

УДК 621:620.1.05 (031)

Н.С. Шидловський, канд. техн. наук, доцент;

Д.Е. Шпак, канд. техн. наук, доцент;

Національний технічний університет України "КПІ", г. Київ

А.М. Лакша, канд. мед. наук, доцент

*Українська Воєнно-медичинська академія, г. Київ***МЕТОДЫ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СТЕРЖНЕВЫХ АППАРАТОВ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ**

Оптимизация механических и геометрических параметров стержневых аппаратов, которые используются для фиксации отломков костей после сложных переломов, представляется актуальной задачей, разрешимой, на наш взгляд, только экспериментальным путём.

Материалом для биомеханических исследований являлись системы "аппарат-кость", состоящие из трупной, нефиксированной большеберцовой кости и стержневого аппарата внешней фиксации. В испытаниях использовали кости людей, умерших от повреждений и заболеваний, не связанных с патологией опорно-двигательного аппарата. На большеберцовых костях производили поперечную остеотомию (моделировали простой поперечный перелом) и выполняли остеосинтез стержневыми аппаратами внешней фиксации с использованием стержней (имплантантов), изготовленных из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т.

Каждый вид испытаний представлен тремя образцами. Испытания под воздействиями изгибающих и крутящих нагрузок систем "аппарат-кость" производили на универсальной испытательной машине TIRATEST-2300, которая имеет такие характеристики:

- точность измерения прикладываемой нагрузки ± 0.1 Н;
- точность измерения перемещения подвижного захвата ± 0.01 мм.

Измерения линейных перемещений производили, используя датчик деформаций испытательной машины TIRATEST-2300, оптический катетометр В-630 с погрешностью ± 0.005 мм и индикатор часового типа ИЧ-10 с погрешностью ± 0.005 мм. Исследуемую конструкцию консольно закрепляли в жёстком зажиме, который был установлен на подвижной траверсе испытательной установки. В процессе нагружения измеряли перемещения конца рычага, жёсткоприкреплённого к свободному концу кости. Угол поворота φ и крутящий момент M рассчитывали таким образом:

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{\Delta h}{R}; \quad M = P \cdot R,$$

где Δh – перемещение конца рычага; R – длина рычага; P – усилие, прикладываемое к концу рычага.

Для определения жесткости конструкций систем аппарат-кость с различными пространственными конструкциями аппаратов при изгибающих и

компрессионных нагрузках в качестве критерия выбрана сумма модулей векторов. Она характеризует жесткости исследуемых систем по относительному смещению костных отломков непосредственно в месте перелома.

Модуль суммы векторов рассчитывали по формуле:

$$|R| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$$

где x – проекция перемещения вектора на ось X ;

y – проекция перемещения вектора на ось Y ;

z – проекция перемещения вектора на ось Z .

В таблице 1 приведены условные жесткости систем аппарат-кость различных конструкций при действии изгибающих и компрессионных нагрузок. Указанные жесткости представляют отношение нагрузок на линейных участках деформации к величине вектора перемещения R , компоненты которого определяли экспериментально. Также в таблице приведены жесткости систем аппарат-кость различных конструкций при действии торсионных нагрузок на линейных участках деформации.

Таблица 1

Конструкция аппарата	Условное обозначение конструкции аппарата	Модули суммарного вектора жесткости при изгибающих нагрузках, C (Н/мм)	Жесткость на линейных участках деформации при торсионных нагрузках, C_1 (Н·м/рад)
Односторонняя одноплоскостная		290	108.5
Односторонняя двуплоскостная		537	145.3
Двусторонняя одноплоскостная		1124	234.4
Двусторонняя двуплоскостная		675	256.4
С дугообразными штангами		521	214.3

Способы фиксации...

Как видно из таблицы, при фиксации простого поперечного перелома без дополнительной межотломковой компрессии наибольшей суммарной жесткостью обладает двусторонняя одноплоскостная (рамочная) конструкция. Примерно в два раза меньше жесткость у двусторонней двуплоскостной (триангулярной) конструкции. Еще меньше жесткость у односторонней двуплоскостной (дельтовидной) конструкции. Минимальной жесткостью обладает односторонняя одноплоскостная конструкция аппарата. Жесткостные свойства конструкции аппарата с дугообразными штангами сопоставимы с двусторонней двуплоскостной и односторонней двуплоскостной конструкциями.

При воздействии торсионных нагрузок наилучшие характеристики жесткости показала триангулярная конструкция аппарата, сопоставима с ней жесткость рамочной конструкции, на третьем месте конструкция аппарата с дугообразными штангами; Далее следуют дельтовидная и односторонняя одноплоскостная конструкции.

Таким образом экспериментальные исследования показали, что при простых поперечных переломах наибольшей жесткостью фиксации обладают двусторонние одно- и двуплоскостные конструкции стержневых аппаратов внешней фиксации.