

Строев М.Ю.<sup>1</sup> , Карпінська О.Д.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна<sup>2</sup>ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

## Хірургічні методи лікування діафізарних переломів кісток гомілки

For citation: *Travma*. 2024;25(1-2):1-6. doi: 10.22141/1608-1706.1-2.25.2024.964

**Резюме. Актуальність.** Переломи кісток є проблемою охорони здоров'я. Останніми роками простежується тенденція до збільшення маси тіла в людей усіх вікових груп. Довгий час вважалося, що ожиріння допомагає захистити від переломів, однак останні дослідження показали, що для кожного збільшення окружності талії на 5 см ризик перелому в будь-якому місці стає вищим на 3 %. **Мета:** за даними метааналізу сучасної медичної літератури визначити основні напрямки хірургічного лікування переломів довгих кісток, їх переваги й недоліки, у тому числі в пацієнтів із зайвою вагою; визначити особливості фіксації діафізарних переломів у пацієнтів із зайвою вагою. **Матеріали та методи.** Проведено метааналіз спеціальної літератури з наукових баз: Cochrane Library, Scopus, National Library of Medicine — National Institutes of Health, ReLAVHS Rehabilitation Resources Repository. Проаналізовано 130 статей, з яких відібрано 31, що, на наш погляд, відповідають меті дослідження. **Результати.** Усі методи хірургічної фіксації переломів мають свої переваги й недоліки. Частота незрощень, спричинених інтрамедулярною фіксацією діафіза стегнової кістки, може сягати 10 %, а також можуть спостерігатися варусна/вальгусна і ротаційна деформації, вкорочення. Але застосування блокуючих гвинтів запобігає виникненню більшості ускладнень. При фіксації переломів пластинами основні ускладнення пов'язані з поверхневими і глибокими інфекціями, які частіше спостерігали в пацієнтів із зайвою вагою. За даними аналізу визначено, що в пацієнтів із зайвою вагою та ожирінням головним ускладнюючим чинником є не спосіб фіксації зони перелому, а фактори, пов'язані зі станом здоров'я самого пацієнта. Отже, незважаючи на те, що результати лікування переломів у пацієнтів з нормальною вагою і з ожирінням не набували статистично значущої різниці, усе ж спостерігали збільшення ускладнень з боку серцево-судинної системи, загострення хронічних захворювань з боку дихальної системи. Більше того, саме наявність супутніх захворювань часто унеможлиблює хірургічне втручання. **Висновки.** Існує велика кількість досліджень щодо хірургічних методів фіксації переломів діафіза великогомілкової кістки, але даних щодо вибору методу фіксації перелому в пацієнтів із зайвою вагою та ожирінням як окремого підходу знайдено не було. Є дані щодо ускладнюючих факторів надмірної ваги в лікуванні переломів і проведенні операційних втручань. Системних досліджень, що стосувалися саме алгоритму вибору методу фіксації переломів і ускладнень, також не знайдено.

**Ключові слова:** інтрамедулярний остеосинтез; накістковий остеосинтез пластиною; індекс маси тіла; ожиріння

### Вступ

Переломи кісток є проблемою охорони здоров'я. У 2019 році у світі було зареєстровано 178 млн нових переломів, і, за оцінками досліджень, їх кількість збільшилась на 33,4 % порівняно з 1990 роком. Частіше спостерігалися переломи гомілки, колінної

чашечки, великогомілкової або малогомілкової кісток [1].

Останніми роками простежується тенденція до збільшення маси тіла в людей усіх вікових груп. У 2015 році загалом 107,7 млн дітей і 603,7 млн дорослих страждали від ожиріння [2]. Передбачається, що до

 © 2024. The Authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC BY, which allows others to freely distribute the published article, with the obligatory reference to the authors of original works and original publication in this journal.

Для кореспонденції: Строев Максим Юрійович, асистент, кафедра екстреної та невідкладної медичної допомоги, ортопедії та травматології, Харківський національний медичний університет, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022, Україна; e-mail: [mystroiev.po20@knmu.edu.ua](mailto:mystroiev.po20@knmu.edu.ua); тел.: +380 (66) 720-01-73

For correspondence: Maksym Stroiev, Assistant, Department of Emergency and Urgent Medical Care, Orthopedics and Traumatology, Kharkiv National Medical University, Nauky Ave., 4, Kharkiv, 61022, Ukraine; e-mail: [mystroiev.po20@knmu.edu.ua](mailto:mystroiev.po20@knmu.edu.ua); phone: +380 (66) 720-01-73

Full list of authors information is available at the end of the article.

2030 року 57,8 % людей похилого віку будуть мати надлишкову вагу або ожиріння [3].

Довгий час вважалося, що ожиріння допомагає захистити від переломів, однак останні дослідження показали, що зв'язок між ожирінням і ризиком переломів змінюється залежно від статі й способу визначення ожиріння, який використовується (індекс маси тіла (ІМТ) проти окружності талії). Дослідники показали, що для кожного збільшення окружності талії на 5 см ризик перелому в будь-якому місці був вищим на 3 %, а ризик дистального перелому нижньої кінцівки був вищим на 7 % [4].

**Мета:** за даними метааналізу сучасної медичної літератури визначити основні напрямки хірургічного лікування переломів довгих кісток, їх переваги й недоліки, у тому числі в пацієнтів із зайвою вагою; визначити особливості фіксації діафізарних переломів у пацієнтів із зайвою вагою.

## Матеріали та методи

Проведено метааналіз спеціальної літератури з наукових баз: Cochrane Library, Scopus, National Library of Medicine — National Institutes of Health, ReLAB-HS Rehabilitation Resources Repository. Проаналізовано 130 статей, з яких відібрано 31, що, на наш погляд, відповідають меті дослідження.

## Методи хірургічного лікування діафізарних переломів кісток

З давніх часів людина стикалася з проблемою лікування переломів, що вперше була описана в літописах Стародавнього Єгипту. З того часу було розроблено багато методів лікування, але справжню революцію в лікуванні переломів здійснила внутрішня фіксація. З моменту свого першого опису в кінці XVIII століття цей метод постійно розвивався, а стерилізація, рентгенографія, анестезіологія, антибіотики зробили цю операцію сучасною і безпечною. Великі ідеї та практичні рішення нових методів були розроблені Albin Lambotte, William Arbuthnot Lane, Robert Danis, William Hey Groves. Вони призвели до розширення цього методу і дійсно створили принципи для майбутньої школи АО. Щодня в хірургічну практику впроваджуються нові методи, біологічна внутрішня фіксація, малоінвазивні процедури, нові технології та апарати внутрішньої фіксації [5].

Асоціація АО/ASIF характеризує остеосинтез як хірургічну репозицію кісткових уламків за допомогою різних фіксуючих конструкцій, що забезпечують тривале усунення їх рухливості. Для остеосинтезу застосовуються металеві фіксатори з титану, титано-кобальтових сплавів, харчових марок сталі або металево-полімерні конструкції [6]. Існує 2 основних види внутрішнього остеосинтезу — інтрамедулярний остеосинтез (ІМО) і накістковий остеосинтез пластиною (НОП).

**Внутрішній остеосинтез, або інтрамедулярний остеосинтез** — це внутрішньокісткова фіксація за допомогою металевих штифтів.

Засновником інтрамедулярного остеосинтезу слід вважати німецького хірурга Герхарда Кюнчера [7]. Його методика була малотравматичною, не відкривала місце перелому, чим обмежувала поширення інфекції, вимагала короткого реабілітаційного періоду і малих фінансових витрат. Для лікування розтрощених переломів він запропонував «цвях, що затримує», який пізніше був названий блокуючим. На сьогодні цей метод широко використовується і завдяки численним модифікаціям та удосконаленню є найбільш біологічним і малоінвазивним у лікуванні діафізарних переломів великих трубчастих кісток.

**Накістковий остеосинтез пластиною/-ами** — це операція, яка виконується з метою з'єднання і зрощення уламків кісток в анатомічному положенні. Оперативне втручання полягає в зіставленні уламків кісткової тканини і їх фіксації. Такий вид фіксації застосовують при поперечних, косих, косопоперечних, багатовідламкових переломах трубчастих кісток.

Сучасні конструкції пластин дозволяють забезпечити стабільну фіксацію відламків, що дозволяє в післяопераційному періоді уникати гіпсової іммобілізації. Перевагами накісткового остеосинтезу є збереження внутрішньокісткового кровообігу; вчасне відновлення м'язового каркасу; можливість одночасного зрощення перелому і відновлення рухів у суміжних суглобах, стабільність і функціональність, індукція репаративного остеогенезу прямим шляхом.

Недоліками слід вважати: неуніверсальність, травматичність операції, імовірність гнійних ускладнень, необхідність видалення фіксатора після закінчення процесу зрощення.

Але останніми роками були розроблені нові типи накісткових пластин, характеристики яких можуть конкурувати з іншими видами остеосинтезу. Наприклад, ведуться розробки і відбувається впровадження в клінічну практику спіральних компресійних пластин для фіксації прямих і косих переломів гомілки, які показали надійність фіксації при прямих і бічних навантаженнях [8, 9].

Поява нових біодеградуємих матеріалів на основі полілактиду (полімолочна кислота) і пластиків [10], а також вуглецевих інертних матеріалів [11] відкрила нові можливості накісткового остеосинтезу, здатного конкурувати з іншими видами.

## Ускладнення при лікуванні діафізарних переломів кісток гомілки

Кожний з означених методів має свої переваги й недоліки, тому перед хірургом завжди стає проблема вибору методу фіксації, особливо при рівнозначності показань і протипоказань. Упродовж багатьох років ведуться дослідження переваг тих чи інших методів фіксації, удосконалюються рекомендації до них.

Інтрамедулярний остеосинтез дає позитивні результати в лікуванні переломів діафіза стегнової

кістки в дорослих завдяки таким перевагам, як менша травматизація. Однак погане кровопостачання і серйозне пошкодження м'яких тканин часто є результатом невідповідних хірургічних операцій або глибокої інфекції, що призводить до сповільнення зрощення або до незрощення кістки. Частота незрощення переломів стегнової кістки після травми становить 5–10 % [12]. Проте деякі дослідження показали, що частота незрощень, спричинених ІМО діафіза стегнової кістки, сягала навіть понад 10 % [13]. Виникнення незрощення може спричинити явні больові симптоми і серйозно вплинути на повсякденне життя пацієнтів.

X.K. Liu et al. провели рандомізоване клінічне дослідження (РКД) результатів лікування пацієнтів з переломами дистального відділу великогомілкової кістки методом ІМО та малоінвазивного накісткового остеосинтезу пластиною. Оцінено результати 911 пацієнтів, з яких 455 було виконано ІМО та 456 — НОП. Останні мали нижчу частоту неправильного зрощення порівняно з пацієнтами з ІМО (BP = 1,85, 95% ДІ 1,21–2,83; P = 1,00), тоді як пацієнти з ІМО, здається, мали меншу кількість ускладнень хірургічного розрізу при закритих або відкритих переломах (BP = 0,49; 95% ДІ 0,33–0,73; P = 0,43). НОП був кращим у запобіганні неправильному зрощенню порівняно з ІМО, а інтрамедулярне закріплення цвяхів зменшило ранові ускладнення. Однак пацієнтам з переломами нижньої третини дистального відділу великогомілкової кістки більше рекомендували НОП для профілактики неправильного зрощення [14].

Неправильне розташування визначалося як варусна/вальгусна деформація > 5° у корональній площині, передня/задня ангуляція > 10° у сагітальній площині, ротаційна деформація > 10° і вкорочення > 10 мм [15]. Зведені дані аналізу вказали на більш високу частоту неправильного зрощення в групі ІМО порівняно з групою НОП.

M.L. Costa et al. [16] провели багатоцентрове рандомізоване дослідження, яке включало 321 пацієнта з гострим позасуглобовим переломом дистального відділу великогомілкової кістки зі зміщенням з квітня 2013 р. по квітень 2016 р. Дослідники визначили, що немає істотної різниці щодо латеральної деформації (P = 1,000) і передньозадньої деформації (P = 0,081) між групою ІМО і групою пластин; проте вони виявили, що деформація вкорочення (> 10 мм) була пов'язана з групою ІМО (P = 0,028). Крім того, Wani et al. [15] повідомили, що пацієнти, які отримували ІМО, мали значно більшу ротаційну деформацію, ніж пластина, але вони не виявили жодної суттєвої різниці у варусній або вальгусній деформації та передньому/задньому кутах.

З розвитком дизайну ІМО і додаткових хірургічних методів хірурги почали застосовувати такі методи, як стабільний під кутом і різнонаправлений дистальний гвинт або блокуючий гвинт при переломах дистального відділу великогомілкової кістки для підтримки репозиції, вирівнювання й запобігання неправильному зрощенню [17, 18]. Багатоцентро-

ве пілотне дослідження, проведене Höntzsch [19], показало, що ця техніка допомагає покращити стабільність при осьовому й торсійному навантаженні, яке статично і динамічно вище, ніж при звичайному ІМО. У ретроспективне дослідження, виконане van Maele et al. [20], включено 184 переломи дистального відділу гомілки, що пов'язані з переломом малоомілкової кістки. Результати показали явну перевагу кутково-стабільної системи блокування (ASLS) щодо підвищення стабільності ІМО шляхом вимірювання коронального і сагітального вирівнювання через 3–6 місяців після ІМО. Зменшення ускладнень, пов'язаних зі зрощенням, довели в широким дослідженнях Moongilpatti Sengodan et al. [21] і Shahulhameed et al. [22]. Вони довели, що завдяки доповненню ІМО блокуючим гвинтом можна досягти і підтримувати зменшення дистальних метафізарних переломів великогомілкової кістки і розширити показання до інтрамедулярного кріплення.

Іншим ускладненням хірургічного лікування діафізарних переломів кісток гомілки є ранові ускладнення, які включали поверхневу інфекцію, глибоку інфекцію, еритему, гнійний дренаж, дегісценцію та стійкий серозний дренаж тощо. За даними досліджень [14], частота ранових ускладнень у групі ІМО була нижчою, ніж у групі НОП, майже в усіх РКД, зведені дані в метааналізі показали, що дистальні переломи великогомілкової кістки, які лікували інтрамедулярним цвяхом, асоціювалися з меншою частотою ранових ускладнень, але при переломах пілона значної різниці порівняно з іншими хірургічними методами не виявлено.

Деякі дослідники повідомили, що частота інфікування була вищою при фіксації пластиною з відкритою репозицією порівняно з інтрамедулярним цвяхом [23]. Пацієнтів, у яких були глибокі інфекції, завжди лікували санацією, видаленням пристрою та антибіотиками, у той час як поверхневі інфекції часто лікувалися санацією та пероральними антибіотиками [24].

Ускладнення рани були пов'язані з хірургічною технікою та іншими факторами, такими як супутні захворювання пацієнта, стан і забруднення шкіри і м'яких тканин, час операції, механізми травми і відкритих переломів тощо; усе це відіграє важливу роль у розвитку ранових ускладнень [25].

Незважаючи на очевидну перевагу удосконаленого інтрамедулярного остеосинтезу в лікуванні переломів кісток гомілки, ця методика не підходила для пацієнтів із внутрішньосуглобовими переломами, вузьким медулярним каналом, перипротезними переломами й неправильним зрощенням [26]. Це дослідження проливає світло на переваги й недоліки застосування двох поширених методів фіксації, інтрамедулярного стрижня і кісткової пластини, у випадках дистальних метафізарних переломів великогомілкової кістки. Було показано, що фіксація пластини забезпечує достатню гнучкість конструкції кісткового імплантата і може сприяти виробленню великої кількості хряща, тоді як закріплення ІМО спричиняє надмірний зсув і низький осьовий рух і



таким чином запобігає достатнім механічним стимулам, необхідним для біологічного загоєння. У підсумку результати цього дослідження можуть спонукати вважати пластину кращим варіантом з біомеханічної точки зору порівняно з внутрішньовенним цвяхом для фіксації дистальних переломів великогомілкової кістки [27].

Результат проведеного L. Hu et al. [28] систематичного огляду і метааналізу порівняння ефективності двох методів фіксації, пластинчастої фіксації та інтрамедулярної фіксації цвяхом, у лікуванні дистальних метадіафізарних переломів великогомілкової кістки без ураження суглобів показав, що методи внутрішньої фіксації інтрамедулярним стрижнем і пластиною є ефективними в лікуванні дистальних переломів великогомілкової кістки з метафізарним залученням. Проте біль у коліні був зареєстрований після використання ІМО, не правильне зрощення частіше зустрічається при фіксації ІМО, а ризик інфікування поверхневої рани вищий при внутрішній фіксації пластиною, ніж при використанні ІМО. З точки зору балів FFI (індекс функції стопи) внутрішня фіксація ІМО виявляється кращою, ніж застосування пластини. Потрібні подальші дослідження щодо використання внутрішньої фіксації ІМО для лікування болю в коліні після переломів дистального відділу гомілки. Крім того, частота деформації перелому вища при фіксації ІМО, тоді як лікування і профілактика поверхневих ранових інфекцій після операції з накладанням накісткової пластини підвищує функцію гомілковостопного суглоба.

Заданими дослідників [29], у пацієнтів, які пройшли оперативне лікування перелому діафіза великогомілкової кістки методами відкритої репозиції і внутрішньої фіксації (пластина) та процедурою інтрамедулярного кріплення, була порівнянна кількість ускладнень серед осіб з ожирінням і без нього. З 14 638 пацієнтів, які перенесли оперативне лікування переломів діафіза великогомілкової кістки, 4425 (30,2 %) була зроблена відкрита репозиція, а 10 213 (69,8 %) — інтрамедулярна фіксація. Загалом 1091 пацієнт (7,4 %) страждав від ожиріння, а 820 (5,6 %) — від патологічного ожиріння (ІМТ > 35). У кожній операційній групі ожиріння і патологічне ожиріння асоціювалися зі значним збільшенням частоти серйозних і малих медичних ускладнень, венозної тромбоемболії, інфекції, процедур видалення імплантата і незрощення.

Результати аналізу показали, що в пацієнтів із зайвою вагою та ожирінням головним ускладнюючим чинником є не спосіб фіксації зони перелому, а фактори, пов'язані зі станом здоров'я самого пацієнта. Отже, незважаючи на те, що результати лікування переломів у пацієнтів з нормальною вагою і з ожирінням не набували статистично значущої різниці, усе ж спостерігали збільшення ускладнень з боку серцево-судинної системи, загострення хронічних захворювань з боку дихальної системи [30]. У пацієнтів із зайвою вагою частіше виникали інфекційні запалення в ділянці хірургічного доступу [31]. У деяких пацієнтів

саме наявність супутніх захворювань унеможлиблює хірургічне втручання, частіше це пацієнти із серцево-судинною патологією, тяжкими формами діабету, іншими системними й органічними розладами, серед яких переважають саме особи з ожирінням. Тому проблема вибору способу лікування перелому стає актуальною.

## Висновки

Існує велика кількість досліджень щодо хірургічних методів фіксації переломів діафіза великогомілкової кістки, але даних щодо вибору методу фіксації перелому в пацієнтів із зайвою вагою та ожирінням як окремого підходу знайдено не було. Є дані щодо ускладнюючих факторів надмірної ваги в лікуванні переломів і проведення операційних втручань. Системних досліджень, що стосувалися саме алгоритму вибору методу фіксації переломів і пов'язаних із цим ускладнень, також не знайдено.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

## References

1. GBD 2019 Fracture Collaborators. Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Healthy Longev.* 2021 Sep;2(9):e580-e592. doi: 10.1016/S2666-7568(21)00172-0.
2. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, et al.; GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med.* 2017 Jul 6;377(1):13-27. doi: 10.1056/NEJMoa1614362.
3. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. *Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. JAMA.* 2001 Feb 14;285(6):785-795. doi: 10.1001/jama.285.6.785.
4. Turcotte A, Jean S, Morin S, Mac Way, Gagnon C. LBP2.11. Sex-specific dose-response relationships between obesity and incidence of Fractures. In: *Proceeding of the European Congress on Obesity 2022.* 2022, May 4-7; Maastricht, Germany. Maastricht; 2022.
5. Lesić AR, Zagorac S, Bumbasirević V, Bumbasirević MZ. The development of internal fixation - historical overview. *Acta Chir Jugosl.* 2012;59(3):9-13. doi: 10.2298/aci1203009l.
6. Burjanov OA, Golka GG, Klymovyckyj VG, et al., editors. *Traumatology and orthopedics: a textbook for students of higher medical educational institutions.* Vinnytsia: Nova Knyga; 2013. 400 p. Ukrainian.
7. Kusturova AV. Gerhard Küntscher: the birth of locking osteosynthesis. *Travma.* 2009;10(3):354-356. Russian.
8. Sezek S, Aksakal B, Gürger M, Malkoc M, Say Y. Biomechanical comparison of straight and helical compression plates for fixation of transverse and oblique bone fractures: Modeling and experiments. *Biomed Mater Eng.* 2016 Aug 12;27(2-3):197-209. doi: 10.3233/BME-161576.
9. Perren SM, Regazzoni P, Fernandez AA. *Biomechanical and biological aspects of defect treatment in frac-*

tures using helical plates. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014;81(4):267-271.

10. Eken G, Ermutlu C, Durak K, Atici T, Sarisozen B, Cakar A. Minimally invasive plate osteosynthesis for short oblique diaphyseal tibia fractures: does fracture site affect the outcomes? *J Int Med Res.* 2020 Oct;48(10):300060520965402. doi: 10.1177/0300060520965402.

11. Saidpour SH. Assessment of carbon fibre composite fracture fixation plate using finite element analysis. *Ann Biomed Eng.* 2006 Jul;34(7):1157-1163. doi: 10.1007/s10439-006-9102-z.

12. Einhorn TA. Enhancement of fracture-healing. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 Jun;77(6):940-956. doi: 10.2106/00004623-199506000-00016.

13. Pihlajamäki HK, Salminen ST, Bstman OM. The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma.* 2002 Jul;16(6):394-402. doi: 10.1097/00005131-200207000-00005.

14. Liu XK, Xu WN, Xue QY, Liang QW. Intramedullary Nailing Versus Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Tibial Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthop Surg.* 2019 Dec;11(6):954-965. doi: 10.1111/os.12575.

15. Wani IH, Ul Gani N, Yaseen M, Bashir A, Bhat MS, Farooq M. Operative Management of Distal Tibial Extra-articular Fractures - Intramedullary Nail Versus Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2017 Dec 30;19(6):537-541. doi: 10.5604/01.3001.0010.8045.

16. Costa ML, Achten J, Hennings S, et al. Intramedullary nail fixation versus locking plate fixation for adults with a fracture of the distal tibia: the UK FixDT RCT. *Health Technol Assess.* 2018 May;22(25):1-148. doi: 10.3310/hta22250.

17. Kulkarni SG, Varshneya A, Kulkarni S, et al. Intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2012 Dec;20(3):307-311. doi: 10.1177/230949901202000308.

18. Hoegel FW, Hoffmann S, Weninger P, Bhren V, Augat P. Biomechanical comparison of locked plate osteosynthesis, reamed and unreamed nailing in conventional interlocking technique, and unreamed angle stable nailing in distal tibia fractures. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012 Oct;73(4):933-938. doi: 10.1097/TA.0b013e318251683f.

19. Hntzsch D, Blauth M, Attal R. Angle-stable fixation of intramedullary nails using the Angular Stable Locking System® (ASLS). *Oper Orthop Traumatol.* 2011 Dec;23(5):387-396. German. doi: 10.1007/s00064-011-0048-4.

20. Van Maele M, Molenaers B, Geusens E, Nijs S, Hoekstra H. Intramedullary tibial nailing of distal tibiofibular fractures: additional fibular fixation or not? *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018 Jun;44(3):433-441. doi: 10.1007/s00068-017-0797-3.

21. Moongilpatti Sengodan M, Vaidyanathan S, Ka-

runanandaganapathy S, Subbiah Subramanian S, Rajamani SG. Distal tibial metaphyseal fractures: does blocking screw extend the indication of intramedullary nailing? *ISRN Orthop.* 2014 Feb 17;2014:542623. doi: 10.1155/2014/542623.

22. Shahulhameed A, Roberts CS, Ojike NI. Technique for precise placement of poller screws with intramedullary nailing of metaphyseal fractures of the femur and the tibia. *Injury.* 2011 Feb;42(2):136-139. doi: 10.1016/j.injury.2010.04.013.

23. Newman SD, Mauffrey CP, Krikler S. Distal metadiaphyseal tibial fractures. *Injury.* 2011 Oct;42(10):975-984. doi: 10.1016/j.injury.2010.02.019.

24. Mukherjee S, Arambam MS, Waikhom S, Santosha, Masatwar PV, Maske RG. Interlocking Nailing Versus Plating in Tibial Shaft Fractures in Adults: A Comparative Study. *J Clin Diagn Res.* 2017 Apr;11(4):RC08-RC13. doi: 10.7860/JCDR/2017/25577.9746.

25. Lau TW, Leung F, Chan CF, Chow SP. Wound complication of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures. *Int Orthop.* 2008 Oct;32(5):697-703. doi: 10.1007/s00264-007-0384-z.

26. Aksekili MA, Celik I, Arslan AK, Kalkan T, Uurlu M. The results of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in distal and diaphyseal tibial fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2012;46(3):161-167. doi: 10.3944/aott.2012.2597.

27. Nourisa J, Rouhi G. Biomechanical evaluation of intramedullary nail and bone plate for the fixation of distal metaphyseal fractures. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016 Mar;56:34-44. doi: 10.1016/j.jmbbm.2015.10.029.

28. Hu L, Xiong Y, Mi B, et al. Comparison of intramedullary nailing and plate fixation in distal tibial fractures with metaphyseal damage: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2019 Jan 25;14(1):30. doi: 10.1186/s13018-018-1037-1.

29. Burrus MT, Werner BC, Yarboro SR. Obesity is associated with increased postoperative complications after operative management of tibial shaft fractures. *Injury.* 2016 Feb;47(2):465-470. doi: 10.1016/j.injury.2015.10.026.

30. El-Solh A, Sikka P, Bozkanat E, Jaafar W, Davies J. Morbid obesity in the medical ICU. *Chest.* 2001 Dec;120(6):1989-1997. doi: 10.1378/chest.120.6.1989.

31. Czupryniak L, Strzelczyk J, Pawlowski M, Loba J. Mild elevation of fasting plasma glucose is a strong risk factor for postoperative complications in gastric bypass patients. *Obes Surg.* 2004 Nov-Dec;14(10):1393-1397. doi: 10.1381/0960892042583761.

Отримано/Received 02.02.2024

Рецензовано/Revised 12.02.2024

Прийнято до друку/Accepted 22.02.2024 ■

#### Information about authors

Maksym Stroiiev, Assistant, Department of Emergency and Urgent Medical Care, Orthopedics and Traumatology, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; e-mail: mystroiiev.po20@knmu.edu.ua; phone: +380 (66) 720-01-73; <https://orcid.org/0000-0002-0980-983X>

Olena Karpinska, Research Fellow at the Department of biomechanics laboratory, State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine; e-mail: helen.karpinska@gmail.com; phone: +380 (57) 725-14-74, +380 (99) 486-34-63; <https://orcid.org/0000-0002-1482-7733>

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

M.Yu. Stroiev<sup>1</sup>, O.D. Karpinska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

### Surgical methods of treatment for tibial diaphyseal fractures

**Abstract. Background.** Bone fractures are a public health concern. In recent years, there has been an upward trend in body weight of people of all age groups. Obesity has long been thought to help protect against fractures, but recent studies have shown that for every 5 cm increase in waist circumference, the risk of any fracture is 3 % higher. The purpose: according to the meta-analysis of modern medical literature, to determine the main directions of surgical treatment for long bone fractures, their advantages, and disadvantages, including in overweight patients, the features of diaphyseal fracture fixation in overweight patients. **Materials and methods.** A meta-analysis of special literature from scientific databases was conducted: Cochrane Library, Scopus, National Library of Medicine — National Institutes of Health, ReLAB-HS Rehabilitation Resources Repository. One hundred and thirty articles were analyzed, from them 31 were selected, which, in our opinion, reflect the purpose of the study. **Results.** All methods of surgical fixation of fractures have their advantages and disadvantages. The frequency of nonunions caused by intramedullary fixation of the femoral shaft can reach 10 %, and varus/valgus and rotational deformities and shortening can also be observed. But the use of locking screws prevents the occurrence of most

complications. When fixing the fractures with plates, the main complications are related to superficial and deep infections, which were more often observed in overweight patients. The analysis demonstrated that in overweight and obese patients, the main complicating factor is not the method for fixing the fracture zone, but factors related to the health of the patient himself. So, despite the fact that the results of treatment of fractures in patients with normal weight and obesity did not have a statistically significant difference, an increase in cardiovascular complications, exacerbation of chronic respiratory diseases was observed. Moreover, it is the presence of concomitant diseases that often makes surgical intervention impossible. **Conclusions.** There is a large amount of research on surgical methods of fixing tibial diaphyseal fractures, but data on the choice of fixation method in overweight and obese patients as a separate approach were not found. There are data on complicating factors of excess weight in the treatment of fractures and surgical interventions. Systematic studies related specifically to the algorithm for choosing the method of fracture fixation and complications have also not been found.

**Keywords:** intramedullary osteosynthesis; plate osteosynthesis; body mass index; obesity