ДИСТАЛЬНОГО ОТЛОМКА (ФРАГМЕНТА) КОСТИ В ОПОРЕ АППАРАТА ТРЕМЯ СПИЦАМИ

1. При углах перекреста спиц меньших 90° фиксацию отломка кости в опоре целесообразно выполнять тремя спицами. Третью спицу следует проводить в направлении перпендикулярном вектору силы P и располагать её дистальнее кольца аппарата.

Таблица 3

Смещения (мм) и углы поворота костного отломка при различных значениях углов перекреста спиц.

α°	V	V_1	β°	L
30	-0.8	2.9	3.0	70
45	-0.6	3.5	3.3	70
60	-0.3	4.3	3.7	70
90	0.1	6.5	5.2	70

Условие: фиксация отломка кости тремя спицами; спица перпендикулярна вектору силы и расположена дистальнее кольца аппарата; поперечная сила $P=10$ кгс.

Значения оптимальных уровней фиксации L отломка и углы перекреста α спиц

α°	30	45	60	90
L	15	10	5	5

2. При углах перекреста спиц больших 90° фиксацию костного фрагмента в опоре следует выполнять также тремя спицами, но при этом

третью спицу необходимо проводить в направлении параллельном вектору силы P .

Таблица 4

Смещения (мм) и углы поворота костного отломка при различных значениях углов перекреста спиц.

α°	V	V_1	β°	L
90	-2.4	2.8	4.3	70
120	-1.6	5.4	5.8	70
150	-1.3	8.0	7.6	70
170	-1.2	9.2	8.5	70

Условие: фиксация отломка тремя спицами; спица параллельна вектору силы; спица расположена дистальнее плоскости кольца; поперечная сила $P=10$ кгс.

Значения оптимальных уровней фиксации L отломка и углы перекреста α спиц

α°	90	120	150	170
L	30	15	10	10

Сравнительная оценка результатов представленных в таблицах 1,2 и 3,4 показывает, что при фиксации костного отломка в опоре аппарата тремя спицами уменьшаются смещения отломка в опоре, или его углы поворота, и сокращаются величины оптимальных расстояний.

ФИКСАЦИЯ ДИСТАЛЬНОГО ОТЛОМКА КОСТИ В ДВУХ ОПОРАХ АППАРАТА

При лечении переломов фиксация дистального отломка в тех случаях, когда позволяет его длина, выполняется обычно в двух опорах аппарата двумя парами спиц. При этом, как правило, углы перекреста спиц в этих опорах, выбираемые с учетом топографии сосудов и нервов сегмента конечности в плоскостях проведения спиц, имеют различные значения.

В таблице 5 в качестве примера приведены величины смещений отломка в опорах и оптимальные значения расстояний и углов перекреста спиц.

Результаты вычислений представленные в таблице 5 показывают, что смещения отломка в опорах аппарата имеют меньшие величины в тех случаях, когда углы перекреста спиц в дистальной опоре 2 имеют большие значения, чем в опоре 1.

Таблица 5

Значения оптимальных уровней фиксации L отломка и углы перекреста а спиц

α_1°	α_2°	V_1	V_2	β°	L
30	30	7.6	10.6	2.4	190
30	45	3.9	6.5	2.0	105
30	60	1.9	4.4	1.9	55
30	90	0	2.4	1.9	10
45	30	4.6	8.2	2.7	90
60	30	3.0	7.0	3.1	55
90	30	1.6	6.4	3.7	25

Условие: фиксация отломка в двух опорах; расстояние между опорами равно 75 мм; поперечная сила P=10 кгс.

Условные обозначения:

α_1, α_2 - углы перекреста спиц в опорах 1 и 2;

V_1 - смещение отломка в опоре 1,

V_2 - смещение в опоре 2,

L - расстояние от костной раны до ближайшей опоры 1.

ВЫВОД

Путем выполнения расчетов могут быть определены:

- значения оптимальных уровней фиксации дистального отломка кости в опорах аппарата, при которых исключаются поперечные смещения конца этого отломка в зоне образования костной мозоли в условиях

функционального нагружения конечности;

- месторасположения плоскостей остеотомий, при которых в процессе удлинения и функционального нагружения конечности исключаются поперечные смещения костного фрагмента в зоне регенерации.

Рукопись поступила 1.09.97.