

УДК 616.748-082.2-74:616.718.5/6-001.5]-036-092.9

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ МІЖГОМІЛКОВОГО СИНДЕСМОЗУ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ КІСТОЧОК ЗА ДОПОМОГОЮ НАПРУЖЕНОЇ ПЕТЛІ

**М.О. Кожем'яка**, асистент кафедри травматології та ортопедії Запорізького державного медичного університету

**М.Л. Головаха**, доктор медичних наук., професор, завідувач кафедри травматології та ортопедії Запорізького державного медичного університету

**Є.А. Криворучко**, магістрант кафедри травматології та ортопедії Запорізького державного медичного університету

**Резюме.** Фіксація напруженої петлею пропонується як найменш інвазивна, гнучка фіксація міжгомілкового синдесмозу, яка не вимагає рутинного видалення. У цій роботі проводилось вивчення фіксації синдесмозу напруженої петлею на моделі перелому латеральної щиколотки з пошкодженням синдесмозу і проводилося порівняння з фіксацією синдесмозу гвинтом за методикою А.О. Були використані 20 нижніх кінцівок нерозітнутих і нефіксованих трупів дорослих людей. Нogu поміщали в затискний пристрій, моделювали надсиндесмозний перелом латеральної кісточки з пошкодженням всіх елементів синдесмозу. Проводили порівняння фіксації синдесмозу напруженої петлею з фіксацією за методикою А.О. 4х кортикальним 3.5 мм гвинтом шляхом вимірювання величини міжгомілкового диастаза при ротаційному навантаженні на синдесмоз.

**Ключові слова:** переломи кісточок, міжгомілковий синдесмоз, хірургічне лікування, напружена петля.

**Вступ.** Пошкодження надп'ятковостопного суглоба займають одне з провідних місць, як за частотою, так і за значущістю їх анатомо-функціональних наслідків. Аналіз літератури показує, що переломи кісточок складають від 7 до 23% по відношенню до усіх пошкоджень кісток скелету і від 30 до 60% по відношенню до переломів кісток гомілки [1]. За даними закордонних авторів пошкодження в області надп'ятковостопного суглоба займають лідируюче місце в структурі скелетної травми. Частота пошкоджень міжгомілкового синдесмозу в поєднанні з травмами в області надп'ятковостопного суглоба складає біля 40% [2], а на частку розривів зв'язкового апарату при пошкодженні надп'ятковостопного суглоба прилягає біля 42% [3]. Одними з найбільш тяжких є нестабільні пошкодження надп'ятковостопного суглоба, що супроводжуються повним розривом міжгомілкового синдесмозу. Ці пошкодження складають біля 30 % від всіх дво- та трьох гомілкових переломів [4]. І саме на цю групу

хворих прилягає найбільша кількість (до 30%) віддалених незадовільних результатів лікування [5]. В переважній більшості випадків дану травму отримують особи працездатного віку [6].

Основною причиною незадовільних результатів лікування найчастіше буває недотримання головних принципів лікування тяжких пошкоджень «гомілкової вилки», а саме: точна репозиція і адекватна фіксація елементів, що стабілізують надп'ятковостопний суглоб [7]. Між тим до теперішнього часу відсутня єдність тактики і оцінки результатів лікування даної патології.

Для відновлення нормальних співвідношень в надп'ятковостопному суглобі запропоновано більше 200 різних як консервативних, так і оперативних методик лікування. Різноманіття запропонованих способів лікування пов'язано, перш за все, із складною будовою і важливістю функції надп'ятковостопного суглоба в біомеханічній системі нижньої кінцівки і недостатньою досконалістю існуючих методів лікування. Труднощі в лікуванні переломів кісточок

з пошкодженням міжгомількового синдесмозу обумовлені анатомо-біомеханічними особливостями надп'ятковостопного суглоба. Правильні анатомічні взаємодії малогомілкової, великогомілкової і таранної кістки забезпечуються повноцінністю передньої і задньої міжгомількових зв'язок, міжкісткової мембрани, дельтоподібної і передньої малогомілково-таранної зв'язок. При їх пошкодженні вага нижньої кінцівки створює направлену силу, що діє на суглобові кінці великої і малогомілкової кістки в області надп'ятковостопного суглоба, що створює порушення нормальних взаємовідношень суглобових елементів.

Оперативне лікування переломів кісточок з пошкодженням міжгомількового синдесмозу звичайно в себе включає остеосинтез переломів зовнішньої кісточки і міжгомількову фіксацію за допомогою гвинта, запропонованого A.O.group (Association for Osteosynthesis). Недоліки фіксації синдесмозу гвинтом включають необхідність проведення етапної операції для видалення імплантата, розхитування і поломки імплантата, втрата репозиції після видалення імплантата, формування міжгомількового синостозу. Також дослідження показали, що загоєння зв'язок гальмується повним знерухомленням. Рухи дистального відділу малогомілкової кістки відносно великогомілкової кістки в нормі присутні в надп'ятковостопному суглобі. Жорстка фіксація синдесмозу буде стояти на заваді нормальним фізіологічним рухам до тих пір, поки пристрій ригідної фіксації не буде видалено, зламано чи розхитано [10].

Враховуючи вищевикладене, проблема вибору тактики хірургічного лікування переломів кісточок з пошкодженням міжгомількового синдесмозу представляється актуальною, має велике соціально-економічне значення, потребує більш глибокого дослідження і визначення найбільш оптимальних методів лікування з урахуванням особливостей відновлення пошкоджених м'якотканинних структур надп'ятковостопного суглоба.

Ми пропонуємо використовувати для хірургічного лікування переломів зовнішньої

кісточки з пошкодженням міжгомількового синдесмозу остеосинтез зовнішньої кісточка за допомогою оригінальної пластини і фіксацію міжгомількового синдесмозу напруженою петлею. Фіксація «гнучкими» імплантатами успішно використовується для відновлення передньої хрестоподібної зв'язки, дистального сухожилку біцепса, зв'язок акроміально-ключичного зчленування, що змушує припустити високу ефективність даної техніки і у випадку відновлення міжгомількового синдесмозу.

**Мета.** На основі топографо-анатомічного дослідження виявити взаємозв'язок між пошкодженнями окремих структур латерального відділу надп'ятковостопного суглоба і стабільністю міжгомількового синдесмозу, обґрунтувати застосування нового методу його відновлення на основі еластично-пружної фіксації.

**Задачі роботи:**

1. Вивчити величину ротаційної нестабільності в міжгомільковому синдесмозі в експерименті після моделювання його пошкодження;

2. Вивчити ротаційну стабільність міжгомількового синдесмозу в експерименті після його відновлення гвинтом за методикою АО;

3. Вивчити ротаційну стабільність міжгомількового синдесмозу в експерименті після його відновлення напруженою петлею;

4. Провести порівняльний аналіз цих методик.

**Матеріали та методи дослідження.** В основу роботи покладено науковий аналіз експериментальних досліджень 20 нижніх кінцівок секційного матеріалу (нефіксованих і нерозітнутих трупів дорослих людей обох статей), що надійшли до Обласного бюро судово-медичної експертизи м.Запоріжжя). На трупах проведено експерименти по визначенню ступеню зміщення елементів надп'ятковостопного суглоба при виконанні зовнішньої ротації стопи після реконструкції міжгомількового синдесмозу позиційним гвинтом за методикою АО/ASIF (Association for

Osteosynthesis/Association for the Study of Internal Fixation) чи з використанням запропонованої системи, що складається з преформованої фігурної накісткової пластини з поліаксіальною кутовою стабільністю гвинтів оригінальної конструкції для остеосинтезу перелому зовнішньої кісточки і напруженої петлі, що складається з двох металевих пластинок овальної та круглої форми і плетеної синтетичної нитки, що не розсмоктується (типу Arthrex FiberWire® #5).

Методика експериментів була наступною. З метою об'єктивізації при всіх дослідженнях дотримувалися одного алгоритму моделювання пошкоджень в області над'ятковостопного суглоба типу С (класифікація АО). Препарат фіксували за допомогою стрижнів в затискному пристрої. Стопа фіксувалася в рухомому підніжку таким чином, що центр обертання був по центру над'ятковостопного суглоба (рис. 1).



Рис. 1. Препарат нижньої кінцівки, фіксований в затискному пристрої: а) вигляд збоку; б) вигляд зверху

З передньобокового доступу у напрямку спереду назад гострим і тонким долотом виконували повне руйнування міжгомількового синдесмозу (передня і задня міжгомількові зв'язки, міжкісткова мембрана), із латерального доступу для нижньої третини малогомілкової кістки на відстані 5 см від її верхівки, виконували косу остеотомію останньої, в проекції верхівки внутрішньої кісточки проводили поперечне розсічення дельтоподібної зв'язки, в якості еквівалента перелому внутрішньої кісточки, відтворювали очевидну нестабільність перелому з укороченням малогомілкової кістки і деформації в над'ятковостопному суглобі.

В першій фазі експерименту після моделювання пошкодження в 1-й експериментальній групі (n=10) виконували класичний латеральний доступ до малогомілкової кісточки в області пошкодження. Виконували відкриту репозицію перелому малогомілкової кістки з усуненням ротаційного зміщення, зміщення за довжиною і шириною. Перелом стабілізували 1/3 трубчатую

пластиною необхідної довжини, що встановлювалася по латеральній поверхні малогомілкової кістки і кортикальних гвинтів d-3,5 мм. (рис. 2а). Далі проводили зовнішню ротацію стопи за допомогою затискного пристрою з кроком 1 кг (2,5 Nm) до максимальних 5 кг (7,5 Nm) [9] і вимірювали значення міжгомількового діастазу на рівні 5 см над суглобовою щілиною. За допомогою фотозйомки еталону довжини і діастазу визначали істинний розмір об'єкта. Отримані результати з точністю до десятих частин міліметра заносили в протокол дослідження.

В другій фазі експерименту усували нестабільність в міжгомільковому синдесмозі введенням позиційного гвинта на 3-4 см вище щілини над'ятковостопного суглоба. Позиційний гвинт d-3,5 мм вводили через один з вільних отворів в 1/3 трубчатій пластині через обидва кортикальні шари великогомілкової кістки, завчасно виконавши отвір свердлом d-2,5-мм. Позиційний гвинт встановлювали косо, ззаду наперед, під кутом

25-30°, починаючи дорзолатерально, і проводили у вентромедіальному напрямку, паралельно лінії надп'ятковостопного суглоба. Різьбу також нарізали як в малогомілковій, так і у великогомілковій кістці мечиком для

кортикальних гвинтів d-3,5 мм. Цей гвинт використовувався не у якості зтягуючого, а для утримання правильної позиції малогомілкової кістки по відношенню до вирізки великогомілкової кістки. (рис. 2б)

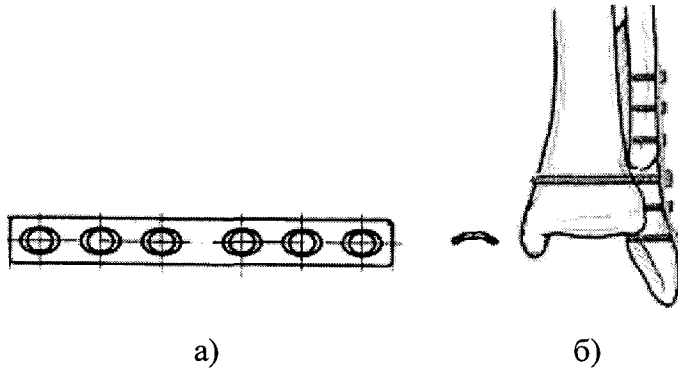


Рис.2. а) Креслення 1/3 трубчастої пластини; б) схема остеосинтезу за методикою АО/ASIF.

В 2 - й експериментальній групі після моделювання стандартного пошкодження в області надп'ятковостопного суглоба також виконували класичний латеральний доступ до малогомілкової кістки в області пошкодження.

На малогомілковій кістці виконували анатомічну репозицію перелому зовнішньої кісточки і накістковий остеосинтез запропонованою преформованою фігурною накістковою пластиною з поліаксіальною стабільністю гвинтів оригінальної конструкції. (рис. 3, 4).

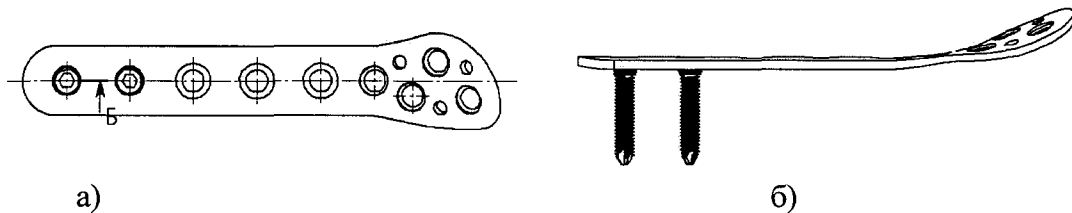


Рис.3. Креслення пластини-фіксатора: а – вигляд спереду; б – вигляд збоку.

Далі проводили зовнішню ротацію стопи за допомогою затискного пристрою з кроком 1 кг (2,5 Nm) до максимальних 5 кг (7,5 Nm) і вимірювали значення міжгомілкового діастазу на рівні 5 см над суглобовою щілиною. За

допомогою фотозйомки еталону довжини і діастазу визначали істинний розмір об'єкта. Отримані результати з точністю до десятих частин міліметра заносили в протокол дослідження.

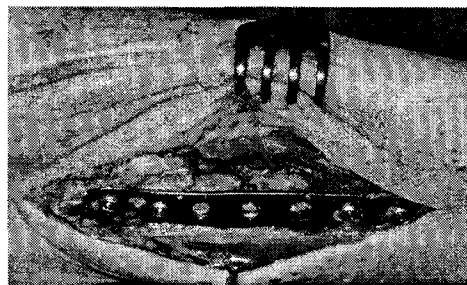


Рис. 4. Остеосинтез перелому зовнішньої кісточки пластиною оригінальної конструкції

В другій фазі експерименту усували нестабільність в міжгомілковому синдесмозі за допомогою такелажної петлі. На рівні 2 см над міжгомілковим синдесмозом через спеціальні отвори в пластині формували кістковий канал через всі кортикальні шари мало- та великогомілкової кістки у напрямку ззаду наперед під кутом 30 градусів і паралельно дистальній суглобовій поверхні великогомілкової кістки. Плетена синтетична нитка, що не розсмоктується, проводилася двічі через отвори в овальній металевій пластині і через довгий голковий провідник. Провідник проводився через отвір в пластині по просвердленому каналу з латерального боку і виводився медіально через

Використовуючи нитку, що зтягується, овальна металева пластинка висувалася горизонтально по просвердленому каналу, поки не виводилася на зовнішній поверхні медіального кортикального шару великогомілкової кістки. Вимірюючи кут тракції нитки, що зтягується, овальна металева пластинка переверталася і закріплювалася в медіальному кортикальному шарі великогомілкової кістки. Нитка, що протягується, видалялася. Кругла металева пластинка встановлювалася на поверхні пластини малогомілкової кістки подальшою ручною тракцією плетеної синтетичної нитки. Нитка натягувалася між овальною і круглою металевими пластинками і фіксувалася подвійним вузлом. (рис.5а).

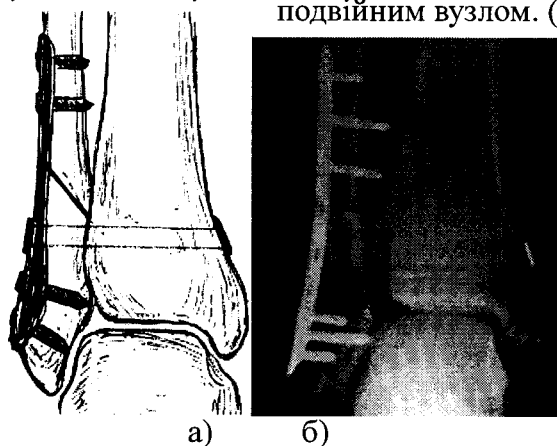


Рис.5. а) Схема фіксації напруженою петлею; б) рентгенограма надп'ятковостопного суглоба після остеосинтезу латеральної кісточки пластиною і фіксації синдесмозу напруженою петлею.

В обох групах виконували рентгенографію надп'ятковостопного суглоба в прямій і боковій проекціях і оцінювали відновлення конгруентності суглобових поверхонь, усунення вкорочення малогомілкової кістки, розміри медіального вільного простору і тібіофібулярного перекриття, рівномірність суглобової щілини (рис. 5б)

Здійснювали візуалізацію виконаного позиціонування малогомілкової кістки, проводили зовнішню ротацію стопи за допомогою затискного пристрою з кроком у 1 кг (2,5 Nm) до максимальних 5 кг і виконували вимірювання міжгомілкового діастазу над лінією фіксації (рис.6).



Рис.6. Вимірювання міжгомілкового діастазу над лінією фіксації

За допомогою фотозйомки еталону довжини і діастазу визначали істинний розмір об'єкта. Отримані результати з точністю до десятих частин міліметра заносили в протокол дослідження.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Впершій фазі експерименту були визначені середні значення діастазу при ротаційному навантаженні від 1 до 5 кг на рівні 5 см від суглобової щілини після фіксації перелома латеральної кісточки 1/3 трубчатою пластиною і запропонованою пластиною оригінальної конструкції без стабілізації синдесмозу (рис. 7). Отримані результати використовувалися для визначення ефективності відновлення міжгомількового синдесмозу способами, що досліджуються.

В другій фазі експерименту оцінка результатів остеосинтезу за рентгенограмами надп'ятковостопного суглоба в прямій і боковій проекціях в обох групах показала, що в 100% випадків конгруентність суглобових поверхонь відновлена, медіальний вільний простір і тібіофібулярне перекриття в межах норми, вкорочення малоомілкової кістки усунуто, суглобова щілина рівномірна на всьому протязі. Кут нахилу таранної кістки не перевищує допустимих значень.

При проведенні вимірювання міжгомількового діастазу над лінією фіксації при зростанні ротаційного навантаження з кроком в 1 кг до максимальних 5 кг були отримані наступні значення (табл. 1).

Таблиця 1

**Міжгомільковий діастаз над лінією фіксації при ротаційному навантаженні, 1 кг еквівалентний до 2,5 Nm при ротації (стандартні відхилення наданні в дужках)  $p \leq 0,05$**

Ротаційне навантаження	Фіксація відсутня n=20	Оригінальна пластина з напруженою петлею n=10	1/3 трубчата пластина з позиційним гвинтом n=10
1 кг (2,5 Nm)	2,8 мм (0,53)	1,0 мм (0,46)	1,3 мм (0,58)
2 кг (5 Nm)	3,7 мм (0,82)	1,8 мм (0,53)	2,1 мм (0,81)
3 кг (7,5 Nm)	5,6 мм (0,64)	2,6 мм (0,48)	2,8 мм (1,04)
4 кг (10 Nm)	6,8 мм (0,58)	3,4 мм (0,53)	3,6 мм (0,87)
5 кг (12,5 Nm)	7,3 мм (0,71)	4,0 мм (0,57)	4,1 мм (1,05)

Слід відзначити, що суттєвої різниці в отриманих значеннях міжгомількового діастазу при ротаційному навантаженні після остеосинтезу малоомілкової кістки при нефіксованому синдесмозі в обох групах не виявлено.

Використання обох методик фіксації синдесмозу дозволило значно зменшити міжгомільковий діастаз при ротаційному навантаженні на синдесмоз. Середні величини діастазу були незначно більшими у першій групі, в якій для фіксації синдесмозу використовували

позиційний гвинт, також вірогідно більшими у даній групі були і значення стандартних відхилень.

#### Висновки

Порівняльний аналіз результатів фіксації синдесмозу за допомогою напруженої петлі виявилась більш надійною, ніж фіксація за допомогою позиційного гвинта.

Встановлено, що методика відновлення синдесмозу з використанням напруженої петлі показала високу ефективність і постійну міцність при біомеханічному тестуванні із застосуванням ротаційного навантаження на

синдесмоз, що принаймні не поступається фіксації синдесмоза гвинтом. При зусиллі зовнішньої ротації 3 кг (7,5 Nm), що складає 75% від значення, що викликає дискомфорт в природних умовах [9] результати вимірювання міжгомількового діастазу свідчать про високу біомеханічну міцність фіксації міжгомількового синдесмозу напруженою петлею, що в клінічній практиці дозволить відмовитись від додаткової фіксації надп'ятковостопного суглобу та проводити ранню реабілітацію в післяопераційному періоді у хворих з переломами кісточок.

Використання напруженої петлі в комбінації із запропонованою оригінальною пластиною

для лікування пошкоджень міжгомількового синдесмозу при переломах кісточок може бути методом вибору при лікуванні даного типу пошкоджень, так як забезпечує достатнє відновлення елементів синдесмозу та має ряд переваг у порівнянні з класичним методом лікування за методикою АО – виключає можливість міграції та переломів фіксаторів, нестабільності остеосинтезу, розвитку міжгомількового синостозу і необхідності повторних операцій з видалення позиційного гвинта. Однак остаточні висновки про доцільність використання даної методики можна зробити тільки після додаткових експериментальних і клінічних досліджень.

### Література

1. Корж Н.А. Переломы лодыжек / Н.А.Корж // Справочник травматолога под ред. Н.А. Корж, В.А. Радченко. – К.: Здоровье Украины, 2009. – Разд. 1. – С. 336–348.
2. Шаматов Н.М., Унгбаев Т.Э., Примов К.П. Диагностика и лечение поврежденных голеностопного сустава. — Ташкент: Медицина. 1985. - 80 с.
3. Распопова Е.А., Ударцев Е.Ю. Термометрия в диагностике поврежденных голеностопного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Приорова. 2002. - № 3. - С. 87 - 89.
4. Оганесян О. В., Коршунов А.В. Применение модифицированного шарнирно-дистракционного аппарата при застарелых повреждениях голеностопного сустава и стопы // Вестник травматологии и ортопедии им. Приорова. 2002. - № 3. - С. 83 - 87.
5. Thomas R.H., Daniels T.R. Current concepts review. Ankle arthritis. // J. Bone Joint Surg. 2003. - Vol.85-A. - P. 923-936.
6. Ключевский В.В. Повреждение голеностопного сустава и стопы // Хирургия поврежденных. - Ярославль: ДИА-пресс, 1999. - С. 330 - 335.
7. Оганесян О. В., Иванников С.В., Коршунов А.В, Восстановление формы и функции голеностопного сустава шарнирно-дистракционными аппаратами М: БИНОМ. Лаборатория знаний: Медицина. 2003. - 120 с
8. Weber B.G. Malleolar Fractures / B.G. Weber, C.Colton // Manual of internal Fixation, Eds. M.E.Müller, M.Allgover, R.Schneider et al. – 3 rd. Ed. –Berlin: Springer – Verlag, 1991. – P. 595–612.
9. Stoffel K, Wysocki D, Baddour E, Nicholls R, Yates P. Comparison of two intraoperative assessment methods for injuries to the ankle syndesmosis. A cadaveric study. J Bone Joint Surg Am 2009; 91: 2646-2652.
10. Sandeep P. Soin, B.S; Trevor A. Knight, B.S.A. Feroz Dinah, Simon C. Means, Bart A. Swiestra, Stephen M. Belkoff. Suture-button versus screw fixation in a syndesmosis rupture model: A Biomechanical Comparison // Foot & Ankle Int. – 2009.

*Науковий рецензент доктор медичних наук, професор Заруцький Я.Л.*