

Литвишко В.О.², Попсуйшапка О.К.¹

¹Харківська медична академія післядипломної освіти, м. Харків, Україна

²КЗ «Чугуївська центральна районна лікарня ім. М.І. Кононенка», м. Чугуїв, Україна

Формоутворення періостального регенерату після діафізарного перелому за порівняльними даними ультрасонографії та рентгенографії

Резюме. Мета роботи: дослідити форму та ехогенний стан тканин у навколівідламковій зоні після діафізарного перелому шляхом ультрасонографії та прослідкувати їх зв'язок із новоутвореним кістковим регенератом на рентгенологічному зображенні. **Матеріали та методи.** Ультрасонографічне дослідження проведено у 25 постраждалих із діафізарними переломами плеча (13), гомілки (4), стегна (8) на 2-гу — 21-шу добу після травми сонографом Toshiba Arlio-500 з лінійним датчиком 5–12 Гц. **Результати.** Основним феноменом, що був виявлений, була наявність біля кінців відламків анехогенної веретеноподібної зони, що візуалізувалася у більшості досліджених. Цю зону ми назвали зоною фібрин-кров'яного згустка. У 8 хворих з переломом плечової кістки проведено порівняння розмірів та форми зони фібрин-кров'яного згустка з відповідними параметрами новоутвореного періостального кісткового регенерату. Ультрасонографія в режимі відеозапису дала нам змогу отримати інформацію щодо об'ємної деформації фібрин-кров'яного згустка, пов'язану з переміщенням відламків у процесі функціональних навантажень. Так, при ізометричних напруженнях м'язів плеча відбувалися переміщення кінців відламків, які супроводжувалися одночасно зміною форми зовнішнього контура фібрин-кров'яного згустка. **Висновки.** Ультрасонографія дозволяє оцінити форму та розміри навколо відламкової гематоми або фібрин-кров'яного згустка, що знаходиться в стані організації, а також установити характер його деформацій в реальному часі при навантаженнях. Зазвичай, зовнішній контур фібрин-кров'яного згустка має дугоподібну форму, що відокремлює його від оточуючих кістки і м'язів. Підтверджено той факт, що гематома та фібрин-кров'яний згусток протягом першого тижня після травми має анехогенну структуру, а ехогенні включення з'являються після вказаного терміну і частіше по периферійній зоні. Форма та розміри фібрин-кров'яного згустка наближаються до відповідних параметрів періостального кісткового регенерату. Це дає підставу вважати, що фібрин є специфічним середовищем, на основі якого утворюється нова кістка.

Ключові слова: діафізарний перелом; кістковий регенерат; фібрин-кров'яний згусток; ультрасонографія

Вступ

Ультразвукова діагностика суттєво розширила можливість об'єктивної реєстрації форми та щільності анатомічних і патологічних утворень опорно-рухової системи. Це дає змогу поглибити наші уявлення про перебіг процесів, що відбуваються в тканинах після травматичних ушкоджень, і зокрема після перелому

кістки [1]. До цього часу ми звикли оцінювати процес загоєння перелому по появі рентген-контрастної нової кісткової тканини, що з'являється не раніше 4–6 тижнів після травми. Явища, які відбуваються в навколівідламковій зоні на більш ранніх етапах, можна лише побачити після операційного розтину. Але на них мало хто звертає увагу, особливо з наукової точки зору.

© «Травма», 2017

© Видавець Заславський О.Ю., 2017

© Trauma, 2017

© Publisher Zaslavsky O.Yu., 2017

Для кореспонденції: Литвишко В.О., Харківська медична академія післядипломної освіти, вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176, Україна; e-mail: redact@i.ua

For correspondence: V. Lytvshko, Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Amosova st., 58, Kharkiv, 61176, Ukraine; e-mail: redact@i.ua

Тому уявлення про ці процеси більше формуються при проведенні експериментальних досліджень на тваринах. Але вони не відповідають тому, що відбувається в клінічних умовах, зокрема: розміри, форма регенерату, часові характеристики його появи.

Мета роботи: дослідити форму та ехогенний стан тканин у навколівідламковій зоні після діафізарного перелому шляхом ультразвукографії, прослідкувати їх зв'язок з новоутвореним кістковим регенератом на рентгенологічному зображенні.

Матеріали та методи

Ультрасонографічне дослідження проведено у 25 постраждалих з діафізарними переломами кінцівок такої локалізації: плечова кістка — 13, кістки гомілки — 4, стегнова кістка — 8. За терміном проведення дослідження розподілялися так: 2-га — 6-та доба після травми — 4 дослідження, 7-ма — 14-та доба — 16, 15-та — 21-ша доба — 10 досліджень.

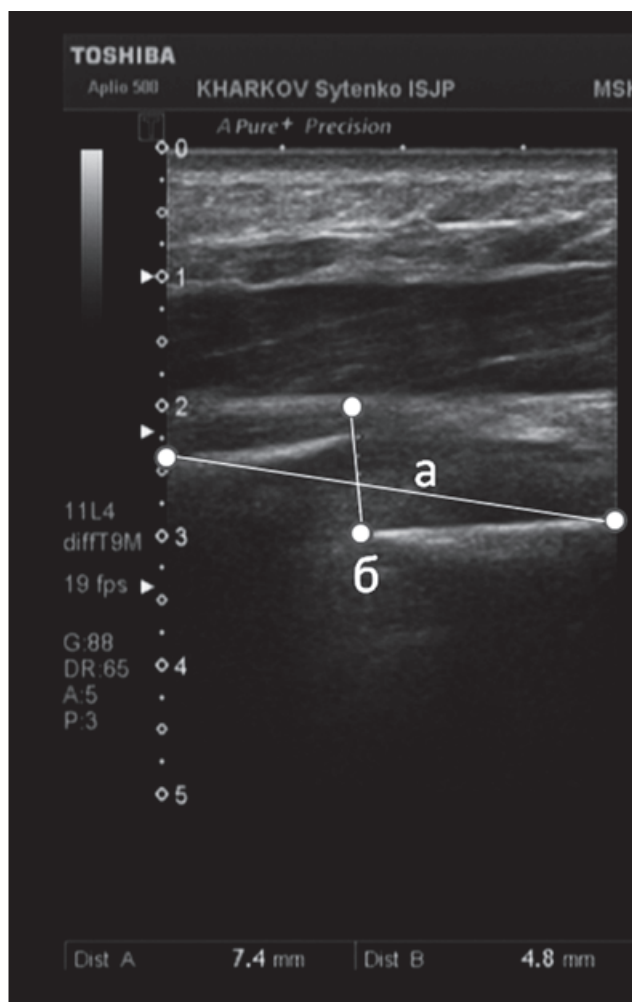


Рисунок 1. Визначення розмірів навколівідламкової гематоми (фібрин-кров'яного згустка) в ультрасонографічному зображенні у хворого Г., 46 років, з переломом плеча на 7-му добу після травми: а — повздовжній розмір, б — поперечний розмір

Усього було проведено 30 досліджень з урахуванням того, що в одного хворого ультрасонографію повторювали тричі й у двох — двічі. У мобільних хворих з переломами плечової кістки або гомілки обстеження проводила лікар ультразвукової діагностики С.М. Яковенко на стаціонарному сонографі Toshiba Aplio-500 (ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка»). Був використаний лінійний датчик 5–12 Гц. У постраждалих з переломом стегна, які перебували на ліжковому режимі в Чугуївській центральній районній лікарні, використовували переносний сонограф SLE-100 (Литва) з лінійним датчиком 5–7,5 Гц.

Дослідження передбачало оцінку форми, розмірів та ехогенної структури тканин, що оточували перелом (м'язи з окістям), крововилив, а також фібрин, що знаходився в стані організації. Методика передбачала реєстрацію повздовжнього (а) і поперечного (б) розмірів гематоми або фібрин-кров'яного згустка (рис. 1).

У подальшому порівнювали форму та розміри зони фібрин-кров'яного згустка з відповідними параметрами новоутвореного періостального кісткового регенерату на рентгенологічному зображенні.

Результати та обговорення

При обстеженні постраждалих на 2-гу — 4-ту добу після виникнення перелому над кінцями відламків спостерігали анехогенну зону з дугоподібним зовнішнім контуром, який її відокремлював від оточуючих окістя та м'язів (рис. 2а). Дана зона вказувала на наявність навколівідламкової гематоми, яка внаслідок гідростатичного тиску дугоподібно деформувала оточуючі м'які тканини за типом мембрани. У постраждалих з переломами плечової кістки повздовжні розміри гематоми коливалися від 25 до 60 мм, а по висоті (з відповідної сторони) — 6–16 мм залежно від зміщення відламків по ширині. При переломах стегнової кістки гематоми були значно більших розмірів і навіть перевищували довжину лінійного датчика. По довжині гематоми можна було судити про протяжність відшарування окісно-м'язового футляра від кісткових відламків. Після 7 діб і більше ультрасонографічна картина навколо перелому змінювалася. Над відламками з'являлася дугоподібна зона підвищеної ехогенності, яка їх з'єднувала у вигляді містка або перемички (рис. 2б). У більшості випадків вона локалізувалася по периферійній частині колишньої гематоми. За даними E.G. McNally [1], у перші години після травми гематома сонографічно має вигляд гіпоанехогенної зони. Але після 6–7 діб у ній з'являються гіперехогенні ділянки, що пов'язано з процесом організації фібрину. Під цим процесом розуміють вродання в фібрин-кров'яний згусток судин і мезенхімальних клітин, які синтезують колаген [2]. Поява останнього підвищує щільність згустка та його ехогенність.

Вростання судин у згусток перш за все відбувається з боку окісно-м'язової поверхні, чим можна пояснити появу гіперехогенної зони по його периферії. При хірургічних втручаннях ми спостерігали, що в навколівідламковій зоні фібрин-кров'яний згусток утворюється протягом перших 6–12 годин після травми. Як показав проведений нами експеримент, свіжеутворений згусток не чинить опору ультразвуку і сприймається приладом як анехогенне середовище. Щоб з'ясувати даний факт, ми поміщали на датчик сонографа фібрин-кров'яний згусток двохдобової і трьохдобової давнини, отриманий із венозної крові людини *in vitro*. Методика отримання згустка описана в нашій статті [2].

Отже, основним феноменом, що був виявлений шляхом ультразвукографії у досліджених нами хворих, була наявність біля кінців відламків веретеноподібної зони, що завжди чітко візуалізувалася і яку ми назвали зоною фібрин-кров'яного згустка.

У 8 хворих з переломом плечової кістки було проведено порівняння розмірів та форми зони фібрин-кров'яного згустка з відповідними параметрами новоутвореного періостального кісткового регенерату. Всі хворі лікувалися консервативно з фіксацією відламків ортезом. Виміри згустка і кісткового регенерату проводили по зовнішній поверхні плечової кістки (табл. 1).

Згідно з аналізом цифрових даних, довжина і висота зони фібрин-кров'яного згустка співпадають з аналогічними показниками періостального кісткового регенерату з незначними відхиленнями. Спостерігається закономірність, яка полягає в тому, що у більшості спостережень розміри кісткового регенерату на 1–5 мм більші, ніж зона фібрин-кров'яного згустка. Це пояснюється проєкційним збільшенням об'єкта при виконанні рентгенографії. Що стосується форми періостального кісткового регенерату, то його зовнішній контур повторював дугоподібну опуклість окісно-м'язового футля-

ра, яка була відмічена раніш на ультразвукограмах. Наводимо ультразвукограми та рентгенограми двох хворих (рис. 3а, б; 4 а-г).

Слід звернути увагу, що завжди зовнішній контур періостального кісткового регенерату має чітку лінійну або дугоподібну форму. Це свідчить про абсолютне відмежування середовища, в якому відбувається регенерація кістки, від оточуючих м'язів. Дану межу формує окістя або в разі його ушкодження — щільний фібрин.

Ультрасонографія дала нам змогу отримати важливу інформацію щодо об'ємної деформації фібрин-кров'яного згустка, пов'язану з переміщенням відламків у процесі функціональних навантажень. Дане дослідження виконували в режимі відеозапису на сонографі Toshiba Aplio-500. Так, при ізометричних напруженнях м'язів плеча відбувалися переміщення

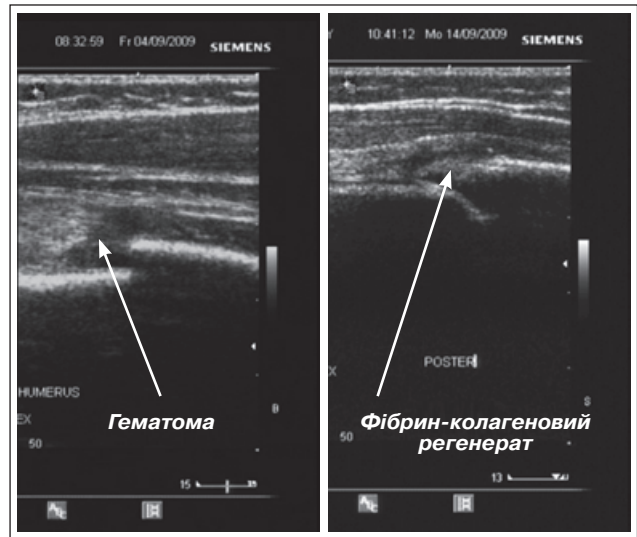


Рисунок 2. Ультрасонограми хворого Д., 12 років, з діафізарним переломом плечової кістки: а — 2-га доба після перелому; б — 12-та доба після перелому

Таблиця 1. Результати вимірів зони фібрин-кров'яного згустка на сонографічному зображенні та періостального кісткового регенерату на рентгенологічному зображенні у хворих з діафізарним переломом плечової кістки, які лікувалися консервативно з використанням ортеза

ПІБ, № історії хвороби	УЗД-зображення		Рентген-зображення		Δl	Δh
	Довжина (l, мм)	Висота (h, мм)	Довжина (l ₁ , мм)	Висота (h ₁ , мм)		
А.Л.А., 721830	31	14	33	17	+2	+3
Г.Р.П., 787901	60	12	55	12	+5	0
К.В.Ю., 85155	16	10	15	13	+1	+3
Л.І.С., 783369	26	10	27	12	+1	+2
Б.І.А., 767407	31	7,5	33	9	+2	+1,5
У.Д.Ю., 768956	27	15	31	17	+4	+2
Ч.В.Д., 790434	18	9	21	10	+3	+1
Д.О.А., 3681	2	18	6	20	0	+2

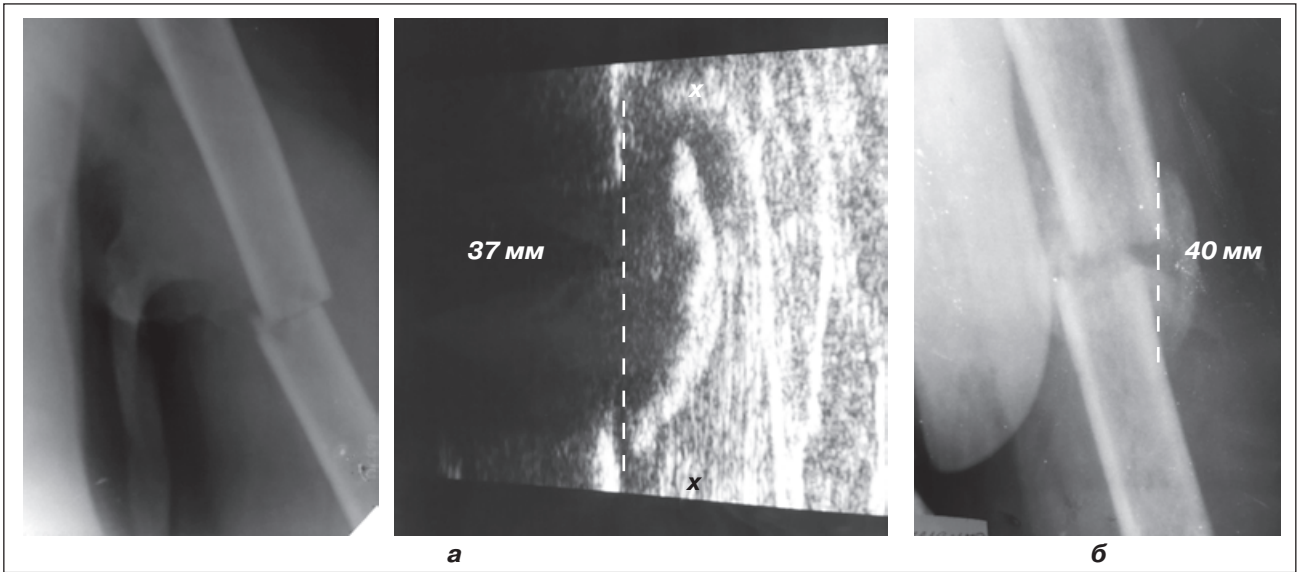


Рисунок 3. Рентгенограми та ультрасонограми хворої А., 64 років, з переломом плечової кістки: а – на 12-ту добу після перелому; б – через 1,5 міс. після перелому

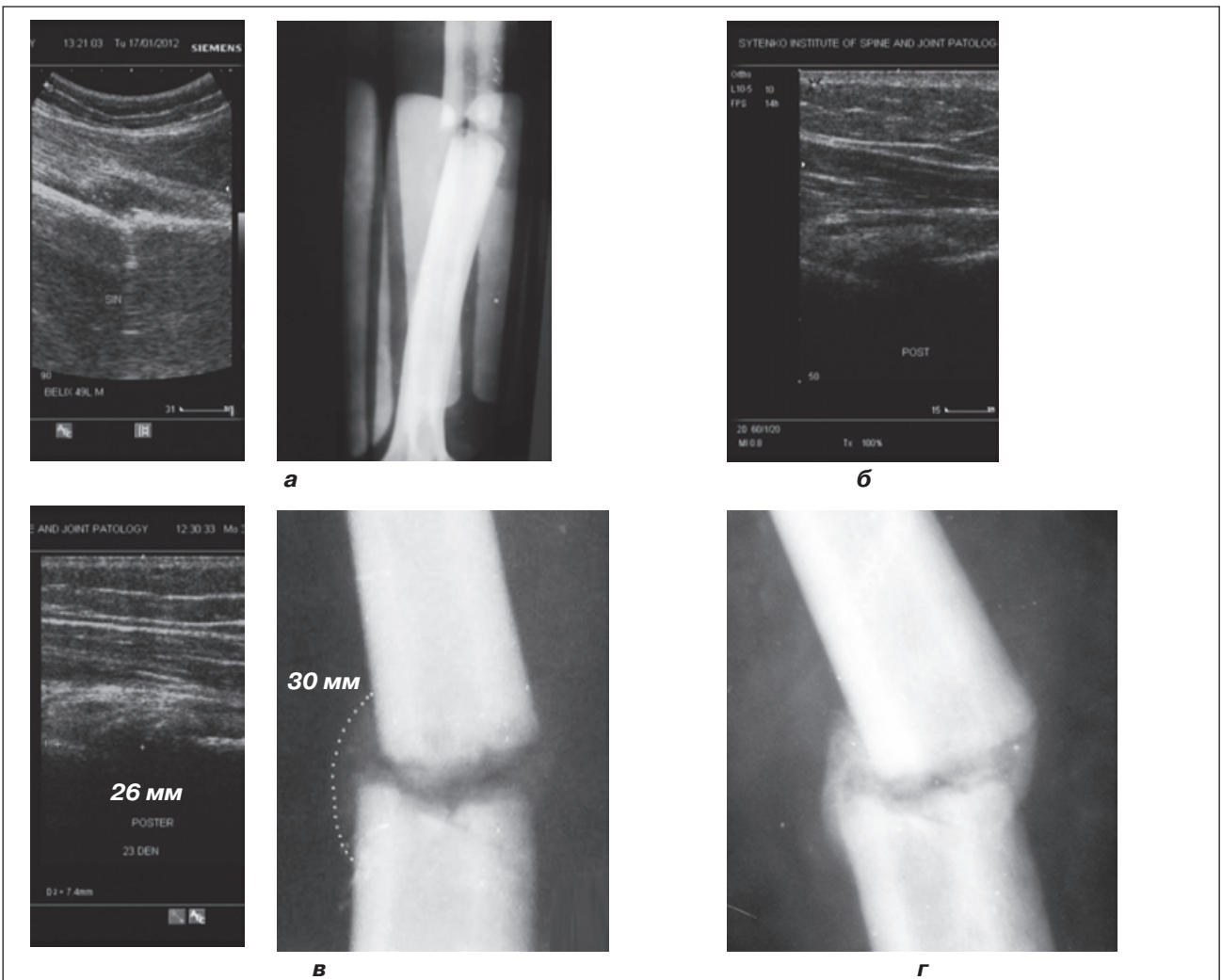


Рисунок 4. Рентгенограми та ультрасонограми хворого Б., 45 років, з переломом плечової кістки: а – на 12-ту добу після перелому; б – на 20-ту добу після перелому; в – через 1,5 міс. після перелому; г – через 2,5 міс. після перелому

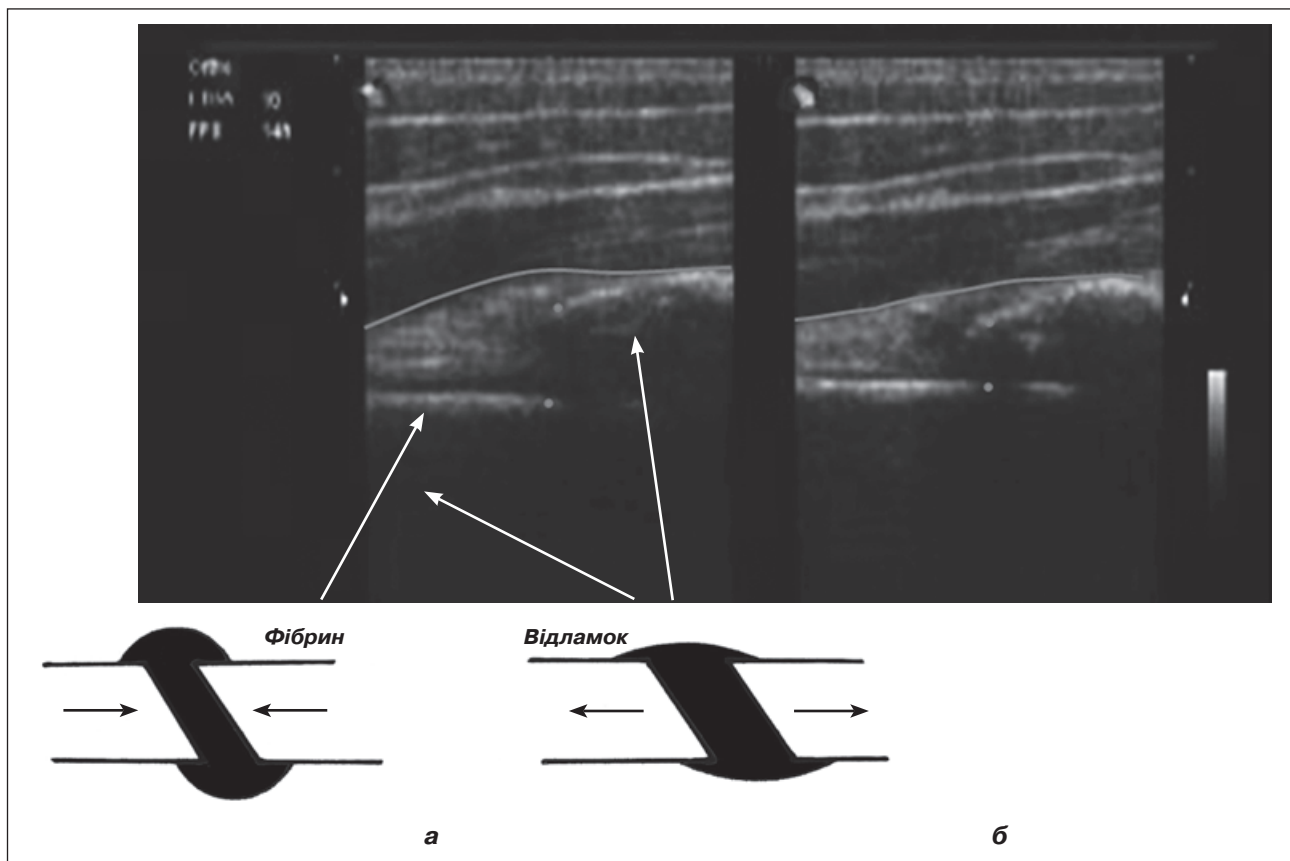


Рисунок 5. Об'ємні деформації фібрин-кров'яного згустка при переміщеннях кінців відламків плечової кістки: а — збільшення опуклості його зовнішнього контура при напруженні м'язів; б — зменшення його зовнішнього контура при розслабленні м'язів

кінців відламків, які супроводжувалися одночасно зміною форми зовнішнього контура фібрин-кров'яного згустка. При напруженні м'язів відламки зближалися (по довжині) і опуклість зовнішнього контура згустка збільшувалася, а при розслабленні м'язів відламки віддалялися і радіус дуги зменшувався (рис. 5).

У свою чергу, об'ємні деформації згустка не можуть не супроводжуватися внутрішніми напруженнями фібрину, в якому відбувається формування клітинно-колагенових структур з відповідною просторовою орієнтацією. Виміри цих деформацій можуть мати значення в подальших дослідженнях процесу формування регенерату.

Висновки

1. Ультрасонографія дозволяє оцінити форму та розміри навколівідламкової гематоми або фібрин-кров'яного згустка, що знаходиться в стані організації, а також установити характер його деформацій в реальному часі при навантаженнях.

2. Підтверджено, що гематома та фібрин-кров'яний згусток протягом першого тижня після травми мають анехогенну структуру, а ехогенні включення з'являються після вказаного терміну і частіше по периферійній зоні.

3. Зазвичай зовнішній контур фібрин-кров'яного згустка має дугоподібну форму, що відділяє його від оточуючих кістка та м'язів. Форма та розміри фібрин-кров'яного згустка наближаються до відповідних параметрів періостального кісткового регенерату. Це дає підставу вважати, що фібрин є специфічним середовищем, на основі якого утворюється нова кістка.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Лобанов Г.В. Ультразвуковая диагностика динамики остеорепаляции при политравме (клинический случай) / Г.В. Лобанов, Д.В. Кузьменко, С.А. Бессмертный // Травма. — 2015. — Т. 16, № 3. — С. 94-97.
2. McNally E.G. The development and clinical applications of musculoskeletal ultrasound / E.G. McNally // Skeletal Radiol. — 2011. — Vol. 40(9). — P. 1223-1231.
3. Особенности формирования, структурно-механические свойства фибрин-кровяного сгустка и его значение для регенерации кости / А.К. Попсуйшапка, В.А. Литвишко, Н.А. Ашукина, З.Н. Данищук // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2013. — № 4. — С. 5-12.

Отримано 17.01.2017 ■

Литвишко В.А.², Попсуйшапка О.К.¹

¹Харьковская медицинская академия последипломного образования, г. Харьков, Украина

²КУ «Чугуевская центральная районная больница им. М.И. Кононенко», г. Чугуев, Украина

Формообразование периостального регенерата после диафизарного перелома по сравнительным данным ультрасонографии и рентгенографии

Резюме. *Цель работы:* исследовать форму и эхогенное состояние тканей в околоотломковой зоне после диафизарного перелома путем ультразвукового исследования и проследить их связь с новообразованным костным регенератом на рентгенологическом изображении. *Материалы и методы.* Ультрасонографические исследования проведены у 25 пострадавших: с диафизарными переломами плеча (13), голени (4), бедра (8) на 2-е — 21-е сутки после травмы с помощью сонографа Toshiba Aplio-500 с линейным датчиком 5–12 Гц. *Результаты.* Основным феноменом, который обнаружен, было наличие у концов отломков анэхогенной веретеннообразной зоны, которая визуализировалась у большинства исследованных. Эту зону мы назвали зоной фибрин-кровяного сгустка. У 8 больных с переломом плечевой кости проведено сравнение размеров и формы зоны фибрин-кровяного сгустка с соответствующими параметрами новообразованного периостального костного регенерата. Ультрасонография в режиме видеозаписи дала нам возможность получить информацию об объемной деформации фибрин-кровяного сгустка при перемещениях отломков в процессе функциональных на-

грузок. Так, при изометрических напряжениях мышц плеча происходили перемещения концов отломков, которые сопровождались одновременно изменением формы внешнего контура фибрин-кровяного сгустка. **Выводы.** Ультрасонография позволяет оценить форму и размеры околоотломковой гематомы или фибрин-кровяного сгустка, который находится в состоянии организации, а также установить характер его деформаций при нагрузках в реальном времени. Как правило, внешний контур фибрин-кровяного сгустка имеет дугообразную форму, что отделяет его от окружающих надкостницы с мышцами. Подтверждено, что гематома или фибрин-кровяной сгусток в течение первой недели после травмы имеет анэхогенную структуру, а эхогенные включения появляются после указанного срока и чаще по периферийной зоне. Форма и размеры фибрин-кровяного сгустка приближаются к соответствующим параметрам периостального костного регенерата. Это дает основание считать, что фибрин является специфической средой, на основе которой образуется новая кость.

Ключевые слова: диафизарный перелом; костный регенерат; фибрин-кровяной сгусток; ультрасонография

V.O. Lytvyshko², O.K. Popsuishapka¹

¹Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkiv, Ukraine

²M.I. Kononenko Chuhuiv Central District Hospital, Chuhuiv, Ukraine

Formation of a periosteal regenerate after a shaft fracture according to the comparative data of ultrasonography and radiography

Abstract. *Aim of the work* — to study the shape and echogenic state of tissues in the bone fracture zone after a shaft fracture by ultrasonography and follow its relationships with the newly formed bone regenerate on X-rays. *Materials and methods.* Ultrasonographic examination was performed in 25 patients with shaft fracture of the humerus (13), crus (4), hip (8) on days 2–21 after the trauma using Toshiba Aplio-500 sonograph with linear detector of 5–12 Hz. **Results.** The main phenomenon, which was detected, was the presence of an anechogenic fusiform zone near broken bone fragments. It was visualized in the majority of examined patients, and we called it the fibrin-blood clot zone. A comparison of the size and shape of the fibrin-blood clot zone with the corresponding parameters of the newly formed periosteal bone regenerate was performed in 8 patients with humerus fracture. Ultrasonography in video recording mode allowed us to obtain information on the volumetric deformation of the fibrin-blood clot associated with the displacement of bone fragments in the process of functional loads. For example, in case of isometric

tensions of the shoulder muscles, dislocations of broken bone fragments occurred, which were simultaneously accompanied by the change in the shape of the external contour of the fibrin-blood clot. **Conclusions.** Ultrasonography allows to evaluate the shape and size of the hematoma or fibrin-blood clot, which is in the state of forming, in the bone fracture zone, as well as to establish the character of its deformation in real time with loading. As a rule, the external contour of a fibrin-blood clot has an arch-like shape, which separates it from surrounding periosteum and muscles. A fact was confirmed that a hematoma and a fibrin-blood clot had an anechogenic structure during the first week after trauma, while echogenic inclusions appeared after the indicated time and more often in the peripheral zone. The shape and size of a fibrin-blood clot are close to the corresponding parameters of a periosteal bone regenerate. It gives ground to think that fibrin is a specific environment, on which a new bone is formed.

Keywords: diaphyseal fracture; bone regenerate; fibrin-blood clot; ultrasonography