

Експериментальні дослідження

УДК 616.718.4-001-089.84

*В.Л.Васюк, І.М.Рубленик, Є.М.Тимофієва,
О.Г.Шайко-Шайковський, С.В.Білик, А.В.Юрценюк*

МАТЕМАТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ СУБФАСЦІАЛЬНОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ

Кафедра травматології, ортопедії та нейрохірургії (зав. – проф. І.М.Рубленик)
Буковинської державної медичної академії

Резюме. Запропоновано фіксатор (реєстрація заявки на винахід Київським науково-дослідним центром патентної експертизи за № 99074325) для субфасціального остеосинтезу черезвертлюгових переломів стегнової кістки і методика операцій. Розроблено методику розрахунку зусиль в елементах фіксатора методом Гауса, методом квадратних коренів, методом ортогоналізації із системою векторів за допомогою ЕОМ. Визначено, що для досягнення стабільної фіксації переломів необхідно застосовувати 4 гвинти: два М6 та два М8.

Ключові слова: переломи стегна, біологічний остеосинтез, субфасціальний остеосинтез, статично-невизначені системи, математичні методи розв'язання, силові фактори.

Вступ. Переломи проксимальної частини стегнової кістки належать до тяжких пошкоджень, особливо в осіб похилого віку. З 200000 хворих у США щорічно помирає 20%, а повне відновлення спостерігається лише у 25%. Вартість лікування цих хворих у США становить 3 млрд. доларів на рік [6]. Саме тому нами розроблено й запропоновано субфасціальний фіксатор для хірургічного лікування переломів вертлюгової ділянки стегнової кістки, який повністю відповідає принципам найбільш досконалого на сьогодні біологічного остеосинтезу [7,8]. Для забезпечення надійної та стабільної фіксації відламків стегнової кістки за допомогою запропонованого фіксатора важливо визначити не тільки кількість та діаметр гвинтів, що вводяться в шийку стегна, а також забезпечити надійну фіксацію всієї конструкції до непошкодженої частини підвертлюгової ділянки стегнової кістки. Конструкція нижньої частини фіксатора для субфасціального остеосинтезу (рис.2) являє собою статично-невизначену систему. Її розв'язання потребує застосування інших, більш складних методів, ніж ті, що застосовувались для визначення геометричних та міцносних параметрів внутрішньокісткових конструкцій [1,2,3].

Мета дослідження. Математично обгрунтувати забезпечення стабільності субфасціального фіксатора необхідною мінімальною кількістю гвинтів.

Матеріали та методи. З метою зменшення травматичності оперативного втручання й здійснення його напівзакритим шляхом через окремі проколи шкіри й підшкірної клітковини пропонується фіксатор у вигляді зігнутої під кутом 8-15° пластини, яка в проксимальній частині має різьбові отвори під кутом 130°, а в дистальній частині – різьбові отвори під кутом 90° до поздовжньої осі. В отвори загвинчують гвинти з різьбовою частиною перемінного діаметра з однаковим кроком різьби. На торці пластини фіксатора розташований різьбовий отвір для закріплення рукоятки, за допомогою якої пластина фіксатора вводиться в м'які тканини стегна.

На рис.1 показано субфасціальний фіксатор та схему його застосування. Субфасціальний фіксатор складається з пластини (1), зігнутої під кутом 8-15°, з різьбовими отворами (2) під кутом 120-130°; різьбовими отворами (3) під кутом 90°; різьбові гвинти перемінного діаметра (4), що на одному кінці мають шестигранник (5), обмежуюче кільце (6), різьбову ділянку більшого діаметра (7) і різьбову ділянку меншого діаметра (8) з однаковим кроком різьби обох ділянок. На торці пластини міститься різьбовий отвір (9) для закріплення рукоятки (10).

Субфасціальний фіксатор застосовують так. Під загальним знеболюванням репонують відламки на ортопедичному столі під контролем електронно-оптичного перетворювача. Через невеликий розтин шкіри до 3 см (11) субфасціально вздовж стегнової кістки за допомогою рукоятки (10)

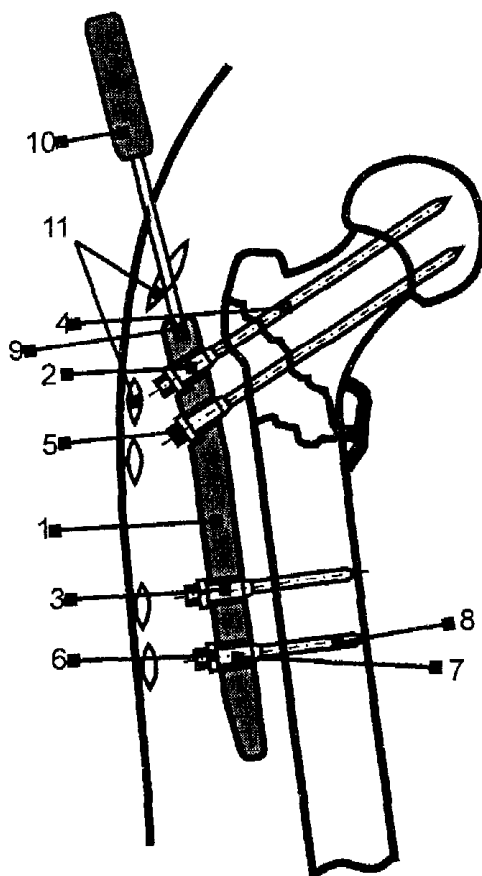


Рис. 1. Схема остеосинтезу вертлюгових переломів за допомогою субфасціального фіксатора.

просувають пластину (1) доти, поки верхній кінець пластини не розташується на 1-2 см дистальніше великого вертлюга. Після цього через прокол шкіри в проксимальний отвір пластини вводять направляючу спицю, слідкуючи, щоб вона в боковій проекції проходила по центру шийки, а в прямій проекції - на 1 см дистальніше її верхнього краю. Наступний прокол шкіри здійснюють навпроти дистального отвору пластини (1), через який просвердлюють канал у поперечному напрямку по центру стегнової кістки. Свердло видаляють, в отриманому каналі мітчиком нарізають різьбу і вводять фіксуєчий гвинт (7) (рис.1). Третій прокол шкіри здійснюють навпроти другого отвору зверху, в який вводять послідовно свердло, мітчик, гвинт. Далі видаляють направляючу спицю з проксимального отвору пластини і вводять туди фіксуєчий гвинт. На завершення через окремі проколи шкіри (11) проводять 2-3

фіксуючих гвинти. Рукоятка (10) відгвинчується від пластини (1). Накладають шви на шкіру, асептичні пов'язки. Досягається жорстка фіксація при надзвичайно малій травматичності оперативного втручання.

Схематично нижню частину фіксатора можна показати у вигляді розрахункової схеми (рис.2).

Найбільш сучасним методом, що використовується сьогодні для роз-

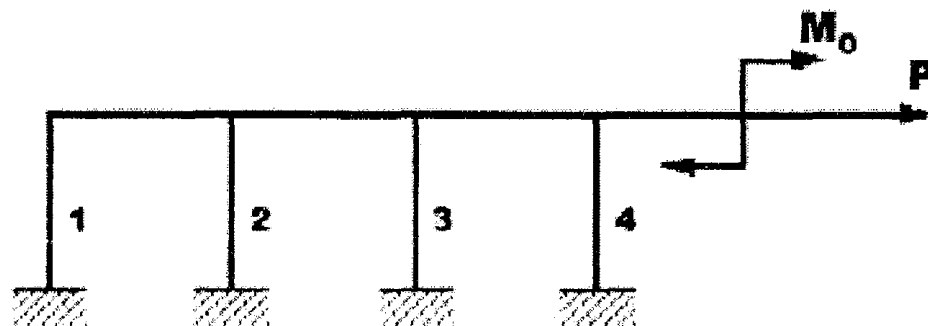


Рис.2. Розрахункова схема нижньої частини фіксатора (1,2,3,4, - гвинти, що фіксують пластину фіксатора до стегнової кістки, M_0 , P - зусилля з боку верхньої частини фіксатора).

криття статичної невизначеності в опорі матеріалів, загальній та спеціальній будівельній механіці вважається метод сил [4,5]. Він полягає в тому, що статично невизначена система звільняється від зайвих зв'язків і стає статично визначеною (рис.3). Відкинуті зв'язки замінюються на невідомі силові фактори x_i . Величина їх у подальшому підбирається за допомогою відповідних математичних методів такою, щоб лінійні та кутові переміщення системи відповідали тим обмеженням, що накладаються на неї відкинутими зв'язками.

Для визначення невідомих опорних силових факторів x_i необхідно

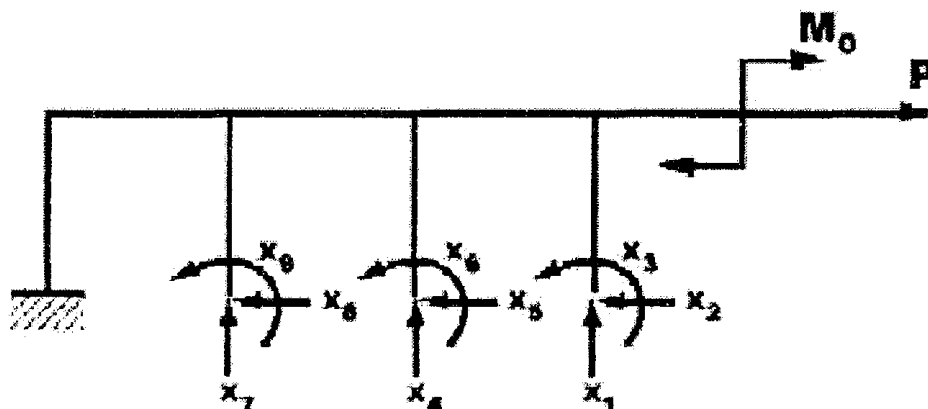


Рис.3. Статично невизначена система - конструкція субфасціального фіксатора з відкинутими "зайвими" зв'язками (еквівалентна система).

скласти так звану систему канонічних рівнянь (оскільки система 9 разів статично невизначена, то й кількість рівнянь дорівнює дев'яти):

У наведених рівняннях (1) коефіцієнти δ_{ij} - переміщення в напрямку i від одиничного силового фактора, який замінює j -й невідомий силовий фактор. Вільні члени Δ_{ip} - переміщення від системи зовнішніх сил в i -му напрямку. Для знаходження коефіцієнтів δ_{ij} слід перемножити відповідні

$$\begin{cases}
 \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3 + \delta_{14}x_4 + \delta_{15}x_5 + \delta_{16}x_6 + \delta_{17}x_7 + \delta_{18}x_8 + \delta_{19}x_9 + \Delta_{1p} = 0 \\
 \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3 + \delta_{24}x_4 + \delta_{25}x_5 + \delta_{26}x_6 + \delta_{27}x_7 + \delta_{28}x_8 + \delta_{29}x_9 + \Delta_{2p} = 0 \\
 \delta_{31}x_1 + \delta_{32}x_2 + \delta_{33}x_3 + \delta_{34}x_4 + \delta_{35}x_5 + \delta_{36}x_6 + \delta_{37}x_7 + \delta_{38}x_8 + \delta_{39}x_9 + \Delta_{3p} = 0 \\
 \delta_{41}x_1 + \delta_{42}x_2 + \delta_{43}x_3 + \delta_{44}x_4 + \delta_{45}x_5 + \delta_{46}x_6 + \delta_{47}x_7 + \delta_{48}x_8 + \delta_{49}x_9 + \Delta_{4p} = 0 \\
 \delta_{51}x_1 + \delta_{52}x_2 + \delta_{53}x_3 + \delta_{54}x_4 + \delta_{55}x_5 + \delta_{56}x_6 + \delta_{57}x_7 + \delta_{58}x_8 + \delta_{59}x_9 + \Delta_{5p} = 0 \\
 \delta_{61}x_1 + \delta_{62}x_2 + \delta_{63}x_3 + \delta_{64}x_4 + \delta_{65}x_5 + \delta_{66}x_6 + \delta_{67}x_7 + \delta_{68}x_8 + \delta_{69}x_9 + \Delta_{6p} = 0 \\
 \delta_{71}x_1 + \delta_{72}x_2 + \delta_{73}x_3 + \delta_{74}x_4 + \delta_{75}x_5 + \delta_{76}x_6 + \delta_{77}x_7 + \delta_{78}x_8 + \delta_{79}x_9 + \Delta_{7p} = 0 \\
 \delta_{81}x_1 + \delta_{82}x_2 + \delta_{83}x_3 + \delta_{84}x_4 + \delta_{85}x_5 + \delta_{86}x_6 + \delta_{87}x_7 + \delta_{88}x_8 + \delta_{89}x_9 + \Delta_{8p} = 0 \\
 \delta_{91}x_1 + \delta_{92}x_2 + \delta_{93}x_3 + \delta_{94}x_4 + \delta_{95}x_5 + \delta_{96}x_6 + \delta_{97}x_7 + \delta_{98}x_8 + \delta_{99}x_9 + \Delta_{9p} = 0
 \end{cases} \quad (1)$$

одиничні епюри. Для знаходження коефіцієнтів Δ_{ip} слід перемножити відповідні одиничні епюри зі силовою епюрою. Розв'язання системи (1) лінійних неоднорідних рівнянь можливо реалізувати за допомогою сучасних ЕОМ із залученням чисельних методів. Наприклад, методу Гауса, методу Гауса з вибором головного елемента за стовбцями, методом Гауса з вибором головного елемента за рядками, методом квадратних коренів, методом ортогоналізації із системою n векторів (для звичайної або симетричної матриці), методом ортогоналізації із системою $2n$ "біортогональних" векторів. Корені x_i системи (1) отримані за допомогою всіх перерахованих вище методів, для чого складено та прораховано на ЕОМ "Pentium" відповідні програми, які мали однакові результати розрахунку з точністю до 5-го знака після коми.

Для перевірки правильності визначення коефіцієнтів δ_{ij} та отриманих у результаті розв'язання системи (1) значень за знайденими x_i будувались остаточні епюри згинаючих моментів. Перемноження цих епюр з одиничними дозволило отримати нульове переміщення, що підтверджує вірність розв'язання задачі.

Значення коефіцієнтів δ_{ij} до системи (1) наведено в табл.1.

Таблиця 1

Матриця коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} до системи (1)

J \ I.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Δ_{ip}
1	108	-21	24	61,33	-19	22	22,67	-13	16	-17889,6
2	-21	6,67	-7	-10	4,33	-4,5	-3	2,33	-2,5	4793,43
3	24	-7	8	12	-4,5	-5	4	-2,5	3	-5187,8
4	61,33	-10	12	37,33	-10	12	14,67	-8	10	-8984,8
5	-19	4,33	-4,5	-10	4,67	-5	-3	2,33	-2,5	3322,63
6	22	4,5	5	12	-5	6	4	-2,5	3	-3717
7	22,67	-3	4	14,67	-3	4	6,67	-3	4	-3021,6
8	-13	2,33	-2,5	-8	2,33	-2,5	-3	2,67	-3	1851,82
9	16	-2,5	3	10	-2,5	3	4	-3	4	-2246,2

Розв'язання системи (1) дозволило отримати значення коренів (опорних реакцій): $x_1=221,07\text{кг}$; $x_2= -569,38\text{кг}$; $x_3= -132,84\text{ кгсм}$; $x_4= -203,63\text{ кг}$; $x_5= 294,98\text{ кг}$; $x_6= 143,76\text{ кгсм}$; $x_7= 38,85\text{ кг}$; $x_8= 189,67\text{ кг}$; $x_9= 110,08\text{ кгсм}$.

Для визначення необхідної кількості блокуючих гвинтів при закріпленні фіксатора та дослідження закономірностей зміння опорних зусиль при різних варіантах розташування цих опорних гвинтів розглянуто послідовно схеми блокування за допомогою трьох гвинтів (рис.4) та за допомогою двох гвинтів (рис.5).

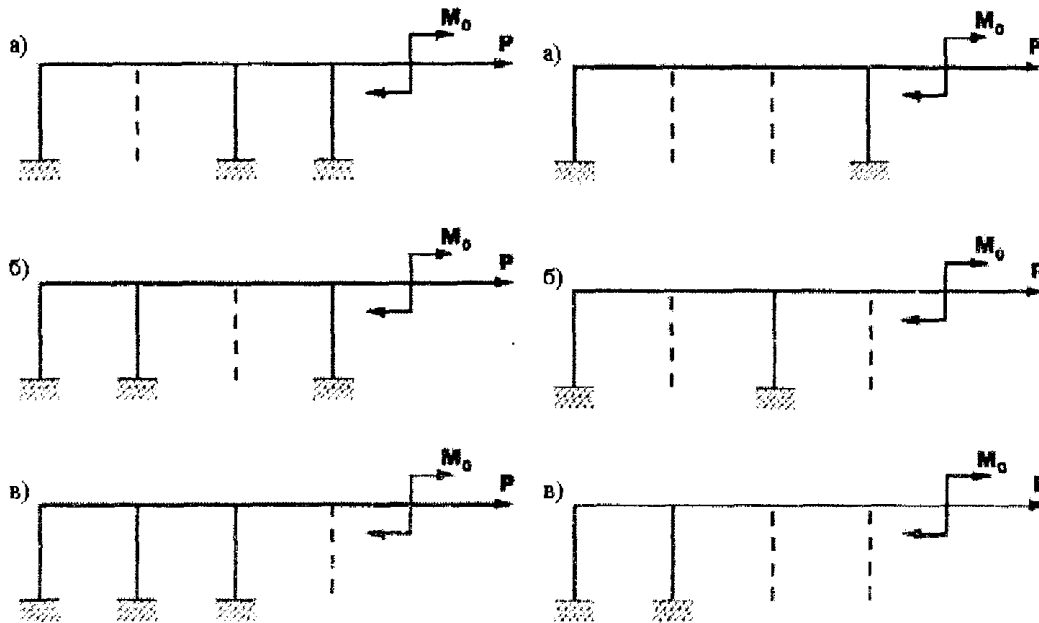


Рис.4. Варіанти блокування за допомогою трьох гвинтів.

Рис.5. Блокування фіксатора за допомогою двох гвинтів.

Для визначення опорних зусиль при блокуванні за допомогою 3-х гвинтів (рис.4) необхідно розв'язати систему рівнянь (2).

$$\begin{cases} \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3 + \delta_{14}x_4 + \delta_{15}x_5 + \delta_{16}x_6 + \Delta_{1p} = 0 \\ \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3 + \delta_{24}x_4 + \delta_{25}x_5 + \delta_{26}x_6 + \Delta_{2p} = 0 \\ \delta_{31}x_1 + \delta_{32}x_2 + \delta_{33}x_3 + \delta_{34}x_4 + \delta_{35}x_5 + \delta_{36}x_6 + \Delta_{3p} = 0 \\ \delta_{41}x_1 + \delta_{42}x_2 + \delta_{43}x_3 + \delta_{44}x_4 + \delta_{45}x_5 + \delta_{46}x_6 + \Delta_{4p} = 0 \\ \delta_{51}x_1 + \delta_{52}x_2 + \delta_{53}x_3 + \delta_{54}x_4 + \delta_{55}x_5 + \delta_{56}x_6 + \Delta_{5p} = 0 \\ \delta_{61}x_1 + \delta_{62}x_2 + \delta_{63}x_3 + \delta_{64}x_4 + \delta_{65}x_5 + \delta_{66}x_6 + \Delta_{6p} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

У таблицях 2,3,4 вміщено значення коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} щодо розв'язання рівнянь (2) відповідно до схем, наведених на рис. 4а, 4б, 4в.

Розв'язання системи рівнянь (2) за коефіцієнтами, наведеними в табл.2, дозволило отримати значення опорних реакцій (рис.4а):

$$x_1 = 247,11 \text{ кг}; x_2 = -492,55 \text{ кг}; x_3 = -83,88 \text{ кгсм}; x_4 = -229,29 \text{ кг}; x_5 = 392,05 \text{ кг}; x_6 = 199,19 \text{ кгсм}.$$

Розв'язання системи рівнянь (2) за значеннями коефіцієнтів, наведених у табл.3, дозволило отримати значення опорних реакцій для схеми рис.4б:

$$x_1 = 83,02 \text{ кг}; x_2 = -633,26 \text{ кг}; x_3 = -111,27 \text{ кгсм}; x_4 = 6,10 \text{ кг}; x_5 = 419,45 \text{ кг}; x_6 = 225,61 \text{ кгсм}.$$

Таблиця 2

Матриця коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} до схеми рис.4а

J \ i.	1	2	3	4	5	6	Δ_{ip}
1	108	-21	24	61,33	-19	22	-17889,6
2	-21	6,67	-7	-10	4,33	-4,5	4793,43
3	24	-7	8	12	-4,5	-5	-5187,8
4	61,33	-10	12	37,33	-10	12	-8984,8
5	-19	4,33	-4,5	-10	4,67	-5	3322,63
6	22	-4,5	5	12	-5	6	-3717

Таблиця 3

Матриця значень коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} для схеми блокування рис. 4б

j \ i.	1	2	3	4	5	6	Δ_{ip}
1	108	-21	24	22,67	-13	16	-17889,6
2	-21	6,67	-7	-3	2,33	-2,5	4793,43
3	24	-7	8	4	-2,5	3	-5187,8
4	22,67	-3	4	6,67	-3	4	-3021,6
5	-13	2,33	-2,5	-3	2,67	-3	1851,82
6	16	-2,5	3	4	-3	4	-2246,2

Таблиця 4

Матриця значень коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} для схеми блокування рис.4в

J \ i.	1	2	3	4	5	6	Δ_{ip}
1	37,33	-10	12	14,67	-8	10	-8984,8
2	-10	4,67	-5	-3	2,33	-2,5	3322,63
3	12	-5	6	4	-2,5	3	-3717
4	14,67	-3	4	6,67	-3	4	3021,6
5	-8	2,33	-2,5	-3	2,67	-3	1851,82
6	10	-2,5	3	4	-3	4	-2246,2

Розв'язання системи рівнянь (2) за значеннями коефіцієнтів, наведених у табл.4 дозволило отримати такі корені (опорні зусилля):

$x_1 = 240,63$ кг; $x_2 = -509,28$ кг; $x_3 = -94,87$ кгсм; $x_4 = -190,31$ кг; $x_5 = 383,69$ кг; $x_6 = 190,90$ кгсм.

Для визначення опорних зусиль при блокуванні фіксатора 2-ма гвинтами (рис.5) необхідно розв'язати систему рівнянь (3):

$$\begin{cases} \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3 + \Delta_{1p} = 0 \\ \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3 + \Delta_{2p} = 0 \\ \delta_{31}x_1 + \delta_{32}x_2 + \delta_{33}x_3 + \Delta_{3p} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

У таблицях 5, 6, 7 містяться значення коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} , які необхідно підставляти в систему (3) для визначення опорних зусиль відповідно до схем, наведених на рис.5а, 5б, 5в.

Таблиця 5

Матриця значень δ_{ij} та Δ_{ip} до схеми рис.5а

j. \ i	1	2	3	Δ_{ip}
1	108	-21	24	-17889,6
2	-21	6,67	-7	4793,43
3	24	-7	8	-5187,8

Розв'язання системи рівнянь (3) за коефіцієнтами, наведеними у табл.5, дозволило отримати такі значення опорних реакцій:

$$x_1 = 64,62 \text{ кг}; x_2 = -466,25 \text{ кг}; x_3 = 46,66 \text{ кгсм.}$$

Таблиця 6

Матриця значень δ_{ij} та Δ_{ip} до схеми рис.5б

j. \ i	1	2	3	Δ_{ip}
1	37,33	-10	12	-8984,8
2	-10	4,67	-5	3322,63
3	12	-5	6	-3717

Розв'язання системи рівнянь (3) за коефіцієнтами, наведеними у табл.6, дозволило отримати такі значення опорних реакцій:

Таблиця 7

Матриця коефіцієнтів δ_{ij} та Δ_{ip} до схеми рис.5в

j. \ i	1	2	3	Δ_{ip}
1	6,67	-3	4	-3021,6
2	-3	2,67	-3	1851,82
3	4	-3	4	-2246,2

$$x_1 = 116,34 \text{ кг}; x_2 = -447,23 \text{ кг}; x_3 = 14,09 \text{ кгсм.}$$

Розв'язання системи рівнянь (3) за коефіцієнтами, наведеними у таблиці 7 дозволило отримати такі значення опорних реакцій:

$$x_1 = 290,41 \text{ кг}; x_2 = -398,02 \text{ кг}; x_3 = -23,38 \text{ кгсм.}$$

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз отриманих результатів, їх порівняння після побудови відповідних епюр згинаючих моментів дозволило встановити, що будь-які комбінації розташування гвинтів для двох та трьох гвинтової конструкції при блокуванні фіксатора не відповідають умовам міцності, не забезпечують надійної та стабільної фіксації конструкції субфасціального фіксатора.

Отже, забезпечення стабільної фіксації фіксатора при проведенні субфасціального остеосинтезу можливо при використанні тільки чотирьох гвинтової конструкції.

Наприклад, побудова епюри згинаючих моментів для чотирьох гвинтової схеми блокування (рис.2) буде мати вигляд, зображений на рис.6.

Визначення діаметра гвинтів слід проводити згідно умови міцності при згині:

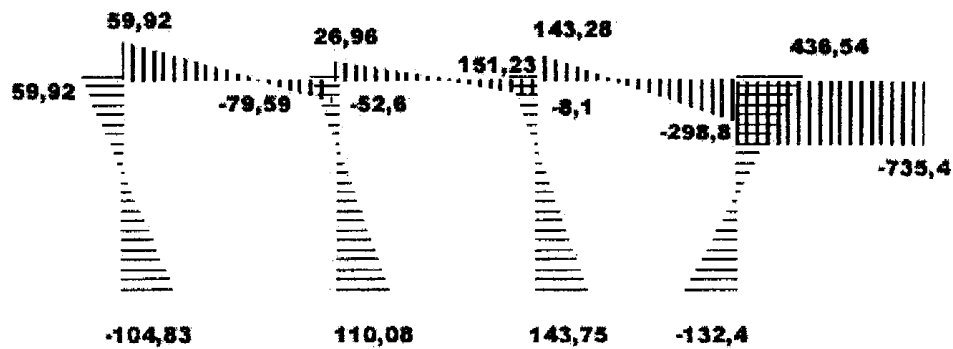


Рис.6. Результуюча епюра згинаючих моментів для їх гвинтової схеми блокування.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma] \quad (4)$$

де: σ_{\max} – максимальні розрахункові нормальні напруження при згині;

$[\sigma]$ – допустимі напруження при згині;

M_{\max} – максимальний розрахунковий згинаючий момент;

W_{\max} – осьовий момент опору поперечного перерізу блокуючого гвинта.

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \quad (5)$$

тут d – діаметр блокуючого гвинта.

Отже, необхідний діаметр гвинта $\varnothing d_i$ можна визначити за формулою:

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{32 M_{i \max}}{\pi [\sigma]}} \quad (6)$$

Із результуючої епюри згинаючих моментів (рис.6) :

$$M_{I \max} = 104,83 \text{ кгсм}$$

$$M_{II \max} = 110,08 \text{ кгсм}$$

$$M_{III} = 151,23 \text{ кгсм}$$

$$M_{IV} = 436,54 \text{ кгсм}$$

Після підстановки вказаних значень у формулу (6), отримаємо, що $d_1 = d_2 = 6 \text{ мм}$, а $d_3 = d_4 = 8 \text{ мм}$ (нумерація блокуючих гвинтів фіксатора – згідно рис.2). Значення згинаючих моментів на результуючій епюрі (рис.6) дають можливість визначити форму та розміри корпусу пластини субфасціального фіксатора, проаналізувати міцність різьбових з'єднань конструкції.

Висновки.

1. Розроблено методику та її математичне обґрунтування забезпечення стабільності субфасціального остеосинтезу за допомогою багатогвинтових конструкцій, що є статично невизначеними системами.

2. Розроблено та запропоновано алгоритм розрахунку зусиль у статично невизначених системах субфасціальних фіксаторів.

3. Розроблено програми розрахунку на ЕОМ запропонованої методики з використанням чисельних методів: Гауса, методу Гауса з вибором головного елемента за стовбчиками, методом Гауса з вибором головного елемента за рядками, методом квадратних коренів, методу ортогоналізації з системою p векторів (для звичайної або симетричної матриці), методу ортогоналізації (з системою $2n$ "біортогональних" векторів).

4. Визначено, що для забезпечення стабільності субфасціального фіксатора (сталь 12Х18Н9Т) необхідно використовувати мінімум чотири блокуючих гвинти, діаметр двох нижніх гвинтів $d_{1,2} = 6$ мм, діаметр двох верхніх гвинтів повинен бути $d_{3,4} = 8$ мм.

Література. 1. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. – М.: Физматгиз, – 1962. – 620с. 2. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Мосилевич Г.Б. Расчёт на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979. – 702с. 3. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. – К.: Наукова думка, 1988. – 734с. 4. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 430с. 5. Сорокина В.Г. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1989. – 638с. 6. Шмидт И.З., Медведев А.А. Диагностика и лечение переломов проксимального отдела бедренной кости // Российский медицинский журнал. – 1998. - №1. – С.45-47. 7. Lunsjo K. Dynamic fixation of unstable trochanteric hip fractures. – Helsinborg, 1998. – 110p. 8. Riet Y.E., Werken C; Marti R.K. Subfascial plate fixation of comminuted diaphyseal femoral fractures, a report of three cases utilizing biological osteosynthesis // J. Orthop. Traum. – 1997. – 11(1). – P.57-60.

MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF SUBFASCIAL OSTEOSYNTHESIS STABILITY GAIN METHOD

V.L.Vasiuk, I.M.Rublenik, E.M.Tymofiieva, O.G.Shaiko-Shaikovskyi, S.V.Bilyk, A.V.Yurtseniuk

Abstract. An operation method and a fixator for subfascial osteosynthesis of trochanteric femoral fractures was offered. Techniques for calculating loadings in the fixator parts using Gauss' method, the method of square roots, orthogonalization with the vector system was developed. It is proved that four screws are necessary to achieve stable bone-fixation: two M6 and two M8.

Key words: femoral fractures, biological osteosynthesis, subfascial osteosynthesis, statically undefined systems, mathematical solution methods, mechanical force factors.

Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsi)