



COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



ISSUE
№63

5TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

**GLOBAL TRENDS
IN SCIENCE,
TECHNOLOGY
AND ECONOMY**

MARCH 25-27, 2026
GRAZ, AUSTRIA



UDC 001(08)

Global Trends in Science, Technology and Economy: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. Graz, Austria. March 25-27, 2026.

ISBN 979-8-89704-984-4 (series)
DOI 10.70286/ISU-25.03.2026

The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences.

The materials of the collection are presented in the author's edition and printed in the original language. The authors of the published materials bear full responsibility for the authenticity of the given facts, proper names, geographical names, quotations, economic and statistical data, industry terminology, and other information.

The materials of the conference are publicly available under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

ISBN 979-8-89704-984-4



INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY

© Participants of the conference, 2026
© Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity", 2026
Official site: <https://isu-conference.com/>

Григор'єв Є.В., Чирков А.О., Біловол А.М.
РОЛЬ АЛІМЕНТАРНОГО ФАКТОРА У ПЕРЕБІГУ ВУГРОВОЇ
ХВОРОБИ..... 277

Качмар С.М., Стефанюк І.Т.
ВИЯВЛЕННЯ ХОЗЛ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ ЗА
ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ..... 279

Тихонова Л.В., Богданова Є.С., Федорова М.М.
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ТЕРАПІЇ МІОДИСТРОФІЇ ДЮШЕНА..... 282

Власенко А.С., Чекой М.О., Веснін В.В., Фадєєв О.Г.
ПІДХОДИ ДО ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ НЕЗРОЩЕННЯ ТА
НЕПРАВИЛЬНОГО ЗРОЩЕННЯ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЙ НА
ПЕРЕЛОМАХ..... 284

Синявська К.С., Пустова Н.О., Саріан О.І.
ФОТОСТАРІННЯ ШКІРИ: МЕХАНІЗМИ РОЗВИТКУ ТА
ПРОФІЛАКТИКА..... 292

SECTION: MILITARY AFFAIR

Hrytsiuk A., Kozlova A.
IMPROVEMENTS TO VOLTAGE REGULATORS FOR AIRCRAFT
DC GENERATORS BASED ON MODERN INFORMATION
TECHNOLOGIES..... 295

SECTION: PEDAGOGY, PHILOLOGY AND LINGUISTICS

Кравченко К., Кравченко Т.
МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ТА ХАРЧОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ФАХОВОЇ
ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ..... 297

Hamidova L.Q.
RE-ENGINEERING INFORMATICS EDUCATION: A STRATEGIC
FRAMEWORK FOR INTEGRATING DIGITAL MEDIA LITERACY IN
THE AGE OF ALGORITHMIC HEGEMONY..... 302

Суперсон Р.В., Атинян А.О., Жигло В.В.
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДТРИМКИ
МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я УЧНІВ У ЦИФРОВИХ ОСВІТНІХ
ПРОСТОРАХ..... 305

Список використаних джерел

1. Angelini C, Tasca E. Drugs in development and dietary approach for Duchenne muscular dystrophy. *Orphan Drugs Res Rev* 2015; 5: 51–60.
2. Heydemann, A., & Siemionow, M. (2023). A Brief Review of Duchenne Muscular Dystrophy Treatment Options, with an Emphasis on Two Novel Strategies. *Biomedicines*, 11(3), 830.
3. Mah JK. Current and emerging treatment strategies for Duchenne muscular dystrophy. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2016.
4. Sienkiewicz D, Kulak W, Okurowska-Zawada B, Paszko-Patej G, Kawnik K. Duchenne muscular dystrophy: current cell therapies. *Ther Adv Neurol Disord*. 2015.
5. Sun C, Shen L, Zhang Z, Xie X. Therapeutic Strategies for Duchenne Muscular Dystrophy: An Update. *Genes (Basel)*. 2020.

ПІДХОДИ ДО ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ НЕЗРОЩЕННЯ ТА НЕПРАВИЛЬНОГО ЗРОЩЕННЯ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЙ НА ПЕРЕЛОМАХ

Власенко Аніта Степанівна

здобувачка вищої освіти 5 курсу

Чекой Марина Олександрівна

здобувачка вищої освіти 5 курсу

2 медичний факультет

Веснін Володимир Вікторович

к.мед.н., доцент

Фадєєв Олег Геннадійович

к.мед.н., доцент

Кафедра екстреної та невідкладної медичної допомоги,
ортопедії, травматології та протезування
Харківський національний медичний університет
м. Харків, Україна

Актуальність. Порушення процесів зрощення переломів, зокрема розвиток незрощення та неправильного зрощення, залишаються однією з провідних проблем сучасної травматології та ортопедії. Незважаючи на удосконалення методів остеосинтезу та впровадження сучасних імплантів, частота цих ускладнень залишається клінічно значущою та асоціюється з тривалою втратою працездатності, повторними оперативними втручаннями та зниженням якості життя пацієнтів. Формування порушень консолідації має мультифакторний характер і залежить від поєднання механічних, біологічних, інфекційних та системних чинників. У зв'язку з цим розробка та впровадження комплексних профілактичних підходів є актуальним напрямом сучасної травматології.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз сучасних підходів до зниження ризику незрощення та неправильного зрощення після оперативного лікування переломів, визначення ключових факторів, що впливають на консолідацію кістки, та формулювання практичних рекомендацій для оптимізації профілактичних заходів у клінічній травматології.

Матеріали та методи. Огляд наукової літератури за темою.

Результати та обговорення. Незрощення переломів залишається одним із найбільш складних викликів у сучасній травматології та ортопедії. Це багатофакторна проблема, що формується на стику біологічних дефіцитів, механічної нестабільності та індивідуальних особливостей пацієнта. За класифікацією FDA США, стан незрощення констатують, якщо регенерація кістки не завершилася протягом 9 місяців після травми або коли протягом останнього триместру спостереження відсутня будь-яка позитивна динаміка [1].

Попри те, що в загальній структурі травматизму такі ускладнення

становлять лише близько 2%, для певних типів пошкоджень цей показник є критично вищим. Зокрема, при діафізарних переломах довгих кісток — великогомілкової, стегна, плеча, ключиці та передпліччя — ризик формування хибного суглоба чи незрощення зростає до 20% [2].

Мультифакторний аналіз причин незрощення та неправильного зрощення переломів

Незрощення становить складну клінічну проблему, що потребує превентивного підходу вже на етапі лікування гострої травми. У зв'язку з цим важливо з самого початку проводити ретельну оцінку індивідуальних факторів ризику пацієнта та розгляд можливості усунення деяких з них.

Фактори ризику незрощення можна розділити на три основні категорії, що потребують особливої уваги в межах профілактики [3]:

1. Модифіковані фактори пацієнта: Найбільш значущий негативний вплив мають куріння та ожиріння. Також доведено прямий зв'язок між порушенням регенерації та наявністю цукрового діабету і дефіциту вітаміну D.

2. Характеристики травми та біологія тканин: До критичних факторів належать відкритий характер перелому, наявність інфекції у ділянці травми, а також дефекти м'яких тканин і порушення кровопостачання.

3. Механічні та фармакологічні фактори: Ризик незрощення суттєво зростає при наявності щілини понад 5 мм між уламками, при багатоуламкових переломах та порушенні осі фіксації. Серед медикаментозних чинників негативний вплив підтверджено для НПЗП, особливо в поєднанні з опіоїдами.

Поряд із системними чинниками, ключову роль відіграють технічні аспекти хірургічного втручання. Точне анатомічне співставлення уламків та створення адекватної міжфрагментарної компресії під час фіксації гострих переломів забезпечують сприятливі механічні умови для загоєння. Натомість недостатня стабільність конструкції або порушення осі кінцівки значно підвищують ризик як незрощення, так і неправильного зрощення.

У більшості пацієнтів застосування стандартних методів остеосинтезу дозволяє досягти задовільної консолідації. Біологічна стимуляція регенерації

зазвичай не є рутинною необхідністю, однак може розглядатися у хворих групи високого ризику, зокрема при атрофічному типі незрощення з наявністю рухомості уламків.

Окреме місце серед факторів ризику посідає інфекція, особливо при відкритих переломах або за наявності порушень репаративних процесів. Тому профілактика інфекційних ускладнень — шляхом дотримання принципів асептики, своєчасної антибіотикопрофілактики та ранньої діагностики — є обов'язковим компонентом зниження ризику незрощення [4, 5, 6].

Інфекції в місцях проведення спиць є найчастішим ускладненням при використанні зовнішніх фіксаторів. У більшості випадків це поверхневі інфекції, які ефективно контролюються ретельним доглядом за спицями та пероральною антибіотикотерапією. Тяжкі форми, що потребують внутрішньовенного лікування або заміни спиці з дебридментом, трапляються значно рідше (6,25–50%).

Таким чином, систематичний догляд за місцями фіксації є важливим елементом профілактики порушень зрощення [7].

Роль апаратів зовнішньої фіксації у забезпеченні стабільності та керованої корекції деформацій

Повторна деформація може виникати при передчасному знятті зовнішнього фіксатора до формування достатньої кісткової мозолі. В окремих випадках саме раннє видалення апарата може бути причиною рецидиву деформації, через що необхідно переконатися у достатній консолідації регенерату перед демонтажем фіксатора. Досвід хірурга також відіграє значну роль, оскільки здатність правильно оцінити зрілість регенерату зменшує ризик серйозних ускладнень.

Використання циркулярних зовнішніх фіксаторів знижує ризик нейроваскулярних ушкоджень порівняно з одномоментною гострою корекцією деформації. Методика дозволяє пацієнтові розпочати мобілізацію та навантаження на кінцівку з початку лікування. Раннє функціональне навантаження є важливим фактором профілактики незрощення, адже воно:

- зменшує ризик розвитку остеопорозу,
- запобігає м'язовій атрофії та контрактурам,
- стимулює формування та консолідацію кісткової мозолі,
- прискорює зрощення кістки.

Циркулярні зовнішні фіксатори дозволяють проводити поступову корекцію значних деформацій, які неможливо безпечно виправити одномоментно.

Система забезпечує:

1. точну післяопераційну корекцію (до 1° кута та 1 мм подовження),
2. можливість одночасної корекції контрактур та деформацій,
3. індивідуальне налаштування програми корекції.

Контрольована поетапна корекція зменшує ризик повторної деформації та неправильного зрощення [7].

Ад'ювантна терапія та біологічна підтримка репаративної регенерації кісткової тканини

У випадках, де механічної стабільності недостатньо для повноцінної регенерації (зокрема при атрофічних типах незрощення), «золотим стандартом» залишається біологічна стимуляція. Її ефективність базується на унікальному поєднанні остеокондуктивних, остеоіндуктивних та остеогенних властивостей трансплантата.

Сучасна хірургічна практика пропонує відійти від травматичного забору графта з клубової кістки на користь системи RIA (Reamer-Irrigator-Aspirator) [8]. Ця технологія дозволяє отримувати високоякісний остеогенний матеріал безпосередньо з медулярного каналу під час остеосинтезу, що мінімізує додаткову хірургічну травму. Паралельно з цим, аспірат аутологічного кісткового мозку стає все більш популярним ад'ювантом, забезпечуючи потужну клітинну стимуляцію за мінімальної інвазивності [2].

Новим горизонтом у подоланні незрощень є використання мезенхімальних стовбурових клітин (МСК). Ці мультипотентні клітини, здатні до самовідновлення та диференціації в остеобласти, можна виділити з кісткового мозку, жирової тканини або пуповини [9]. Хоча наразі глибоке розуміння потенціалу МСК базується переважно на доклінічних моделях [10], їхня роль у клінічній практиці стрімко зростає.

Клінічні переваги використання МСК:

- Малоінвазивна профілактика: Черезшкірна ін'єкція клітин у зону перелому є ефективною при діастазах понад 0,5 мм (за умови жорсткої фіксації), що дозволяє уникнути повторної відкритої ревізії.
- Прискорення консолідації: Синергія МСК із PRP-терапією або остеокондуктивними матриксами здатна скоротити термін формування кісткової мозолі в середньому на 3 місяці.
- Ревіталізація інертних зон: При атрофічних незрощеннях клітинна терапія компенсує дефіцит нативних факторів росту, перетворюючи біологічно «німу» зону на активне вогнище загоєння [11].

Стратегії ад'ювантного лікування включають: аутологічну кісткову пластику (АСВ), аспірат кісткового мозку (ВМА), кісткові морфогенетичні білки (ВМР), комбіновану терапію (СТМ), електромагнітні поля (ЕМФ), екстракорпоральну ударно-хвильову терапію (ESWT), низькоінтенсивний ультразвук (LIUS), препарат Протелос (PROTELOS), збагачену тромбоцитами плазму (PRP) та їхні комбінації.

Комбінації ВМА + PRP, ВМА + АСВ і монотерапія ВМА мають відносні переваги у частоті зрощення, що підтверджує доцільність їх застосування. Результати щодо часу зрощення показали, що LIUS та ВМР, особливо LIUS, можуть значно скоротити термін загоєння. Втручання ЕМФ та ESWT можуть бути пов'язані з високим ризиком побічних ефектів.

ВМР (кісткові морфогенетичні білки) є найбільш вживаними факторами росту при незрощеннях. ВМР-2 та ВМР-7 схвалені для клінічного використання при відновленні переломів довгих кісток. Цей метод є успішним у формуванні нової кістки, але серйозною проблемою клінічного застосування залишається гетеротопічна осифікація [12].

Дія кісткового морфогенетичного білка-2 (BMP-2) базується на здатності примусово спрямовувати мезенхімальні стовбурові клітини по шляху остеогенної диференціації, забезпечуючи формування кісткового матриксу там, де природні механізми загоєння є недостатніми. Фактор росту ендотелію судин (VEGF) стимулює ангиогенез, що є критично важливим для виживання новоутвореної кісткової тканини. Синергічне використання декількох факторів (BMP, VEGF, PDGF) дозволяє одночасно активувати розвиток оточуючих клітин, прискорити проростання судин та забезпечити прямий вплив на остеобласти, що мінімізує ризик зупинки регенерації на ранніх стадіях [10].

Як правило, лікування незрощень довгих кісток потребує хірургічного втручання, а ВМА легше отримати та застосувати локально. Таким чином, порівняно з іншими методами клітинної терапії, цей спосіб має перевагу у зручності. ВМА переважно використовується у трьох стратегіях: інтраопераційна ін'єкція, трансплантація після розмноження клітин *in vitro* та просочування АСВ або інших матеріалів для кісткової пластики. Однак слід особливо враховувати ризик розвитку фасціального компартмент-синдрому після багаторазових ін'єкцій.

LIUS (низькоінтенсивний ультразвук) — це метод фізичного впливу, схвалений FDA для лікування незрощень. Його механізм може бути різним, включаючи стимуляцію регенерації кістки, ангиогенезу та регенерації нервів. Це може бути єдине втручання, яке скорочує час загоєння незрощень порівняно з АСВ. [12]

Використання природних полімерів (колагену, желатину, хітозану та ін.) у складі імплантатів є перспективним методом профілактики незрощення завдяки їхній здатності оптимізувати біологічне середовище перелому: Завдяки наявності специфічних функціональних груп на поверхні, ці матеріали безпосередньо стимулюють адгезію та диференціацію остеобластів. Висока біосумісність та контрольована біодеградація дозволяють імплантату поступово заміщуватися власною кісткою пацієнта, сприяючи надійній остеоінтеграції та запобігаючи формуванню фіброзної тканини. Для профілактики можливих ускладнень, таких як надмірна імунна відповідь або занадто швидка деградація носія, доцільним є використання комбінованих біоматеріалів. Це дозволяє зберегти переваги природних полімерів, одночасно забезпечуючи стабільну васкуляризацію та механічну підтримку в зоні дефекту. [10]

Специфіка профілактики незрощень при переломах окремих сегментів кінцівок

Ключиця. Ефективна стратегія запобігання незрощенню діафізарних переломів ключиці полягає у ранньому застосуванні пластин, особливо при зміщеннях без кортикального контакту. Статистика підтверджує перевагу хірургічного підходу: ризик ускладнень становить лише 1,4% проти 14% при консервативному веденні пацієнтів. Якщо консервативна терапія не дає позитивної динаміки, проведення операції протягом перших трьох місяців дозволяє уникнути стійкого незрощення без додаткових ризиків. У випадках, де проблема вже наявна, пріоритетною є резекція склерозованих країв кістки з

наступною компресійною фіксацією. Такий підхід демонструє високу ефективність навіть без обов'язкової кісткової пластики.

Плечова кістка. Критичним моментом для прогнозування результатів є 6-й тиждень після травми. Збереження рухливості у місці перелому в цей термін дозволяє передбачити майбутнє незрощення з вражаючою точністю (чутливість 82%, специфічність 99%). Хоча функціональне брейсування за Сарм'єнто залишається золотим стандартом, первинний остеосинтез пластиною забезпечує стабільніші показники зрощення. Коли ж незрощення вже діагностовано, методом вибору стає комбінація компресійної пластини та кісткової пластики — цей «дует» гарантує успіх у 98% випадків, що суттєво перевершує результати інтрамедулярного остеосинтезу.

Передпліччя. Профілактика ускладнень на рівні діяфізу передпліччя майже цілком залежить від якості первинної операції. Для пацієнтів зі зрілим скелетом фіксація пластиною є безальтернативним методом, що забезпечує успішний результат у 95–100% випадків. Тут ключовим фактором є не просто наявність втручання, а суворе дотримання технічного протоколу: зокрема, використання 3,5-мм компресійних пластин, що мінімізує ризики як незрощення, так і деформації кісток.

Великогомілкова кістка. Профілактика незрощень у цьому сегменті базується на жорсткому дотриманні таймінгу та активній хірургічній тактиці при перших ознаках «застигання» регенерації. Для закритих діяфізарних переломів критичною межею є 16 тижнів: відсутність прогресу на рентгенограмі до цього терміну є прямим показанням до ревізійного втручання. При відкритих пошкодженнях очікувальний період подовжується до 20 тижнів.

Методом вибору, що забезпечує майже 100% успіху в асептичних умовах, є заміна інтрамедулярного стержня на аналог більшого діаметра. Такий підхід значно ефективніший за динамізацію, особливо за наявності суттєвої щілини між уламками. Для прискорення консолідації доцільно виконувати супутню остеотомію малоогомілкової кістки, що усуває її «розпірний» ефект і дозволяє уламкам краще контактувати.

У складних випадках (тип Gustilo IIIВ або дефекти понад 5 мм) профілактика стійкого незрощення вимагає переходу до дистракційного остеогенезу або використання кільцевих апаратів зовнішньої фіксації. Важливо пам'ятати: відсутність періостальної реакції («склерозовані краї») на всіх чотирьох кортикальних шарах вказує на вичерпаний потенціал інтрамедулярного остеосинтезу, що вимагає радикальної зміни тактики на користь біологічної стимуляції.

Стегнова кістка. Тут превентивна стратегія фокусується на біомеханічній стабільності та ранній корекції умов загоєння. Ключовим технічним параметром є діаметр інтрамедулярного стержня — він має становити не менше 70% від ширини каналу в зоні перешийка.

Стимуляція остеогенезу досягається через негайне осьове навантаження на кінцівку в післяопераційному періоді. Як і у випадку з гоомілкою, при затримці зрощення заміна стержня є пріоритетною перед динамізацією. Цікавим та

ефективним рішенням є встановлення додаткової накісткової пластини до вже наявного стержня: це мінімізує деформаційні мікрорухи в зоні перелому та прискорює консолідацію без необхідності повної ревізії первинної конструкції [2].

Висновки.

– Успіх зрощення кістки визначається синергією біологічних, механічних та системних чинників. Ефективна профілактика ускладнень неможлива без доопераційної корекції модифікованих факторів ризику: відмови від куріння, контролю цукрового діабету, компенсації дефіциту вітаміну D та менеджменту ваги. Збереження васкуляризації м'яких тканин у поєднанні з механічною стабільністю залишаються фундаментальними умовами фізіологічного остеогенезу.

– Запобігання неправильному зрощенню вимагає анатомічно точного зіставлення уламків. У складних випадках пріоритет слід надавати циркулярним апаратам зовнішньої фіксації. Вони дозволяють не лише виконувати керовану поетапну корекцію деформацій, а й забезпечують раннє осьове навантаження — природний стимулятор формування кісткової мозолі.

– Профілактична стратегія повинна враховувати анатомічну специфіку травми. Для довгих кісток нижніх кінцівок (стегно, гомілка) критично важливим є моніторинг регенерації у вікні 16–20 тижнів: будь-яка затримка в цей період має ставати приводом для активної ревізії. Натомість для верхньої кінцівки (плече, ключиця) ключовим фактором успіху є створення стабільної компресії та ранній контроль рухливості уламків.

– У пацієнтів групи високого ризику, особливо при атрофічних типах незрощень, майбутнє належить біотехнологіям. Застосування мезенхімальних стовбурових клітин (МСК), PRP-терапії та кісткових морфогенетичних білків (BMP-2, BMP-7) у комбінації з біосумісними колагеновими чи хітозановими матриксами дозволяє «перезапустити» біологічне мікросередовище у зоні перелому.

Результати дослідження вказують на необхідність зміни парадигми: від реактивного лікування вже наявних ускладнень до персоналізованих профілактичних протоколів. Оцінка біомеханічної стабільності та регенеративного потенціалу пацієнта має здійснюватися вже на першому етапі надання допомоги, що дозволить мінімізувати відсоток інвалідизуючих незрощень.

Список використаних джерел

1. Food and Drug Administration. (1998, April 28). Guidance document for industry and CDRH staff for the preparation of investigational device. Federal Register, 63(81), 23292–23293. <https://www.federalregister.gov/documents/1998/04/28/98-11158/guidance-document-for-industry-and-cdrh-staff-for-the-preparation-of-investigational-device>

2. Nicholson, J., Makaram, N., Simpson, A., & Keating, J. (2020). Fracture nonunion in long bones: A literature review of risk factors and surgical management. *Injury*. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.11.029>
3. Jensen, S. S., Jensen, N. M., Gundtoft, P. H., Kold, S., Zura, R., & Viberg, B. (2022). Risk factors for nonunion following surgically managed, traumatic, diaphyseal fractures: A systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Reviews*, 7(7), 516–525. <https://doi.org/10.1530/eor-21-0137>
4. Yang, Q., Xu, M., Fang, H., Gao, Y., Zhu, D., Wang, J., & Chen, Y. (2024). Targeting micromotion for mimicking natural bone healing by using NIPAM/Nb2C hydrogel. *Bioactive Materials*, 39, 41–58. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2024.05.023>
5. Mehboob, A., Barsoum, I., & Abu Al-Rub, R. K. (2025). Review on lower limb bone fracture fixation: Biomechanics, design, and advancements in additive manufacturing for implants. *Materials & Design*, 260, 115001. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.115001>
6. Li, C. (2023). Correspondence: Perspectives on the future of dysmorphology. *American Journal of Medical Genetics Part A*. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.63305>
7. Rouse, B. J., Sheridan, G. A., Page, B. J., Fragomen, A. T., & Rozbruch, S. R. (2024). Hypertrophic nonunion management with distraction osteogenesis: A scoping review of the literature. *OTA International*, 7(4). <https://doi.org/10.1097/oi9.0000000000000342>
8. Dimitriou, R., Mataliotakis, G. I., Angoules, A. G., Kanakaris, N. K., & Giannoudis, P. V. (2011). Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: A systematic review. *Injury*, 42, S3—S15. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.06.015>
9. Ding, D. C.; Shyu, W. C.; Lin, S. Z. Mesenchymal stem cells. *Cell Transplant* 2011, 20 (1), 5– 14, DOI: 10.3727/096368910X
10. Ehlen, Q. T., Costello, J. P., Mirsky, N. A., Slavin, B. V., Parra, M., Ptashnik, A., Nayak, V. V., Coelho, P. G., & Witek, L. (2024). Treatment of bone defects and nonunion via novel delivery mechanisms, growth factors, and stem cells: A review. *ACS Biomaterials Science & Engineering*. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.4c01279>
11. Thurairajah, K., Briggs, G. D., & Balogh, Z. J. (2021). Stem cell therapy for fracture non-union: The current evidence from human studies. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 29(3), 230949902110365. <https://doi.org/10.1177/23094990211036545>
12. Yang, J., Zhang, X., Liang, W., Chen, G., Ma, Y., Zhou, Y., Fen, R., & Jiang, K. (2022). Efficacy of adjuvant treatment for fracture nonunion/delayed union: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05407-5>