

# Дистракційний остеогенез у щелепно-лицевій ділянці: біологічні аспекти та суть методу

## Distraction Osteogenesis in Maxillofacial Area: Biological Aspects and the Crux of the Method

Дрогомирецька М.С.<sup>1</sup>, д.мед.н., проф., Білоус М.К.<sup>1</sup>, Варес Я.Е.<sup>2</sup>, д.мед.н., проф.

<sup>1</sup>каф. ортодонтії Національної медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика

<sup>2</sup>каф. хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії, Львівський Національний медичний

університет ім. Данила Галицького  
Drohomyretska M.S.<sup>1</sup>, DMD, Prof.,  
Bilous M.K.<sup>1</sup>, Ass. Prof., Vares Ya.E.<sup>2</sup>,  
DMD, Prof.

<sup>1</sup>Orthodontics Department, Shupik National Academy of Postgraduate Education

<sup>2</sup>Maxillo-facial Surgery Department, Danylo Halytskyi Lviv National Medical University

**Мета:** Аналіз даних щодо алгоритму та можливостей застосування методу дистракційного остеогенезу. **Методи:** Досліджено публікації стосовно дистракційного остеогенезу за останні 10 років і рекомендації Асоціації Остеосинтезу (АО/ASIF, Швейцарія) щодо застосування дистракційних систем. **Результати:** Деформації щелепно-лицевої ділянки, які об'єднують дефіцит твердих та м'яких тканин, належать до найскладніших проблем сучасної щелепно-лицевої хірургії та ортодонтії. Більшість деформацій нижньої щелепи та середньої ділянки обличчя потребують використання складних методів хірургічної реконструкції, часто – кісткової аугментації. Альтернативою є дистракційний остеогенез. **Висновки:** На відміну від використання ксеногенного чи алогенного кістковопластичного матеріалу, дистракційний остеогенез передбачає використання при дистракції місцевої кістки, обсяг якої збільшується дистракційним апаратом після сегментарної остеотомії, що забезпечує значне переміщення кістки з мінімальними ускладненнями.

**Ключові слова:** щелепно-лицева ділянка, дистракційний остеогенез, деформація, кісткова аугментація.

**Purpose:** Of this work is to analyze data considering algorithm and opportunities of distraction osteogenesis method. **Method:** Professional literature regarding distraction osteogenesis published during last 10 years, AO/ASIF recommendations regarding distraction osteogenesis method. **Results:** Deformities of maxillofacial area are defined as the most complicated problems in maxillofacial surgery and orthodontics. **Conclusions:** Majority of mandible and midface deformities require complicated reconstruction, often bone augmentation. Distraction osteogenesis is a modern alternative to above-mentioned procedures. After segmental osteotomy local bone can be lengthened with no need of xenogenic or allogenic bone transplantation and minimal complication rate.

**Key words:** maxillofacial area, distraction osteogenesis, deformity, bone augmentation.

Метод дистракції запропонував близько сотні років тому А. Codavilla [2], у 1940-х роках його модифікував та популяризував відомий радянський хірург-травматолог Г.А. Ілізаров. Теорія остеогенезу Г.А. Ілізарова стала основою сучасних методик компресійно-дистракційного остеосинтезу, замі-

щення дефектів трубчастих кісток з використанням спеціальних приладів. Використання принципів Г.А. Ілізарова у щелепно-лицевій хірургії вперше експериментально описав 1973 р. С. Snyder [10], а результати перших клінічних досліджень стосовно лікування пацієнтів із вродженими вада-

ми нижньої щелепи продемонстровано у роботі J. McCarthy та співавторів [7–9]. Вітчизняні вчені В.І. Куцевляк, М.Б. Швирков, В.В. Кулагін, М.М. Соловйов, Г.П. Рузін, Ю.С. Захаров та ін. зробили внесок у розвиток та популяризацію компресійно-дистракційних апаратів, розроблених на підставі



Мал. 1. Схема процесу дистракційного остеогенезу

захищеного 09.06.1952 р. апарата Ілізарова Г.А.

Дистракційний остеогенез – це біологічний процес утворення нової кістки між кістковими сегментами, які поступово роз'єднуються під дією зростаючої тяги [3, 4, 13]. Одночасно відбуваються явища активного гістогенезу в навколишніх м'яких тканинах – яснах, шкірі, фасціях, м'язах, хрящах, судинах та периферичних нервових волокнах, що дає можливість здійснити значне переміщення кістки та відчутно знизити ризик рецидиву [17].

З біологічної точки зору, дистракційний остеогенез, розпочинаючи з порушення цілісності кістки та впродовж усього еволюційного процесу перетворення дистракційного регенерату у повноцінну кісткову тканину, можна розділити на такі етапи:

- пошкодження
- індукція
- запалення
- утворення м'якої кісткової мозолі
- утворення твердої кісткової мозолі
- ремодельовання.

Відповідно, виокремлюють 3 періоди дистракційного остеогенезу: латентний, дистракції та консолідації (мал. 1). Дистракційний остеогенез розпочинається із формування у місці остеотомії фіброзної тканини – м'якого кістково-го мозолу вздовж осі дистракції. При поступовому розтягненні м'якого кісткового мозолу його волокна розташовуються паралельно до напрямку дистракції. Між третім та сьомим днями у фіброзну тканину врастають капіляри,

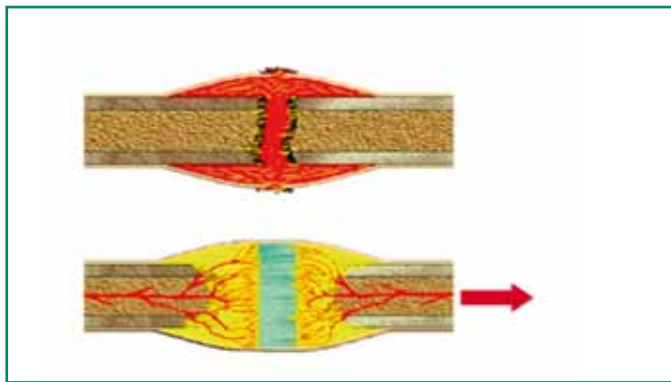
розширюючи судинну сітку не лише у напрямку центру дистракційного проміжку, а й медулярних каналів обох кісткових фрагментів. Часто новоутворені судини в дистракційному регенераті мають спіральний хід та численні циркулярні складки, внаслідок чого швидкість їхнього росту значно перевищує швидкість дистракції, і в 10 разів швидкість проростання судин при звичайному загоєнні перелому.

Упродовж другого тижня дистракції починають формуватися первинні остеони, процеси остеогенезу ініціюються на наявних кісткових стінках та прогресують у напрямку центру дистракційного проміжку. Наприкінці другого тижня остеоїд починає мінералізуватись. У цей період дистракційний регенерат має специфічну зональну структуру [13] (мал. 2). У центрі дистракційного проміжку, де вплив розтягувальних сил максимальний, розміщена слабкомінералізована рентгенопрозора фіброзна проміжна ділянка, яка є центром фібробластичної проліферації та утворення фіброзної тканини. На периферії цієї фіброзної ділянки розміщені дві ділянки із поздовжньо орієнтованими циліндричними первинними остеонами, які вкриті шаром остеобластів та ростуть у напрямку один до одного. Такий ділянковий розподіл сформованої кісткової тканини зберігається до завершення періоду дистракції.

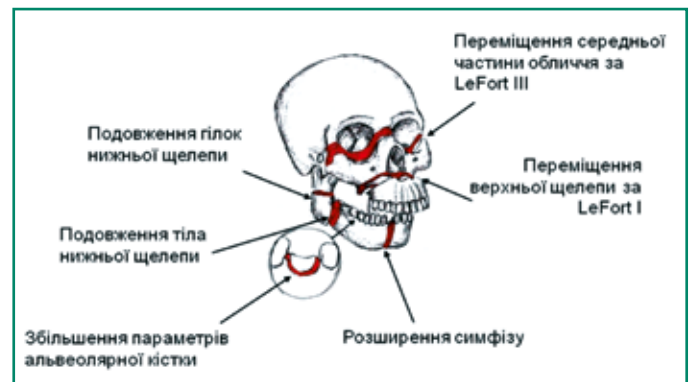
Формуються дві додаткові ділянки первинного ремодельовання остеонів, які локалізуються на межі регенерату

та кісткових фрагментів. Після завершення періоду дистракції фіброзна проміжна ділянка поступово осифікується, а інша чітко помітна ділянка грубоволокнистої кісткової тканини містком об'єднує кісткові фрагменти. У процесі дозрівання регенерату ділянка первинних остеонів значно зменшується і повністю резорбується. В наступні місяці новоутворена кістка зміцнюється паралельно до волокон та ламелярної кістки. Кісткова структура нормалізується методом гаверсової перебудови, що є останнім етапом кортикальної реконструкції. Наприкінці періоду дистракції переважно виявляють перші рентгенологічні ознаки регенерації кісткової тканини: кістковий регенерат орієнтований вздовж напрямку дистракції та розділений на три частини: дві більшої щільності, які прилягають до залишкових кісткових сегментів, та центральну рентгенопрозору ділянку. Тривалість періоду активної дистракції залежить від віддалі, на яку транспортується сегмент, і виду переміщення кістки, який може бути уні-, бі- та трифокальним.

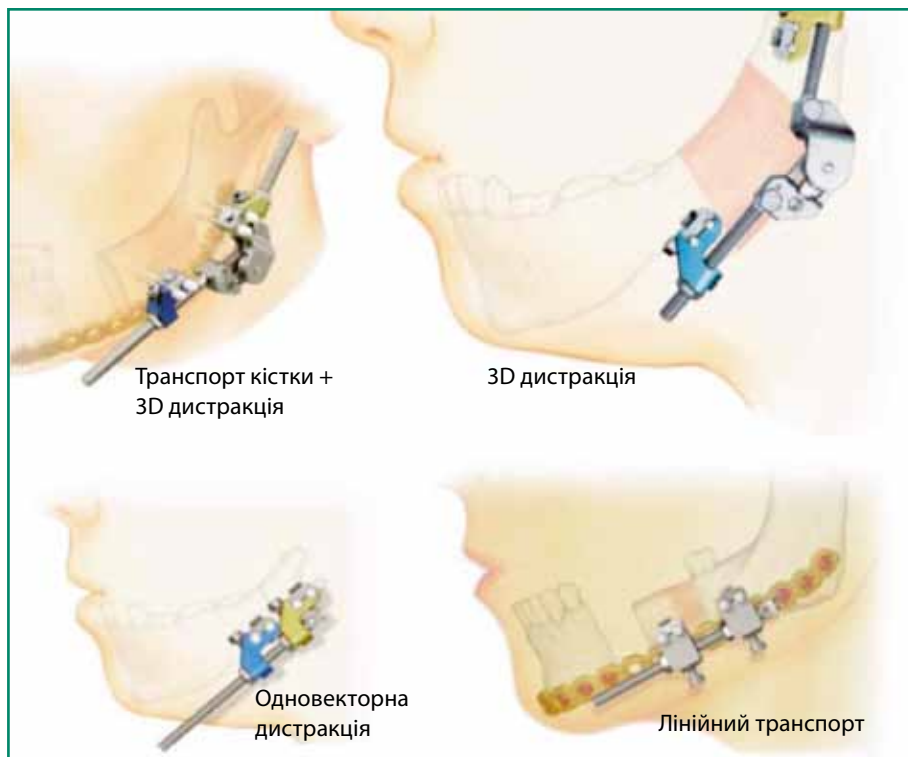
Період консолідації (утримуюча фаза), впродовж якого відбувається активна мінералізація дистракційного регенерату, триває від закінчення тракції до моменту видалення дистракційного апарату. Як правило, його тривалість повинна втричі перевищувати тривалість періоду дистракції та коливається залежно від віку пацієнта. Реконструйований фрагмент кістки утримується без зміщення за допомогою



Мал. 2. Зональна структура дистракційного регенерату



Мал. 3. Класичні процедури дистракційного остеогенезу у щелепно-лицевій ділянці



Мал. 4. Можливості дистракційного остеогенезу на нижній щелепі на прикладі мультивекторного дистрактора «Synthes», Швейцарія

транспортних та стабілізуючих пластинок, які надійно фіксують транспортований сегмент. Дозрівання кістки із остаточним формуванням нормальної структури триває близько року або й більше.

Сьогодні можливості дистракційного остеогенезу у щелепно-лицевій ділянці надзвичайно широкі і охоплюють такі показання до застосування (мал. 3): подовження, переміщення та стабілізація кістки у випадку її дефіциту (післятравматичні дефекти, набуті порушення росту щелеп, пов'язані з травмою чи анкілозом СНЩС, сегмен-

тарною втратою кісткової тканини; вроджені вади (геміфасціальна мікросомія, синдроми Тричера-Колінза, Негера, П'єра-Робена, Голденгара, Аперта, Крузона, Біндера), втрата кісткової тканини внаслідок висічення пухлин, незрощення піднебіння, деформації альвеолярного відростка, порушення прохідності верхніх дихальних шляхів, краніосиностози, естетичні вимоги тощо [1, 5, 6, 11, 12, 14–16].

Безперечно, основну роль у проведенні цих процедур відіграють технічні характеристики дистракційних апаратів (мал. 4).

Дистракційні апарати класифікують за різними критеріями (мал. 5–7).

1. За розміщенням:

- зовнішньоротові
- внутрішньоротові

2. За призначенням:

- для середньої ділянки обличчя
- для верхньої щелепи
- для нижньої щелепи
- для альвеолярного відростка

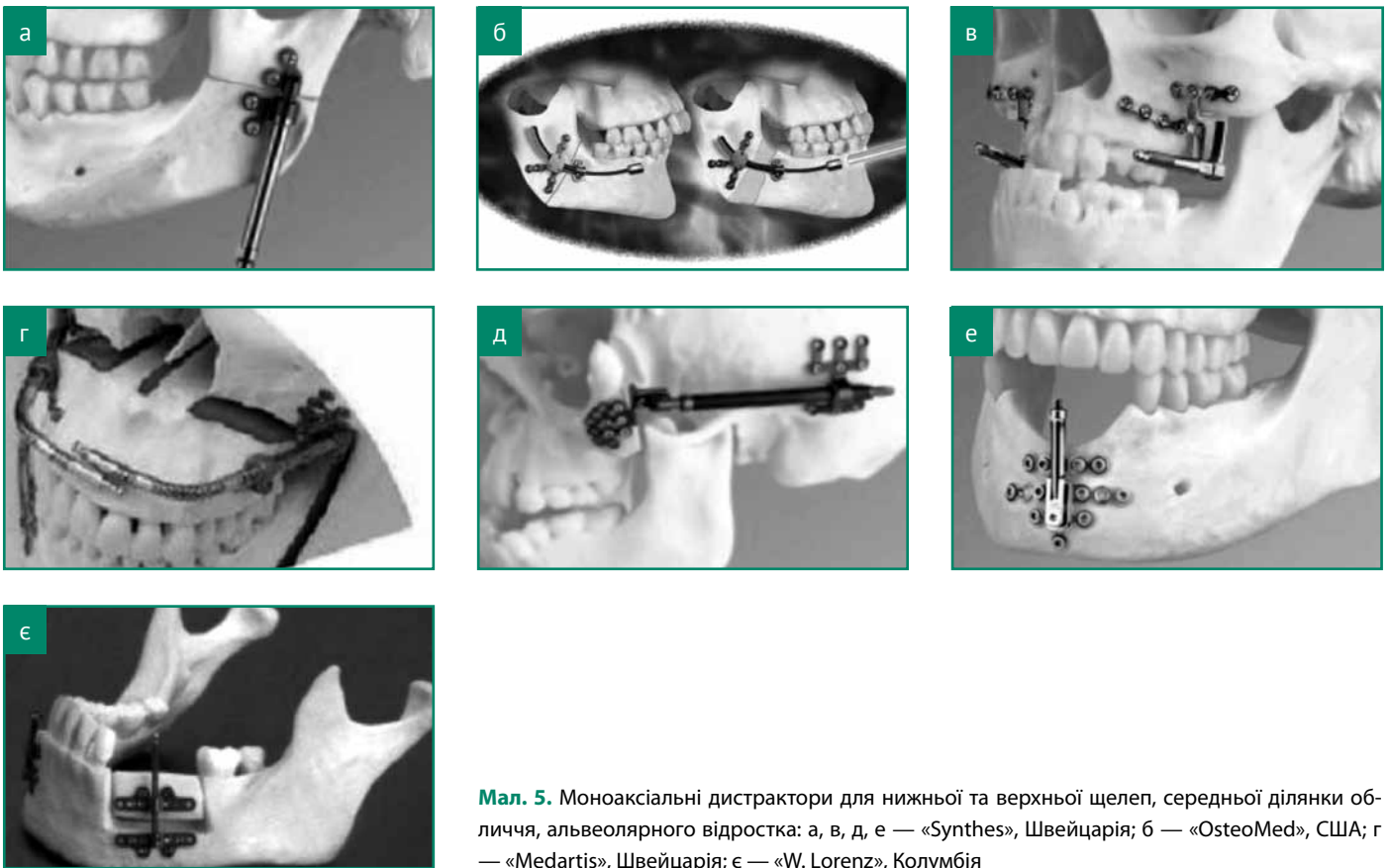
3. За кількістю векторів дії:

- одновекторні (моноаксіальні)
- багатовекторні (мультиаксіальні)

Планування операції передбачає проведення та аналіз телерентгенограм, ортопантомограм, результатів комп'ютерної томографії. Проводиться діагностика стереолітографічних моделей, а також діагностичних моделей в анатомічному артикуляторі та фотоаналіз. Обов'язковою є ортодонтична підготовка пацієнта – функціональна корекція прикусу. Планується локалізація остеотомії, вектор переміщення кістки для отримання оптимального функціонального оклюзійного та естетичного результату. Прогнозоване кінцеве положення транспортованого сегменту визначає положення дистракційного апарату на кістці.

Основні фактори успіху операції [13]:

- збереження кровопостачання транспортованого сегмента
- правильне позиціонування апарату
- забезпечення достатнього кровопостачання слизової оболонки над фрагментом
- жорсткість фіксації



**Мал. 5.** Моноаксіальні дистрактори для нижньої та верхньої щелеп, середньої ділянки обличчя, альвеолярного відростка: а, в, д, е — «Synthes», Швейцарія; б — «OsteoMed», США; г — «Medartis», Швейцарія; є — «W. Lorenz», Колумбія



**Мал. 6.** Мультивекторні дистрактори для нижньої щелепи: а — «Synthes», Швейцарія; б — «Orthognatics GmbH», Швейцарія; в — «Stryker Leibinger», США



**Мал. 7.** Мультивекторні дистрактори для середньої ділянки обличчя: а — «Synthes», Швейцарія; б — «W. Lorenz», Колумбія; в — «KLS Martin», Німеччина

- ступінь пошкодження кісткового мозку, очістя, судинно-нервового пучка
- розрахунок віддалі, на яку переміщується кістка
- швидкість дистракції.

Розмір, функціональність та метод фіксації дистракційного апарата мають важливе значення при виборі пристрою індивідуально для кожного пацієнта. Звичайно, ідеальною є міні-

атюрна конструкція, що фіксується під'язово або підшкірно, спричиняє мінімальний дискомфорт, а після її видалення не залишається рубців на обличчі. У конструкції апаратів вра-





**Мал. 8.** Видгляд активаційної частини внутрішнього дистрактора «Synthes», Швейцарія

ховується положення рухомого активатора та гнучких пластин для правильної адаптації до поверхні кістки та фіксації за допомогою монокортикальних гвинтів. Використання зовнішніх дистракційних апаратів є прерогативою за наявності певних анатомічних умов (наприклад, у дітей), для виконання мультивекторних корекцій, переміщення великих кісткових сегментів.

З клінічної точки зору, основними відмінностями між внутрішнім та зовнішнім дистракційними пристроями є вибір операційного доступу (інвазійність) та післяопераційний контроль вектору дистракції. Внутрішній дистрактор фіксується безпосередньо на кістці під м'якими тканинами за допомогою якірних пластин з обох боків від лінії остеотомії, а через шкіру виступає лише невеликий активатор для динамічної дистракції (мал. 8).

Після завершення періоду дистракції апарат усувають, тобто необхідне повторне операційне втручання. Зовнішні пристрої розташовані над поверхнею шкіри та фіксуються за допомогою штифтів, що проходять через шкіру до кістки. Такі дистрактори видаляють амбулаторно, усуваючи штифти.

Залежно від обраного плану лікування, зовнішні дистракційні апарати використовують для багато- та одновек-

торної дистракції, переміщення кістки [1, 5, 17].

Багатовекторні зовнішньоротові дистрактори використовують для видовження і/або переміщення кістки, а також як кісткові стабілізатори у пацієнтів з патологією розвитку щелеп та кісток лицевого скелета, дефектами травматичного генезу, де необхідна поступова кісткова дистракція у трансверзальному, ангулярному та лінійному напрямках. Такий пристрій оптимальний для лікування будь-яких форм гіпоплазій нижньої та окремих форм верхньої щелепи, вроджених і набутих деформацій середньої ділянки обличчя, які часто спричиняють обструкції дихальних шляхів та погіршення якості життя пацієнта [3, 14].

Деякі багатовекторні дистракційні апарати можуть бути модифіковані в одновекторні. Пристрої виготовляють із титану, титаново-алюмінієво-ванадієвого сплаву або сталі і зазвичай комплектують окремо для правого та лівого боку.

Багатовекторний дистракційний апарат дає змогу проводити незалежне видовження тіла та гілок нижньої щелепи. Оскільки дистракційний механізм розташований ззовні (безпосередньо над шкірою), корегування руху кісткових сегментів у трьох напрямках та встановлення вектора дистракції можна розпочинати в ранньому післяопераційному періоді.

Зовнішні дистракційні апарати дозволяють чітко та контрольовано переміщувати кістки обличчя у пацієнтів з протипоказаннями до встановлення внутрішніх накісткових апаратів. Перш за все це пацієнти молодшої вікової групи з незавершеною осифікацією скелетних кісток та змінним прикусом. Процес фіксації та видалення зовнішніх дистракторів є порівняно легким та швидким.

Після процедури встановлення дистракційного пристрою пацієнт отримує рекомендації щодо гігієнічного догляду за порожниною рота, антисептичної обробки зовнішніх штифтів (для зовнішніх пристроїв) та ретельного догляду за внутрішньоротовими елементами. Призначається дієта з рідкої та м'якої їжі в перші дні після операції з поступовим, залежно від ступеня стабільності кісткового з'єднання, переходом до звичайного харчування. Окрім того, необхідна самостійна динамічна активація пацієнтом дистракційного пристрою відповідно до рекомендованого фахівцями графіку активацій (0,5–1,0 мм на добу, залежно від віку) з ретельним записом протоколу дистракції у щоденнику. Обов'язковий рентгенологічний контроль (телерентгенограма або ортопантомограма) проводиться через 7, 14, 30 та 60 днів після операції.

Отже, різноманіття дистракційних пристроїв (нижньо- та верхньощелеп-

них, внутрішньо- та зовнішньоротових, одно- та багатовекторних) дозволяє проводити широкий спектр рекон-

структивних втручань на кістках обличчя за наявності зубо-щелепно-лицевих деформацій, створюючи аль-

тернативу радикальним хірургічним операціям та методу кісткової аугментації.

## Список використаної літератури

1. Cavaliere C.M. Mandibular distraction in the absence of an ascending ramus and condyle / C.M. Cavaliere, S.R. Bucham // *J. Craniofac. Surg.* — 2002. — V.13, №4. — P. 527—532.
2. Codavilla A. Tendon transplants in orthopedic practice / A. Codavilla // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1926. — V. 118. — P. 2—6
3. Cope J.B. Mineralization dynamics of regenerate bone during mandibular osteodistraction / J.B. Cope, M.L. Samchukov // *Int. J. Oral & Maxillofac. Surg.* — 2001. — V.30, №3. — P. 234—242.
4. Hollier L.H. Differences in mandibular distraction osteogenesis after corticotomy and osteotomy / L.H. Hollier, N.M. Rowe, R.J. Mackool [et al.] // *Int. J. Oral & Maxillofac. Surg.* — 2002. — V.31. — P. 185—189.
5. Hürzeler M.B. Distraction osteogenesis: a treatment tool to improve baseline conditions for esthetic restorations on immediately placed dental implants - a case report / M.B. Hürzeler, O. Zuhr, G. Schenk [et al.] // *Int. J. Periodontics & Restor. Dent.* — 2002. — V.22, №5. — P. 451—461.
6. Kuriakose M.A. Reconstruction of segmental mandibular defects by distraction osteogenesis for mandibular reconstruction / M.A. Kuriakose, Y. Shnyder, M.D. DeLacure // *Head & Neck.* — 2003. — V.25, №10. — P. 816—824.
7. McCarthy J.G. Controlled multiplanar distraction of the mandible. Part III: Laboratory studies of sagittal (anteroposterior) and horizontal (mediolateral) movements / J.G. McCarthy // *J. Craniofac. Surg.* — 2000. — V.11, №2. — P. 83—95.
8. McCarthy J.G. The first decade of mandibular distraction: lessons we have learned // J.G. McCarthy, J.T. Katzen, R. Hopper, B.H. Grayson // *Plast. & Reconstr. Surg.* — 2002. — V.110, №7. — P. 1704—1713.
9. McCarthy J.G. Controlled multiplanar distraction of the mandible: device development and clinical application / J.G. McCarthy, J.K. Williams, B.H. Grayson, J.S. Crombie // *J. Craniofac. Surg.* — 1998. — V.9, №4. — P. 322—329.
10. Snyder C.C. Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report / C.C. Snyder, G.A. Levine, H.M. Swanson, E.Z. Browne // *Plast. & Reconstr. Surg.* — 1973. — V.51, №5. — P. 506—508.
11. Spagnoli D. Mandible reconstruction with transport distraction osteogenesis / D. Spagnoli // *Atlas Oral & Maxillofac. Surg. Clin. North. Amer.* — 2008. — V.16, №2. — P. 287—307.
12. Swennen G. Maxillary distraction osteogenesis: a method with skeletal anchorage / G. Swennen, T. Dujardin, A.J. Goris // *Craniofac. Surg.* — 2000. — V.11, №2. — P. 120—127.
13. Tajana G.F. The structure and development of osteogenetic repair tissue according to Ilizarov Technique in man. Characterization of extracellular matrix / G.F. Tajana, M. Morandi, M.M. Zembo // *Orthopedics.* — 1989. — V.12, №4. — P. 515—523.
14. Weinzwieg J. Immediate versus delayed midface distraction in a primate model using a new intraoral internal device / J. Weinzwieg, S.B. Baker, G.J. Mackay [et al.] // *Plast. & Reconstr. Surg.* — 2002. — V.109, №5. — P. 1600—1610.
15. Williams J.K. Controlled multiplanar distraction of the mandible, Part II: Laboratory studies of sagittal (anteroposterior) and vertical (superoinferior) movements / J.K. Williams, N.M. Rowe, R.J. Mackool [et al.] // *J. Craniofac. Surg.* — 1998. — V.9, №6. — P. 504—513.
16. Wiltfang J. Long-term results of distraction osteogenesis of the maxilla and midface / J. Wiltfang, U. Hirschfelder, F.W. Neukam, P. Kessler // *Brit. J. Oral & Maxillofac. Surg.* — 2002. — V.40, №6. — P. 473—479.
17. Yasui N. The effect of distraction upon bone, muscle, and periosteum / N. Yasui, H. Kojimoto, H. Shimizu, Y. Shimomura // *Orthop. Clin. North Amer.* — 1991. — V.22, №4. — P. 563—567

Надійшла в редакцію 14 листопада 2012 року