

Література

1. *Кравченко А. А.* Болезнь Бехтерева (диагностика и лечение). – К.: Здоров'я, 1983. – 128 с.
2. *Машков А. П.* Диагностика и лечение болезней суставов. – Н. Новгород: НГМА, 1999. – 180 с.
3. *Цивьян Я. Л.* Хирургия болезни Бехтерева. – М.: Медицина, 1990. – 176 с.
4. *Кван М. А.* Ankylosing spondylitis: clinical aspects // In: Calin A., Taugor J. The Spondylarthritides. – Oxford-New-York Tokyo. – 1998. – P. 27–40.

УДК 616.717*616.717.2]-001.5-089.84

МЕТОДИКА АНАЛІТИЧНОГО ПОРІВНЯННЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛОСКОЇ ТА ПОДВІЙНОЇ ДЕРОТАЦІЙНОЇ ПЛАСТИН ДЛЯ НАКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ

*І. М. Рубленик**, *С. В. Білик**, *К. В. Гуцуляк***, *О. Г. Шайко-Шайковський***

**Буковинська державна медична академія, м. Чернівці, Україна*

***Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна*

ANALYTIC COMPARATIVE METHOD OF BIOCHEMICAL PROPERTIES OF A FLAT AND DOUBLE DEROTATIVE PLATES IN EXTERNAL FIXATION

I. M. Rublenik, S. V. Bilyk*, K. V. Hutsuliak**, A. G. Shaiko-Shaikovsky***

The article deals with a method of mathematical determination of parameters defining stability and rigidity of bone constructions for external fixation in flexion and rotation loads. The method allows to evaluate resistance of external fixatives against simple and complex types of loads taking into account their complicated forms of cross-section and sizes.

Key words: external fixation, fixatives, plates, deformations, stability, rigidity.

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛОСКОЙ И ДВОЙНОЙ ДЕРОТАЦИОННОЙ ПЛАСТИН ДЛЯ НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

И. М. Рубленик, С. В. Билык*, К. В. Гуцуляк**, А. Г. Шайко-Шайковський***

Приводится методика математического определения параметров, характеризующих прочность и жесткость на костных конструкциях для остеосинтеза при сгибательных и ротационных нагрузках. Методика позволяет оценить сопротивление на костных фиксаторов простым и сложным видам нагрузок с учетом их сложной формы сечения и размеров.

Ключевые слова: на костный остеосинтез, фиксаторы, пластины, деформации, прочность, жесткость.

Вступ

Накістковий остеосинтез займає значне місце серед різноманітних способів фіксації відламків кісток. Відносна простота здійснення, ефективність, функціональність і відносно низька ціна фіксуючих конструкцій визначають досить широку розповсюдженість цього виду остеосинтезу. В той же час спостерігається постійне вдосконалення накісткових конструкцій [1–3]. На кафедрі травматології та ортопедії Буковинської держав-

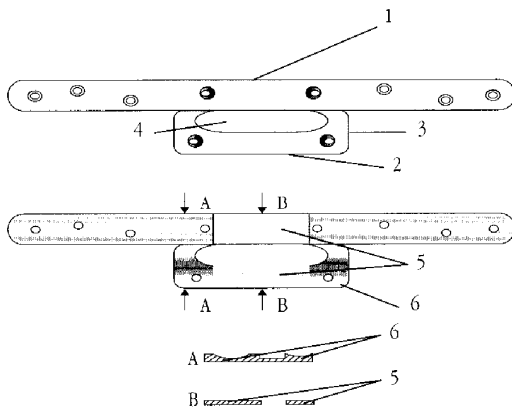
ної медичної академії разом з лабораторією опору матеріалів Чернівецького національного університету розроблено та запропоновано подвійну деротативну пластину [1], яка має високу міцність і здатність ефективно опиратися деформаціям згинання та кручення.

Метою дослідження є розробка розрахункової методики, яка дозволяє оцінити міцність і жорсткість накісткових конструкцій для остеосинтезу в умовах деформації згинання у різних площинах, а також – деформаціям кручення.

Матеріали і методи

Відомі накісткові пластини системи АО, ХІТО, плоскі пластини з мінімальною площею контакту [1] мають досить суттєвий недолік – низький опір деформаціям згинання у фронтальній площині, а також – деформаціям кручення. Проте, забезпечення здатності опиратися ротаційним навантаженням є важливою та необхідною умовою успішного зрощення відламків при остеосинтезі взагалі та накістковому зокрема. Завдяки запропонованій формі поперечного перерізу розроблена подвійна деротаційна пластини (ПДП) [4] має підвищену здатність опиратися ротаційним впливам, а також згинанню у фронтальній площині (рис.).

Подвійна деротаційна пластини



ПДП виконана у вигляді довгої (1) та короткої (2) пластинок, з'єднаних між собою двома перетинками (3) на зразок катамарана. За рахунок перетинки довга та коротка пластини розділені поздовжнім наскрізним отвором (4), що дозволяє проводити рентгенологічне спостереження за процесом консолідації уламків. У подальшому довга та коротка пластини розташовуються у двох взаємно перпендикулярних площинах. З метою мінімізації порушення кровопостачання у ділянці перелому у довгій та короткій пластині виконано заглибини (5), а нахильно-овальні отвори розміщені на опорних площадках (6).

Для проведення математичних розрахунків на міцність та жорсткість необхідно визначити положення центральних осей інерції, які проходять через центр ваги перерізу фіксатора. Положення центру ваги перерізу визначалось за формулами:

$$Z_c = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n V_i}; \quad Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \quad (1)$$

де V_i – об'єм частини пластини; i – номер частини пластини; Z_i та Y_i – координати центра ваги частини пластини; Z_c та Y_c – координати центра ваги усієї пластини;

c – уся пластини; n – загальне число частинок пластини ($i = 1, 2, 3 \dots n$);

Визначення положення центра ваги всього перерізу та його окремих частин, осьових моментів інерції та моментів опору проведено з урахуванням особливостей форми секторіальних та сегментних елементів, що утворюють весь переріз фіксатора.

Величина сумарних осьових моментів визначалась як алгебраїчна сума окремих частин перерізу:

$$J_z = \sum_{i=1}^4 J_{z_i}; \quad J_y = \sum_{i=1}^4 J_{y_i} \quad (i = 1, 2, \dots, 4), \quad (2)$$

де J – сумарний осьовий момент інерції.

Величина нормальних напружень σ при згині визначалась за виразом:

$$\sigma = \frac{M_{z2}}{W_{н.о.}}, \quad (3)$$

де M_{z2} – величина згинаючого моменту; $W_{н.о.}$ – момент опору відносно нейтральної осі.

Результати та їх обговорення

У табл. 1 наведено величини нормальних напружень згинання пластини АО та ПДП. З даних табл. 1 випливає, що в матеріалі ПДП виникають набагато менші напруження, ніж у пластині АО.

Дотичні напруження τ_{max} та кути закручування, що виникають при ротаційних впливах у накісткових фіксаторах, визначаються за виразами (4):

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр}}{W_k}; \quad \varphi = \frac{M_{кр} \cdot l}{J_k \cdot G}, \quad (4)$$

де $M_{кр}$ – момент кручення; W_k – момент опору при крученні некрутлого перерізу; l – довжина пластини; J_k – момент інерції при крученні; G – модуль пружності II роду.

Моменти опору та моменти інерції при крученні дорівнюють:

$$W_k = \alpha b b^3; \quad J_k = \beta b b^3, \quad (5)$$

де b – висота перерізу; b – ширина перерізу; α, β – функції, які залежать від співвідношення b/b (містяться у спеціальних довідникових таблицях).

У табл. 2 містяться результати розрахунків напружень та кутів закручування при крученні різних накісткових фіксаторів. З даних табл. 2 випливає, що ПДП має більший запас міцності та є більш жорсткою, порівняно з пластинкою АО.

Висновки

1. Розроблена розрахункова методика оцінки міцності та жорсткості накісткових фіксуючих конструкцій із складною формою поперечного перерізу.

Таблиця 1

Величини нормальних напружень згинання (МПа) у різних накісткових фіксаторах

Значення згинаючих моментів, Нм	Пластина АО		ПДП	
	Напруження у фронтальній площині σ_y	Напруження у сагітальній площині σ_z	Напруження у фронтальній площині σ_y	Напруження у сагітальній площині σ_z
$M_{зг} = 10$	12,5	34,07	3,187	10,86
$M_{зг} = 20$	25,0	68,14	6,374	21,72
$M_{зг} = 30$	37,5	102,21	9,561	32,58

Таблиця 2

Максимальні дотичні напруження τ_{max} та кути закручування σ у різних накісткових фіксаторах

Величина крутного моменту, Нм	Пластина АО		ПДП	
	Дотичні напруження τ_{max} , МПа	Кути закручування σ , рад	Дотичні напруження τ_{max} , МПа	Кути закручування σ , рад
$M_k = 10$	21,64	0,0104	14,97	0,0095
$M_k = 20$	43,29	0,0209	29,94	0,019
$M_k = 30$	64,92	0,031	44,92	0,0285

2. Розрахунковим шляхом показано, що ПДП має кращі параметри міцності та жорсткості, ніж накісткові пластини АО.

3. Методика дозволяє на етапі проектування та розробки вносити цілеспрямовані зміни в конструкції накісткових фіксаторів з метою їх модернізації та поліпшення.

Література

1. Анкин Л. Н., Анкин Н. Л. Пластины с минимальным контактом для биологического стабильно-функционального остеосинтеза // Травматол. и ортопед. России. – 1995. – № 5. – С. 14–16.
2. Беляков А. А. Динамическая компрессирующая пластина для остеосинтеза длинных трубчатых костей нижних конечностей при поперечных переломах // Ортопед., травматол. и протезир. – 1983. – № 11. – С. 44–46.
3. Мателенок Е. М. Стабильный остеосинтез при диафизарных переломах (методика применения компрессирующих пластин) // Ортопед., травматол. – 1991. – № 11. – С. 54–58.
4. Рубленик І. М., Білик С. В. Пристрій для остеосинтезу С. В. Білика та І. М. Рубленика // Декларційний патент України 43276А, 7 А61В 17/56, від 15.11.2002 р. Бюл. № 10, (номер заявки 2001063739 від 01.06.2001).