

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗУ У ХВОРИХ З ПЕРЕЛОМАМИ КІСТОК ЛИЦЕВОГО СКЕЛЕТУ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЛЕКСНОЇ УЛЬТРАСОНОГРАФІЇ

Львівський національний медичний університет

імені Данила Галицького (м. Львів)

[vipankev@gmail.com](mailto:vipankev@gmail.com)

Робота є фрагментом науково-дослідної роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького МОЗ України, що виконується на кафедрі хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії «Оптимізація діагностично-лікувального процесу хворих з кістковими м'якотканними дефектами та деформаціями різної етіології, травматичними і запальними ураженнями щелепно-лицевої ділянки», № державної реєстрації: 0110U008228.

**Вступ.** Традиційно, з метою вивчення динаміки кісткової регенерації клініцисти застосовують методи рентгенографії, КТ, МРТ, ультразвукової денситометрії, які дозволяють визначити стан кісткових фрагментів та їх діастаз, а також – на етапі фіксації – контролювати оссифікацію регенерату [3,18]. Однак ці види променевого обстеження не дозволяють візуалізувати незапнілий кістковий регенерат, що робить неможливим контроль за станом фіброзної тканини в період перетворення м'якої в тверду кісткову мозоль. Хоча саме цей період є найбільш критичний з точки зору наступного визрівання кісткової тканини, і саме в цей період регенерат є найбільш вразливим [12].

Як засвідчує ряд авторів, ще одним суттєвим недоліком рентгенографії, є те, що при її виконанні завжди виникають проєкційні збільшення та деформація зображення, величина яких навіть при ортопантомографії, в залежності від точності позиціонування хворого, коливаються від 15 до 40%. Цей факт утруднює визначення істинної величини щілини перелому [1,7].

Згідно даних наукових літературних джерел ультразвукографія в травматологічних та ортопедичних клініках на протязі останнього десятиліття впевнено входить в арсенал візуалізуючих методів діагностики травматичних пошкоджень опорно-рухового апарата, а в ряді випадків слугує альтернативою рентгенодіагностичним методам [6, 16, 17, 18, 20].

Нещодавно закордонні науковці провели дослідження щодо середньої тривалості УСГ-обстеження у порівнянні із тривалістю процедур звичайної рентгенографії та КТ. Виявилось, що середня тривалість рентгенологічного обстеження хворих з переломами кісток обличчя становить

9,35 хвилин, сканування та обробка даних КТ – 20,90 хвилин, а УСГ – всього 3,50 хвилин, що теж свідчить на користь останнього методу [17].

За допомогою УСГ в динаміці можна визначити не тільки локалізацію перелому, діастаз кісткових уламків, але й контролювати консолідацію та формування кісткової мозолі. В значній мірі цьому сприяє дослідження процесів васкуляризації в щілині перелому [4,9,10,11,13].

На даний час проблема вивчення кровопостачання тканин в ділянці перелому представляє великий інтерес, оскільки дозволяє прогнозувати перебіг посттравматичного періоду та виникнення можливих ускладнень [5,8]. Це зумовлено залежністю тканинних та судинних реакцій від характеру кровообігу в тій чи іншій ділянці. Завдяки розвитку сонографічних методик, які засновані на використанні ефекту Доплера (кольорового доплерівського картування – КДК та енергетичного доплерівського картування – ЕДК) значно розширились можливості вивчення васкуляризації не тільки в параоссальних тканинах але й, що найголовніше, в самому регенераті [10,11,14].

Режим КДК дає можливість детально оцінити регіонарну динаміку в ділянці репарації, напрямок кровотоку – в залежності від кольору, швидкість кровотоку – від інтенсивності кольору. Для визначення характеру судини будують доплерограму – розташування кривої на якій дозволяє визначити тип судини та свідчить про його функціональну фазу. Одночасно вимірюють індекси пульсативності та резистентності, які дозволяють оцінити величину периферичного спротиву в судині. Також є можливим обчислення індексу васкуляризації ділянки яка вивчається – для цього визначають кількість судин на одиницю площі [10,16,22].

Однак, при КДК необхідно враховувати вірогідність виникнення артефактів, а також залежність візуалізації від напрямку ультразвукового променя по відношенню до судини (перпендикулярні датчику судини не визначаються). Суттєвим обмеженням є неможливість візуалізації дрібних судин з дуже малою швидкістю кровотоку, інформацію про які можна отримати в режимі ЕДК [4,11].

В режимі ЕДК можна візуалізувати всі судини незалежно від кута розташування по відношенню до них ультразвукового датчика, але при цьому необхідно враховувати, що ЕДК має високу залежність від переміщення структур і тому можуть виникати рухові артефакти. Однак ЕДК дозволяє візуалізувати маленькі та глибокі судини, що є перевагою перед КДК-методом. За даними кольорової гама можна отримати інформацію про кількість васкуляризованих та аваскулярних зон в ділянці остеогенезу [4, 10, 11].

Однак, вивченням проблеми васкуляризації остеорегенерату при переломах трубчастих кісток на сьогодні переважно займаються лікарі загальноортопедичного профілю, в той час як від спеціалістів щелепно-лицевої хірургії надходять поодинокі повідомлення [1, 2, 7, 15, 19, 21]. Екстраполяція цього методу на дослідження особливостей репаративного остеогенезу саме у хворих із переломами кісток лицевого скелету дозволяє оптимізувати процес їх діагностики та лікування.

**Метою** нашої роботи було з'ясування діагностичної цінності комплексної УСГ при вивченні динаміки репаративного остеогенезу у хворих із переломами кісток лицевого скелету.

**Об'єкт і методи дослідження.** У дослідження включено 30 пацієнтів (21 чоловіки та 9 жінок) віком від 18 до 47 років, які знаходились на стаціонарному лікуванні у відділеннях щелепно-лицевої хірургії ЛОКЛ та КМК ЛШМД м. Львова з 2012 по 2015 рр. з приводу травматичних переломів кісток лицевого скелету. Лікування хворих із переломами в залежності від показів здійснювалось двома методами: консервативним (бімаксиллярне шинкування), та хірургічним (остеосинтез титановими міні-пластинами).

Рентгенологічне та УСГ-обстеження проводили на 3 добу після операції з метою контролю репозиції кісткових фрагментів та встановлення співвідношення фіксуючих пристроїв зі суміжними анатомічними утворами, через 2 тижні з моменту травми, та після зняття шинуючих конструкцій – на 21 добу.

УСГ дослідження здійснювали за допомогою лінійного електронного трансдюсера на апараті LOGIQE (General Electric) з робочим частотним діапазоном – 7,5-12 МГц.

Комплексне дослідження включало в себе:

1. Сканування в В-режимі – для оцінки структури параосальних тканин, поверхні кістки, окістя та регенерата;

2. Сканування в режимі УСГ-ангіографії (кольорового картування та спектральної доплерометрії) – з метою оцінки кровотоку в ділянці пошкодження.

Для порівняльної оцінки ехосеміотики пошкоджень м'язово-кісткової

системи ми проводили дослідження нормальної ехографічної картини кісток та м'яких тканин на здоровому боці.

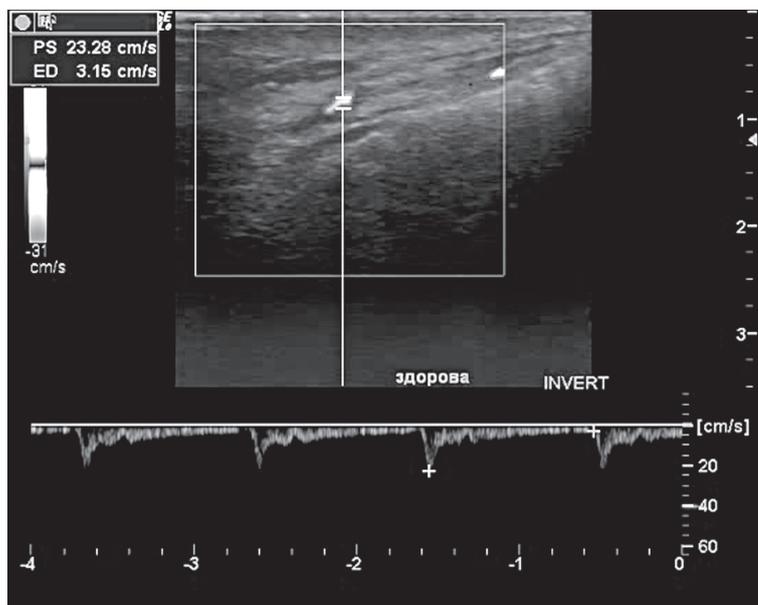
### Результати досліджень та їх обговорення.

На ехограмах нижньої щелепи з контрлатерального боку візуалізувались всі шари в анатомічній послідовності: шкіра, підшкірна жирова клітковина, м'язова тканина та кістка. Кортикальна пластинка здорової кістки представлена у вигляді лінійного гіперехогенного утворення з дистальною акустичною тінню. Компактна кістка в нормі не візуалізувалась.

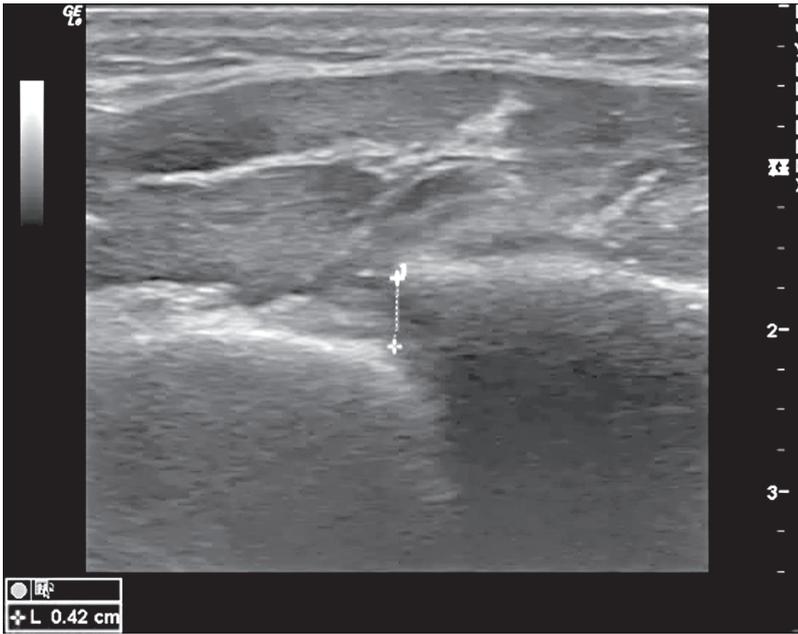
При УСГ-ангіографії в режимі ЕДК спостерігалась картина нормального кровотоку, яка відповідала ділянці дослідження, включаючи судини дрібного калібру. При КДК реєструвались судини, які живили кісткову тканину та судини параосальних м'яких тканин, що мали сформовану судинну стінку та високі індекси пульсативності та резистентності. Швидкість кровотоку варіювала в межах від 3,15 до 23,28 см/с (рис. 1).

В перші 2 тижні з моменту травми в ділянці перелому виявлялося переривання гіперехогенної лінії сходиноподібної форми, яка відображала кортикальну пластинку кістки. За висотою «сходинок» вимірювали ступінь зміщення уламків (рис. 2, 3).

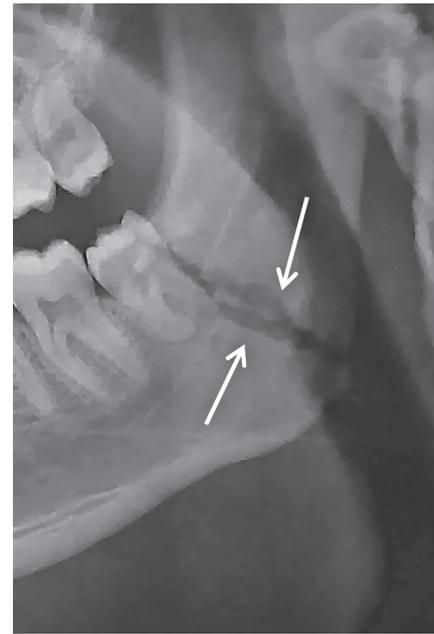
Наявність додаткових металоконструкцій, які встановлені в ділянці пошкодження на поверхні кістки (накістні пластини) чи всередині неї (болти) на ультрасонограмах візуалізувались відповідно до місця розташування металофіксатора у вигляді яскравої гіперехогенної структури лінійної чи напівокруглої форми з чіткими рівними контурами,



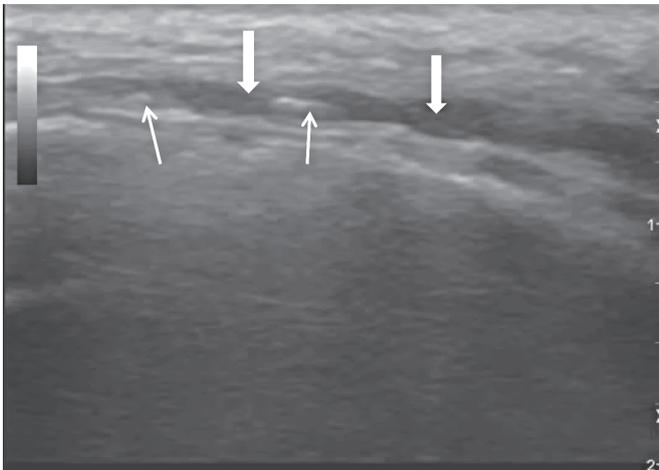
**Рис. 1.** Хворий К., 23 роки, історія хвороби № 29628. Ультрасонограма підочної ділянки та м'яких параосальних тканин в нормі. У В-режимі поверхня кістки визначається у вигляді безперервної гіперехогенної лінійної структури з чітким та рівним контуром, товщиною до 1 – 1,5 мм. М'які тканини середньої ехогенності, диференційовані на всі структури. В режимі кольорового картування (КДК) визначаються параосальні судини.



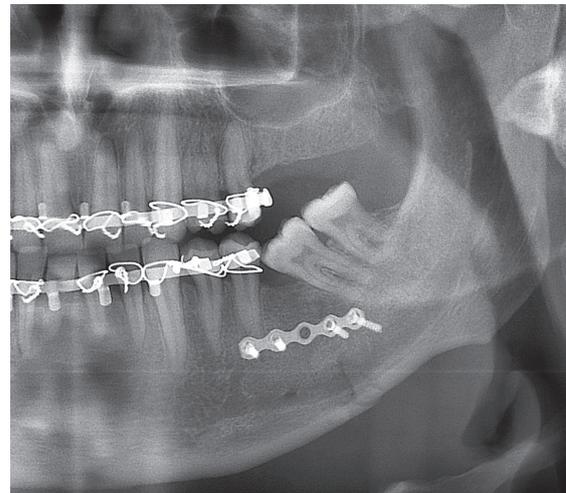
**Рис. 2.** Хворий Б., 27 років, історія хвороби № 25514. УСГ перелому кута нижньої щелепи справа зі зміщенням кісткових фрагментів в день госпіталізації. У В-режимі визначається порушення цілісності кортикального шару кістки нижньої щелепи та зміщення кісткових фрагментів на 4,2 мм. В режимі ЕДК кровотік в ділянці пошкодження не фіксується.



**Рис. 3.** Фрагмент ортопантомограми хворого Б. на момент поступлення. Діагноз: травматичний лівоангулярний перелом нижньої щелепи зі зміщенням. 38 зуб знаходиться в лінії перелому.



**Рис. 4.** Післяопераційна ультразвуконограма ділянки кута нижньої щелепи зліва хворого Б. Стрілками вказані титанова пластина та металеві гвинти.



**Рис. 5.** Фрагмент контрольної ортопантомограми хворого Б.

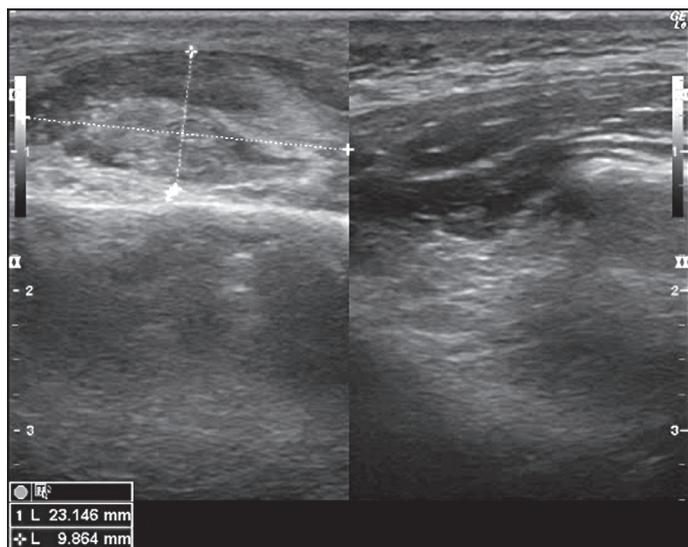
товщиною від 1 до 2 мм, та давали за собою дистальну акустичну тінь (рис. 4, 5).

Міжм'язова гематома ехографічно була представлена у вигляді однорідної гіпоехогенної ділянки з нерівними та нечіткими межами. Її розміри залежали від локалізації та характеру травми (рис. 6, 7).

В режимі КДК кровотік відмічався нижче та вище ділянки перелому. В ділянці гематоми кровотік не реєструвався. Спостерігався очевидний приріст об'ємного кровотоку в параоссалних тканинах

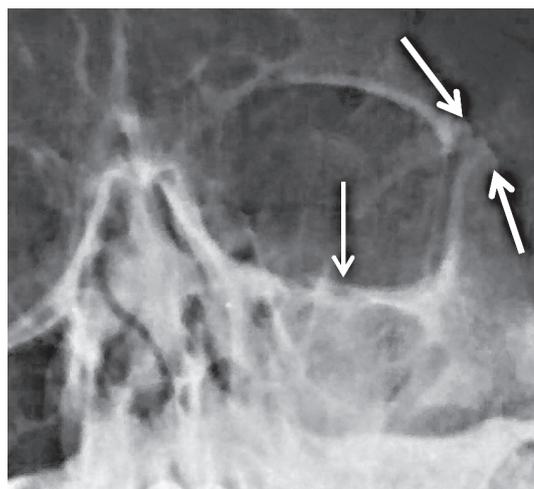
(від 6 до 15 см/с), про що свідчили збільшення температури шкірних покривів, їх гіперемія та набряк (рис. 8).

Через 2 тижні після травми при УСГ дослідженні виявлено характерну динаміку заповнення діастаза грануляційною тканиною з проліферацією судин та формуванням фіброзного зрощення з наступною осифікацією фіброзної тканини та утворенням пластинчастої кісткової. Інтенсивність капілярного кровотоку в ділянці кісткового регенерату в процесі



**Рис. 6.** Доопераційна ультразвунограма хворого К.  
а) УСГ ознаки гематоми в лівому жувальному м'язі.  
Розмір гематоми 23,14 x 9,9 мм.

б) УСГ картина правого (здорового) жувального м'яза.



**Рис. 7.** Доопераційна ортопантомограма хворого К. Стрілками позначено переломи в ділянках вилично-верхньощелепного шва та вилично-лобного шва зліва.

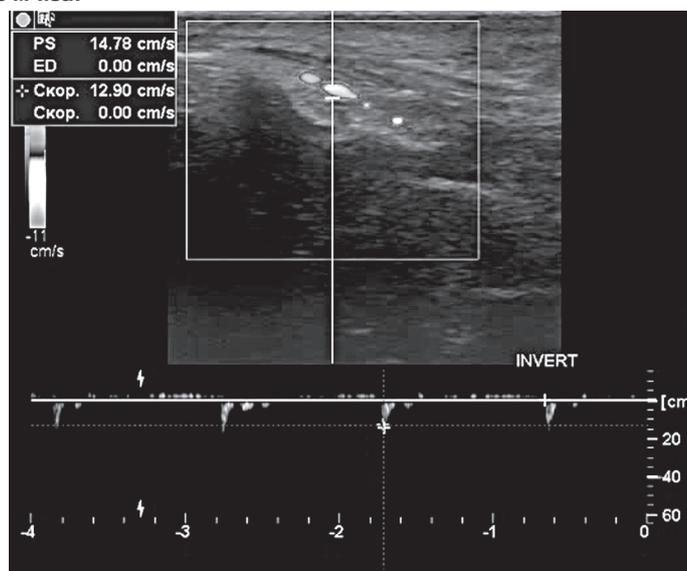
лікування збільшувалась на протязі перших 2-3 тижнів. В ділянці регенерату сигнал мав високу діастолічну складову, що свідчило про реєстрацію саме мікроциркуляторного кровотоку (рис. 9).

Згідно наших спостережень швидкість капілярного кровотоку в регенераті в цей період госпіталізації була найвищою та могла сягати 42 см/с. Згідно проведеного аналізу даних УСГ-обстежень інших авторів нами з'ясовано, що швидкість капілярного кровотоку в регенераті при переломах великої голікової кістки варіює від 15 до 26 см/с, променевої кістки – від 9 до 30 см/с (рис. 10).

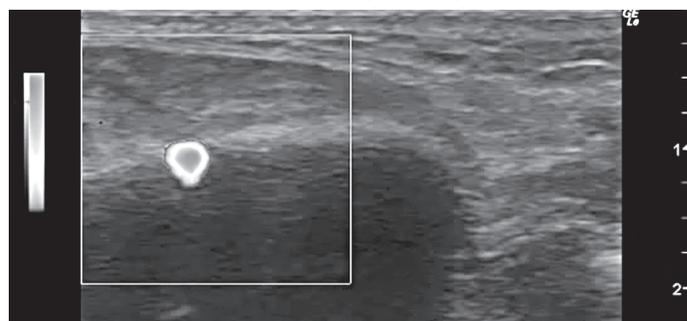
Починаючи з 3-4 тижня краї кісткових уламків згладжувались, між ними з'явилась гіпоехогенна зона з гіперехогенними структурами, що свідчило про остаточне формування первинної мозолі. В цей період знизились темпи утворення м'якотканинного каркасу кісткового регенерата та пришвидшилась його мінералізація.

В процесі лікування швидкість кровотоку в шкірних покривах над ділянкою перелому знижувалась, з'явилися зони акустичного мовчання, реєструвався сигнал з переважно артеріальним наповненням (рис. 11). Поступово відбувалось заміщення сітчастого типу мікросудинного русла на магістральний з впорядкуванням шляхів притоку і відтоку крові та розрідженням сітки мікросудин.

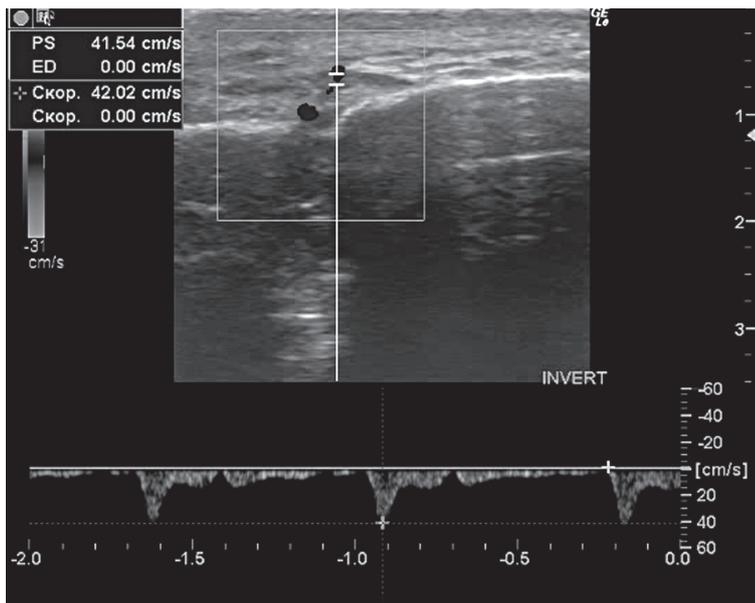
Через 3-4 місяці, в залежності від рівня травми, утворилась кісткова мозоль, яка проявилась наступними ознаками: кортикальна пластинка візуалізувалась у вигляді безперервного гіперехогенного сигналу з дистальною акустичною тінню, м'які тканини мали нормальну ехоструктуру, в ділянці



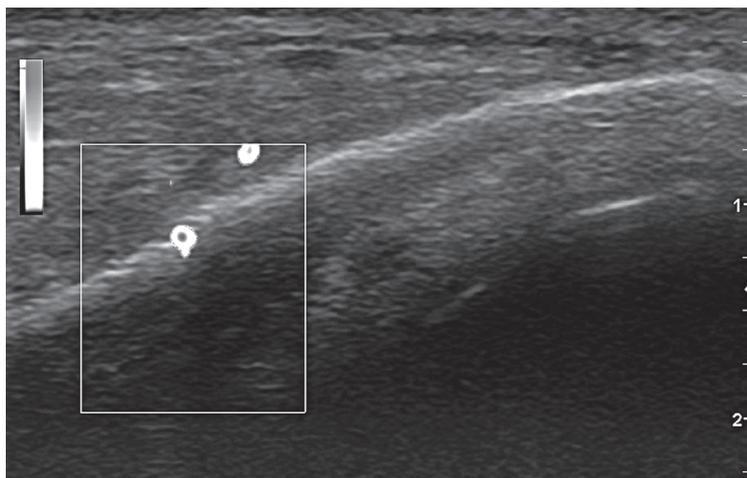
**Рис. 8.** Післяопераційна ультразвунограма хворого К.  
Діагноз: перелом в ділянці вилично-верхньощелепного шва зліва зі зміщенням уламків.  
В режимі КДК реєструються судини в параоссальних м'яких тканинах із швидкістю кровотоку до 15 см/с.



**Рис. 9.** Контрольна ультразвунограма хворого М., 33 роки, історія хвороби № 25397, на 14 день після травми.  
В режимах КДК та ЕДК відмічається поява васкуляризації в щілині перелому та фіксується артеріальна судина.



**Рис. 10.** Контрольна ультразвунограма хворого К., на 14 день після травми. В режимі ЕДК реєструються венозні судини в ділянці пошкодження із швидкістю кровотоку 42,02 см/с.



**Рис. 11.** Контрольна ультразвунограма хворого С., 18 років, історія хвороби № 23611. В режимі КДК реєструються судини артеріального наповнення в параосальних м'яких тканинах.

мозолі реєструвалась одинична живляча судина.

**Висновки.** Таким чином, в процесі дослідження динаміки репаративного остеогенезу кісток лицевого скелету ми визначили, що перевагами комплексної УСГ є:

1. Висока точність визначення діастазу кісткових відламків.

2. УСГ дослідження дає можливість чітко візуалізувати локалізацію металофіксаторів по відношенню до м'якотканинних та кісткових структур в ділянці перелому.

3. УСГ обстеження дає змогу дослідити стан формування та кровопостачання регенерату уже з перших днів після перелому нижньої щелепи.

4. Швидкість кровотоку в шкірних покривах над місцем перелому суттєво пришвидшується в перші тижні після травми, що може слугувати індикатором інтенсивності обмінних процесів в ділянці регенерації.

5. Диференціація судинного русла в регенераті, зниження кровонаповнення тканин на пошкодженій ділянці щелепи може бути діагностичною ознакою компактизації кісткового регенерату у хворих із переломами нижньої щелепи.

6. Суттєвою перевагою УСГ дослідження над іншими променевими методами діагностики є відсутність променевого навантаження на організм людини.

**Перспективи подальших досліджень.** В подальших дослідженнях ми плануємо детальніше з'ясувати можливості комплексної УСГ при вивченні остеорепації у хворих із переломами нижньої щелепи.

## Література

- Боярина Н. И. Эхографическое исследование дистракционного регенерата при компрессионно-дистракционном остеосинтезе нижней челюсти: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. мед. наук / Н. И. Боярина. – М., 2006. – 18 с.
- Варес Я. Е. Застосування ультразвунографії в діагностиці травматичних пошкоджень кісток лицевого скелета / Я. Е. Варес, А. Р. Кучер, Т. А. Філіпська, А. В. Філіпський // Новини стоматології. – 2008. – № 2. – С. 99-102.
- Камінская М. О. Лікувальна тактика при уповільненій консолидації переломів кісток у дітей / М. О. Камінская // Збірник наукових праць співробітників НМАПО імені П. Л. Шупика. – 2013. – Вип. 22, т. 3. – С. 199-204.
- Лелюк В. Г. Ультразвуковая ангиология. 2-е изд., доп. и переизданное / В. Г. Лелюк, С. Э. Лелюк. – М.: Реальное Время, 2003. – С. 115-130.
- Лобанов Г. В. Ультразвуковая диагностика при политравме (клинический случай) / Г. В. Лобанов, Д. В. Кузьменко, С. А. Бесмертний // Лікарю, що практикує. – 2015. – № 3. – С. 94-97.
- МакНелли Ю. Ультразвуковые исследования костно-мышечной системы: Практическое руководство; пер. с англ. Хитровой А. Н. / под. ред. Г. И. Назаренко, И. Б. Героевой. – М.: Видар-М, 2007. – 400 с.
- Надточий А. Г. Эхографический контроль формирования дистракционных регенератов при компрессионно-дистракционном остеосинтезе / А. Г. Надточий, А. Г. Шамсудинов, Н. В. Букатина, Н. И. Боярина // Ультразвуковая диагностика. – 2000. – № 4. – С. 58-65.
- Ультразвунография в артрологии: практическое руководство / [Р. Я. Абдуллаев, Г. В. Дзяк, А. Н. Хвисюк и др.]. – Х.: Новое слово, 2010. – 192 с.

9. Ультрасонографія як один із провідних методів обстеження пацієнтів з переломами виличної кістки та дуги / Я. Е. Варес, А. Р. Кучер, Т. А. Філіпська [та ін.] // Актуальні питання ультразвукової діагностики. Сучасні технології в ультразвуковій діагностиці патологій внутрішніх органів, судин та м'яких тканин: матер. Укр. конгресу радіологів та науково-практ. конф. – Судак, 2009. – С. 89.
10. Щуров В. А. Высокочастотная ультразвуковая доплерография в диагностике состояния костного регенерата / В. А. Щуров, Н. И. Буторина, И. В. Щуров // Гений ортопедии. – 2007. – № 4. – С. 25-27.
11. Щуров В. А. Оценка кровоснабжения костного регенерата методом высокочастотной ультразвуковой доплерографии / В. А. Щуров, С. О. Мурадасинов, И. В. Щуров // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 3. – С. 39-41.
12. Adeyemo W. L. A systematic review of the diagnostic role of ultrasonography in maxillofacial fractures / W. L. Adeyemo, O.A. Akadiri // Int J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2011. – V. 40. – P. 655-661.
13. Chun K. A. Postoperative ultrasonography of the musculoskeletal system / K. A. Chun, K. H. Cho // Ultrasonography. – 2015. – V. 25. – P. 36-40.
14. Daniels J. M. Basics of musculoskeletal ultrasound / J. M. Daniels, W. W. Dexter. – New York: Springer Science + Business Media, 2013. – P. 134.
15. Filipsky A. V. Possibilities of ultrasonography application in diagnostics of bone pathology of maxillofacial area / A. V. Filipsky, Ya. E. Vares, T. A. Filipka // 1 Congress of Biomedicine in Oro-Maxillofacial Area: Abstracts. – Kosice, 2009. – P. 126-128.
16. Hayashi T. Application of ultrasonography in Dentistry-Review / T. Hayashi // Japanese Dental Sciences. – 2012. – V. 28. № 1. – P. 5-15.
17. Kojiam Sashicumar Singh A comparative study on the diagnostic utility of ultrasonography with conventional radiography and computed tomography scan in detection of zygomatic arch and mandibular fractures / Kojiam Sashicumar Singh, S. Jajachandran // Contemp Clin Dent. – 2014. – V. 5, № 2. – P. 166-169.
18. Marshburn H. Thomas Goal-directed ultrasound in the detection of long bone fractures / H. Thomas Marshburn, Eric Legome, Ashot Sargsyanetal // J. Trauma. – 2004. – V. 57. – P. 329-332.
19. Oeppen Rachel S. An update on the use of ultrasound imaging in oral and maxillofacial surgery / Rachel S. Oeppen, Daren Gibson, Peter A. Brennan // Brit. J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2010. – V. 48, № 6. – P. 412-418.
20. Pillen S. Skeletal muscle ultrasonography: Visual versus quantitative evaluation / S. Pillen, M. van Keimpema, R. A. Nievelstein [et al.] // Ultrason Med. Biol. – 2006. – V. 32, № 9. – P. 1315-1321.
21. Vinod Vijay Chandar Utility of ultrasonography as adjunct to diagnosis in certain orofacial lesions over the clinical and radiological evaluation: A comparative study / Vinod Vijay Chandar, M. Venkateswarlu // J. Indian Academ Oral Med Radiol. – 2009. – V. 21, № 1. – P. 45-50.
22. Williamson D. Ultrasound imaging of forearm fractures in children / D. Williamson // Ann. Emergency Medicine. – 2000. – V. 35, № 5. – P. 6. (Abstr. 8-th International Conference on Emergency Medicine «Emergency Medicine in the Third millennium» Boston, Mass., May 4-7, 2000).

УДК:617.52 – 001.5 – 003.9 – 073.48

### ДОСЛІДЖЕННЯ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗУ У ХВОРИХ ІЗ ПЕРЕЛОМАМИ КІСТОК ЛИЦЕВОГО СКЕЛЕТУ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЛЕКСНОЇ УЛЬТРАСОНОГРАФІЇ

Панькевич В. В., Кучер А. Р., Захарків А. М., Камінський М. В., Назаревич М. Р.

**Резюме.** У статті проведено детальний аналіз можливостей комплексної ультрасонографії при вивченні динаміки формування остеорегенерату у хворих із переломами кісток лицевого скелета.

На підставі проведеного клінічного дослідження продемонстровано ефективність та простоту використання методу комплексної ультрасонографії уже з перших днів знаходження хворого в стаціонарі. Відзначено основні переваги цього методу в порівнянні з традиційними з метою оптимізації діагностичного процесу у хворих із переломами кісток лицевого скелета.

**Ключові слова:** репаративний остеогенез, переломи кісток лицевого скелета, комплексна ультрасонографія, васкуляризація, кровотік, кольорове доплерівське картування, енергетичне доплерівське картування.

УДК: 617.52 – 001.5 – 003.9 – 073.48

### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА У БОЛЬНЫХ С ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ ЛИЦЕВОГО СКЕЛЕТА С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОЙ УЛЬТРАСОНОГРАФИИ

Панькевич В. В., Кучер А. Р., Захаркив А. М., Каминский М. В., Назаревич М. Р.

**Резюме.** В статье проведен детальный анализ возможностей комплексной ультрасонографии при изучении динамики формирования остеорегенерата у больных с переломами костей лицевого скелета.

На основании проведенного клинического исследования продемонстрированы эффективность и простота использования метода комплексной ультрасонографии уже с первых дней пребывания больного в стационаре. Отмечены основные преимущества этого метода в сравнении с традиционными с целью оптимизации диагностического процесса у больных с переломами костей лицевого скелета.

**Ключевые слова:** репаративный остеогенез, переломы костей лицевого скелета, комплексная ультрасонография, васкуляризация, кровоток, цветное доплеровское картирование, энергетическое доплеровское картирование.

UDC: 617.52 – 001.5 – 003.9 – 073.48

### REPARATIVE OSTEOGENESIS STUDY IN PATIENTS WITH FRACTURES OF FACIAL SKELETON WITH COMPREHENSIVE ULTRASONOGRAPHY

Pankevych V. V., Kucher A. R., Zakharkiv A. M., Kaminsky M. V., Nazarevych M. R.

**Abstract.** This study discusses the capabilities of comprehensive ultrasonography to optimize the diagnostic process in patients with fractures of the facial skeleton. As is well known, the main criteria for consolidation of fractures is the clinical condition of the damaged area and radiological characteristics of reparative regeneration of bone tissue. However, due to the inability of visualizing noncalcified bone regenerate, radiological signs of the process of fracture consolidation are significantly delayed compared with clinical. Another drawback of X-ray imaging is that in its execution often arise projection magnification and image deformation, which significantly complicates determining the true value of the fracture.

Despite the proven diagnostic value of comprehensive ultrasonography in traumatology, this method is not used in the study of the processes of consolidation in patients with fractures of the facial skeleton. The purpose of our study was to determine the diagnostic value of comprehensive ultrasonography in the study of dynamics of reparative osteogenesis in patients with fractures of this location.

**Materials and methods.** We examined 30 patients aged 18 to 47 years old with facial skeleton fractures, after conservative or surgical treatment – depending on indications. The survey was carried out on 3rd day, through 2 weeks after injury and after removal of the splinting constructions (on 21st day). Ultrasonographic examination was performed on the machine Logic E, using linear sensor with a frequency of 7.5-12MHz. Complex research include B-mode scanning – to assess the structure of periosteal tissues, surface of the bone, the periosteum and regenerate and angiography-mode scanning (PDM-mode) – to assess blood flow in the area of damage.

**Results.** During the first days after injury we observed on ultrasonograms step-like interruption of hyperechoic line, by height of which we measured the degree of displacement of bone fragments. We also visualized additional metal constructions and their locations in patients after surgery with osteosynthesis. The blood flow in the fracture cleft was not recorded in the PDM-mode, although there was an obvious increase in the volume of blood flow in periosteum tissues (up to 13 cm/sec), as evidenced by an increase of skin temperature, its redness and edema.

Through 2 weeks after injury we detected on comprehensive ultrasonography typical dynamics of filling diastase by granulation tissue with proliferation of blood vessels and the formation of fibrous intergrowth following with its ossification. In the PDM-mode we revealed a significant strengthening of local microcirculatory blood flow in the regenerative area – up to 42cm/sec.

From 3rd to 4th week since the injury in a cleft fracture appeared hypoechoic zone with hyperechoic structures, indicating the final formation of primary callus. The rate of blood flow in the skin over the fracture site and regenerative area decreased, appeared zone of acoustic silence, registered signal with mainly arterial blood filling.

After 3-4 months, depending on the level of injury, callus formed, which manifested with the following features: cortical plate visualized as a continuous hyperechoic signal with distal acoustic shadow, soft tissue had normal echostructure, in the place of callus registered one feeding vessel.

Thus, the use of comprehensive ultrasonography allows to control and predict the course of formation of bone regenerate already from the first days after fractures of facial skeleton and carry out, if necessary, correction treatment.

**Keywords:** reparative osteogenesis, fractures of the facial skeleton, comprehensive ultrasonography, vascularization, blood flow, color Doppler mapping, power Doppler mapping (PDM).

*Рецензент – проф. Аветіков Д. С.  
Стаття надійшла 04.02.2016 року*