

А.А. Тимофеев¹, Е.И. Фесенко¹, О.С. Черняк²

Особенности ультразвукового обследования больных и его оценка при посттравматических повреждениях челюстно-лицевой области

¹Институт стоматологии НМАПО им. П.Л. Шупика, г.Киев, Украина

²Областной диагностический центр Киевской областной клинической больницы, Украина

Цель: показать особенности ультразвукового обследования и оценить его результаты у пациентов с посттравматическими повреждениями челюстно-лицевой области.

Методы: аппаратура и методики ультразвукового исследования, ультразвуковые характеристики та артефакты, мульти-спиральная компьютерная томография.

Результаты: описан принцип ультразвукового обследования пациентов с посттравматическими повреждениями челюстно-лицевой области.

Выводы: применение ультразвукового обследования позволяет улучшить качество диагностики при посттравматических повреждениях мягких тканей и костей челюстно-лицевой области.

Ключевые слова: УЗИ, ультразвуковые датчики, эхогенность, В-режим, цветное доплеровское картирование, ультразвуковые артефакты, мультиспиральная компьютерная томография, переломы нижней челюсти, воспалительные осложнения.

Ультразвуковое исследование проводилось на аппаратах HD11XE и HD11 фирмы «Philips» с помощью линейного (рабочей частота от 3 до 12 МГц) и конвексного датчика (рабочая частота от 2 до 5 МГц). Использовался **В-режим** и **режим цветового доплеровского картирования**. Также применялась функция видео-петли в этих режимах для возможности оценки состояния тканей во время функционирования и использования полученных данных в диагностических и учебных целях. Также использовалась разработанная методика параллельной фотофиксации положения датчика для прецизионности ретроспективной оценки эхограмм.

Контактный гель (связывающий агент) – жидкость или гель, используемые для заполнения пространства между датчиком и поверхностью кожи таким образом, чтобы не оставалось прослойки, мешающей прохождению ультразвука.

Датчик (трансдьюсер, от англ. *Transducer* – преобразователь) – часть ультразвуковой установки, соприкасающаяся с поверхностью тела пациента. Датчик преобразует электрическую энергию в энергию ультразвуковой волны, проходящей через ткани пациента. Принимает отраженные волны и преобразует их вновь в электрическую энергию.

В медицине используются три типа датчиков ультразвуковых аппаратов, названных по типу ультразвукового сканирования: **линейные** (параллельное), **конвексные** и **секторные**. При диагностике патологии головы и шеи врачами чаще всего используются **линейный** и **конвексный** датчики. Секторный датчик зачастую применяется в исследованиях сосудов шеи. Выбор датчика для каждого исследования проводился с учетом глубины и объема патологического процесса.

Линейные датчики используют частоту 3–15 МГц. Преимуществом линейного датчика является полное соответствие исследуемого органа положению самого трансдьюсера на поверхности тела. Также линейные датчики за счет большей частоты позволяют получать изображение исследуемой зоны с **высокой разрешающей способностью**, однако **глубина сканирования меньше**, чем в



Рис. 1. Аппараты и датчики для ультразвуковой диагностики:
А, Б – аппараты HD11XE и HD11 фирмы «Philips».
В – конвексный (серая стрелка) и линейный (красная стрелка) датчики, контактный гель (синяя стрелка).
Г – секторный датчик.

конвексном. Используются для исследования большинства структур и патологии головы и шеи – клетчаточных пространств, мышц, лимфатических узлов, больших и малых слюнных желез, щитовидной и паращитовидных желез, костей, височно-нижнечелюстных суставов, а также для исследования сосудов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13].

Конвексный датчик (лат. *convexus* – выпуклый) использует частоту от 1,8 до 7,5 МГц. Однако при использовании конвексных датчиков получаемое изображение по ширине на несколько сантиметров больше размеров самого датчика. Для уточнения анатомических ориентиров врач обязан учитывать это несоответствие. Меньшая частота обеспечивает большую глубину сканирования, при этом разрешающая способность уменьшается. Обычно используется для исследования объемных образований челюстно-лицевой области и шеи значительных размеров (боковых кист шеи, новообразования слюнных желез, метастазов, лимфаденопатий и т. д.).

Секторный датчик работает на частоте 1,5–5 МГц. Имеет еще большее несоответствие между размерами трансдюсера и получаемым изображением, поэтому используется преимущественно в тех случаях, когда необходимо с маленького участка тела получить большой обзор на глубине. Основные области применения секторных датчиков: сосуды шеи, эхокардиография и транскраниальное исследование мозга.

Маркировка на датчиках (L12-3, C5-2, S4-2) указывает на его тип и используемую частоту в МГц (мегагерцах). Например: **L12-3**, где «L» – Linear (линейный), «12-3» – используемая частота от 12 до 3 МГц. **C5-2**, где «C» – Curved (изогнутый), «5-2» – используемая частота от 5 до 2 МГц. **S4-2**, где «S» – Sector (секторный), «5-2» – используемая частота от 4 до 2 МГц.

Сканирующая поверхность – это область датчика, которая снаружи выглядит как резиновая поверхность (красного, серого или другого цвета в зависимости от производителя датчика).

Апертура (лат. *apertura* – отверстие) – это область сканирования, которая отражается на экране прибора и только на экране может быть измерена по ширине. Апертура всегда меньше сканирующей поверхности.

Ультразвуковые аппараты в зависимости от марки производителя типов программного обеспечения, позволяют работать в режимах серой шкалы: М-режим, А-режим, В-режим и режимах основанных на использовании **эффекта Доплера**: цветное доплеровское картирование (ЦДК), энергетическая доплерография (ЭД), потоковая спектральная доплерография (ПСД) (непрерывная и импульсная). Применяются также и **комбинированные варианты методик обследования**, в частности: ЦДК+ЭД – конвергентная цветовая доплерография, В-режим + ПСД (или ЭД) – дуплексное исследование. Также возможно проведение **эхоконтрастирования** (методика основана на внутривенном введении особых контрастирующих веществ, содержащих свободные микропузырьки газа): динамическая эхоконтрастная ангиография и тканевое эхоконтрастирование. Наиболее современные УЗ аппараты обладают функцией **эластографии**, которая позволяет проводить дифференциальную диагностику между добро- и злокачественными образованиями [4], позволяют выявлять патологию опорно-двигательного аппарата [7].

В данной статье приводятся режимы, используемые в ультразвуковом исследовании при диагностике посттравматических повреждений околочелюстных мягких тканей и воспалительных осложнений при переломах костей лицевого скелета:

- **В-режим** (с англ. *brightness mode* – режим яркости). Методика дает информацию в виде двухмерных серо-шкальных томографических изображений (рис. 4-а)

анатомических структур в масштабе реального времени, что позволяет оценивать их морфологическое состояние.

- **Цветовое доплеровское картирование (ЦДК) Color Doppler** – методика получения ультразвукового изображения кровотока (рис. 4-б) и измеряющая его скорость и направление.

Синонимы: цветное или цветное доплеровское исследование, color Doppler imaging, color flow mapping (CFM) и color flow angiography (CFA).

Обеспечивает: прямую визуализацию потоков крови в сосудах разного диаметра. Красный цвет соответствует потоку, идущему к датчику, синий – от датчика. Темные оттенки этих цветов соответствуют низким скоростям, светлые оттенки – высоким.

Принцип работы: метод основан на определении скорости и направления движения эритроцитов в просвете сосудов.

Достоинства: позволяет оценивать как морфологическое состояние сосудов, так и состояние кровотока по ним.

Недостаток: невозможность получения изображения мелких кровеносных сосудов с маленькой скоростью кровотока (для этой цели рекомендована энергетическая доплерография).

Напоминаем, что для врача любого профиля ключевым в понимании принципов проведения ультразвукового исследования и самостоятельной оценки ультразвуковых изображений является понимание характеристик **эхогенности** и **эхоструктуры**, так как они используются совместно для описания полученных изображений. А умение распознавать **артефакты**, которые возможны на ультразвуковых изображениях, важно для правильной диагностической интерпретации.

Ткани и структуры организма в зависимости от степени эхогенности делятся на (Быковский В.А, 2001) [9]:

Анэхогенные – не отражающие ультразвук (гной, иногда с гипо- или гиперэхогенными включениями – газ).

Изоэхогенные – отражающие ультразвук со средней интенсивностью.

Гипоэхогенные – слабо отражающие ультразвук (мышцы, клетчатка, нервы).

Умеренно гиперэхогенные – отражающие ультразвук с повышенной интенсивностью.

Абсолютно гиперэхогенные – полностью отражающие ультразвук. Гиперэхогенные структуры обладают наибольшей акустической плотностью – отражением звуковой волны и самой низкой звукопроводимостью (кость/надкостница, конкременты, металлические включения, воздух/газ, фасции).

Классификация эхогенности тканей (Giuffrida M.J., Gecelter G. 2014) [10]:

1. анэхогенные;
2. изоэхогенные;
3. гиперэхогенные;
4. гипоэхогенные;
5. гомогенные;
6. гетерогенные (смешанной эхогенности).

Артефакты (лат. *Artefactum* от *arte* – искусственно и *factus* – сделанный) – явление, предмет, не свойственный данному объекту и искажает результаты исследования. Такое определение является общим для всех методов диагностики (КТ, МРТ и т. д.).

В **ультразвуковой диагностике** под **артефактом** подразумевается изображение или эффекты, не представляющие собой истинного отражения реальных анатомических структур, искажающие их действительное расположение, размеры и характеристики.



Рис. 2. Обследование больной с посттравматическим остеомиелитом нижней челюсти, осложненным флегмоной околоушно-жевательной области. Проведение ультразвукового исследования линейным датчиком: А – линейный датчик фирмы «Philips» (синей стрелкой указано маркировку стороны датчика, красной – сканирующую поверхность). Б – проведение исследования. В – полученное изображение в В-режиме на экране монитора; Г – Описание полученной эхограммы. Знаком «P» обозначена маркировка стороны датчика.

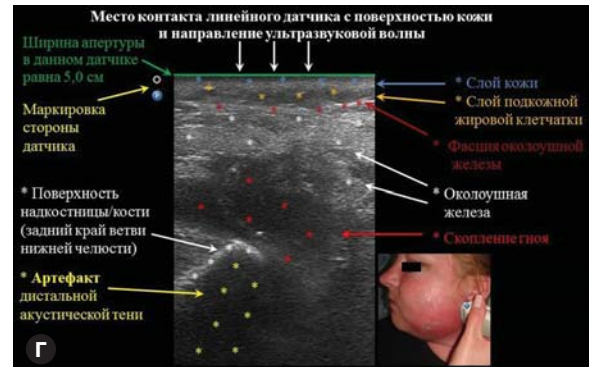


Рис. 3. Обследование этой же больной с посттравматическим остеомиелитом нижней челюсти, осложненным флегмоной околоушно-жевательной области. Проведение ультразвукового исследования конвексным датчиком (поле зрения равно 75°): А – конвексный датчик фирмы Philips (синей стрелкой указана маркировка стороны датчика, серой – сканирующая поверхность). Б – проведение исследования. В – полученное изображение в В-режиме на экране монитора; Г – Описание полученной эхокартины. Знаком «P» обозначена маркировка стороны датчика.

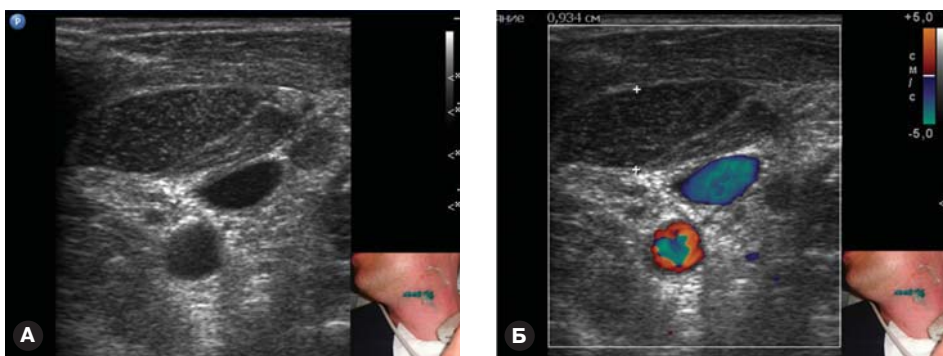
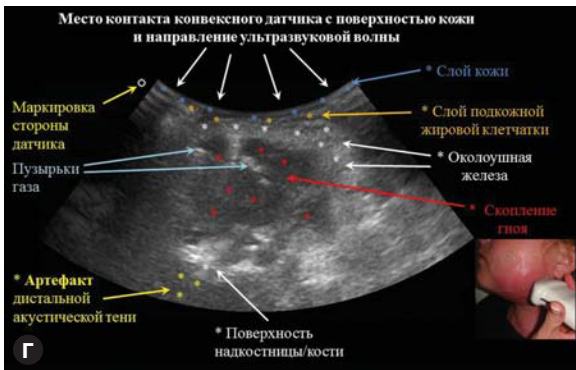


Рис. 4. Режимы проведения ультразвукового исследования: А – эхограмма в В-режиме. Б – эхограмма в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК).



Рис. 5. Обозначение различия эхогенности по отношению к серой шкале.

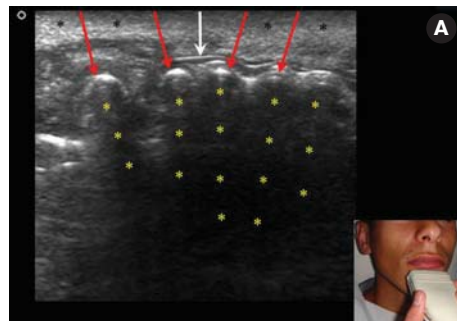
Классификация артефактов в зависимости от типа режима ультразвукового исследования (Васильев А.Ю. и соавт., 2006)[11]:

- I. Артефакты, визуализируемые в режиме серой шкалы:**
1. Артефакт акустической тени.
 2. Артефакт дорзального псевдоусиления сигнала;
 3. Реверберация.
 - 3.1 Артефакт реверберации.
 - 3.2 Артефакт «псевдомасс».
 - 3.3 Зеркальный артефакт.
 - 3.4 «Хвост кометы» (ring-down артефакт).
 4. Артефакт ослабления эхосигнала (attenuation).
 5. Артефакт рефракции.
 6. Артефакт удвоения почки.
 7. Артефакты, формирующие ложный эхосигнал.
 8. Артефакт неправильного определения скорости.
 9. Multipath артефакт.
 10. Артефакт эффективной отражательной поверхности.

11. Focal-zone banding артефакт;
 12. артефакт увеличения.
- II. Артефакты, регистрируемые в цветовых и спектральном доплеровских режимах:**
1. Артефакты, связанные с некорректными параметрами сканирования.
 - 1.1 Aliasing артефакт.
 - 1.2 Depth ambiguity артефакт.
 - 1.3 «Blooming» артефакты.
 2. Артефакты, вызванные вибрацией и движением тканей.
 - 2.1 Артефакт цветового доплеровского кодирования в анэхогенных зонах.
 - 2.2 Артефакты, вызванные вибрацией и движением тканей.
 - 2.3 Периваскулярный цветовой артефакт.
 3. Зеркальный артефакт (mirror-image artifact).
 4. Доплеровский «мерцающий артефакт» (twinkling-artifact).

Рис. 6. УЗИ диагностика больного с перелом нижней челюсти.

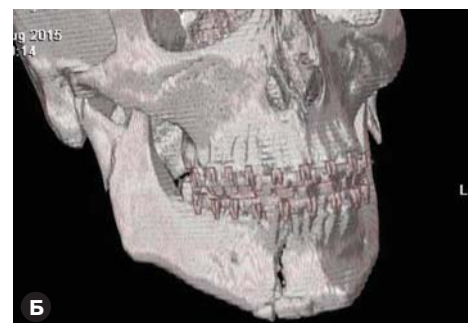
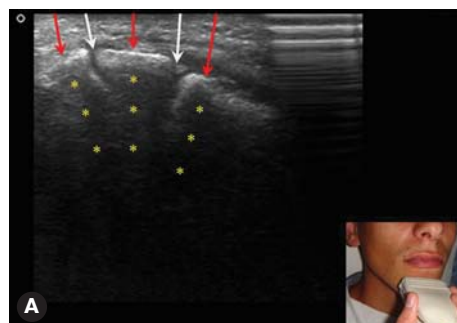
А – пример артефактов дистальной акустической тени (анэхогенные участки дистальнее гиперэхогенных полулунных поверхностей зубов) указаны желтыми звездами. Красными стрелками указана назубная шина (гиперэхогенная волнообразная полоса с четкими контурами). Мягкие ткани нижней губы, подбородочной области обозначены черными звездами.



Б – вид с полости рта на этапе снятия межчелюстных тяг и назубных шин.

Рис. 7. Обследование этого же больного.

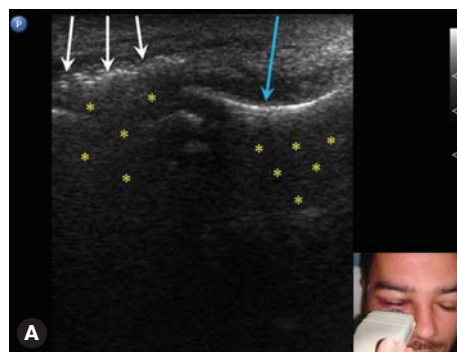
А – пример артефактов дистальной акустической тени (анэхогенные участки дистальнее гиперэхогенных поверхностей фрагментов челюсти) указаны желтыми звездами. Красными стрелками указаны поверхности отломков нижней челюсти, белыми – щели переломов.



Б – МСКТ с 3D-реконструкцией на этапе иммобилизации отломков челюсти.

Рис. 8. Перелом лобного отростка верхней челюсти осложненный эмфиземой мягких тканей.

А – микропузырьки воздуха (гиперэхогенная цепочка) в толще мягких тканей обозначена белыми стрелками, кость (гиперэхогенная полоса) – синей; артефакты дистальной акустической тени (гипоэхогенный участок дистальнее пузырьков воздуха, кости), образованные из-за непрохождения ультразвука, отмечены желтыми звездами.



Б – На МСКТ воздух в мягких тканях визуализируется в виде участков пониженной плотности (-1015 HU) (указаны белыми стрелками).

Рис. 9. Обследование больного с посттравматической гематомой мягких тканей правой подглазничной области (6-е сутки после травмы). А – гематома (анэхогенные участки с гетерогенным содержанием) обозначена желтыми звездами; артефакт дистального акустического усиления (гиперэхогенный участок дистальнее гематомы) отмечен красными звездами и стрелкой, образованный ультразвуком через жидкость, содержащую образование. Б – вид содержимого гематомы (сгустки указаны желтыми стрелками).

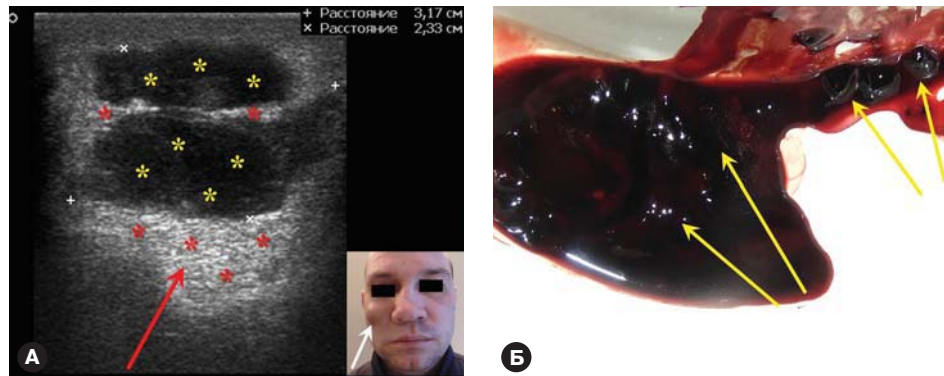
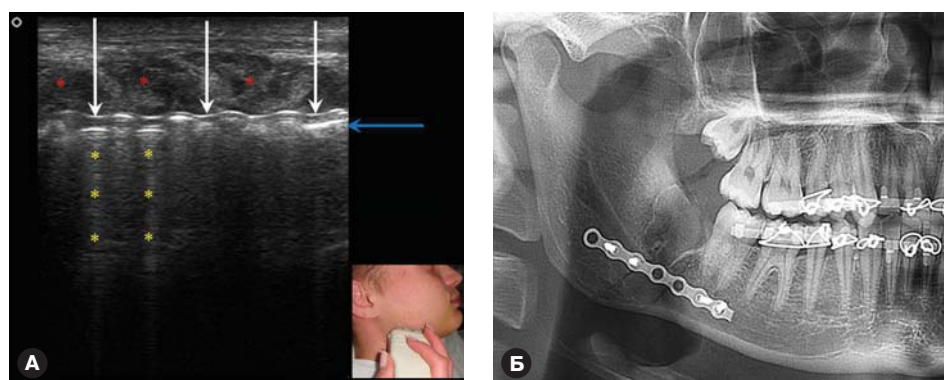


Рис. 10. Ультразвуковое обследование больного с переломом нижней челюсти на 27 сутки после металлоостеосинтеза и иммобилизации нижнечелюстной кости. А – артефакты «хвост кометы» (отмечены желтыми звездами) визуализируются дистальнее металлических включений. Титановая минипластина (волнообразная гиперэхогенная линия) обозначена белыми стрелками, определяется между поверхностью нижней челюсти (синяя стрелка) и жевательной мышцей (красные звезды). Б – ортопантомограмма этого же пациента.



Классификация ультразвуковых артефактов визуализируемых в В-режиме и при доплеровском картировании (Prabhu S.J. et al., 2013) [14]. Согласно этой классификации, артефакты можно разделить на те, которые связаны со структурой, и связанные со свойством луча и обработкой данных.

I. В-режим:

1. Связанные со структурой.
 - 1.1 Реверберации.
 - 1.2 Зеркальное изображение.
 - 1.3 «Хвост кометы» (кольцевой артефакт).
 - 1.4 Затенение.
 - 1.5 Усиление.
 - 1.6 Speckle артефакт.
2. Связанные со свойством луча и обработкой данных.
 - 2.1 Рефракции.
 - 2.2 Ширины луча.
 - 2.3 Range Ambiguity артефакт.
 - 2.4 Ошибки скорости.

II. Доплерография:

1. Связанные со структурой.
 - 1.1 Спектрального уширения (spectral broadening).
 - 1.2 Сосудистого движения (vascular motion).
2. Связанные со свойством луча и обработкой данных.
 - 2.1 Aliasing артефакт.
 - 2.2 Direction Ambiguity артефакт.
 - 2.3 Цвета.
 - 2.4 «Мерцающий артефакт».

Учитывая большое количество всех ранее указанных артефактов, которые возможны при проведении ультразвукового обследования, в данной статье опишем только наиболее часто встречаемые из них. Эти артефакты покажем на примере больных с посттравматическими повреждениями челюстей и мягких тканей:

- **Артефакт дистальной акустической тени** (рис. 6, 7, 8) [2].

Синонимы: артефакт акустического затенения (acoustic shadowing artifact), артефакт дистального акустического затенения (posterior acoustic shadowing artifact), артефакт затенения (shadowing artifact).

Описание: проявляется как зона сниженной эхогенности (гипо- или анэхогенная) как позади плотных, гиперэхогенных структур (кости лицевого скелета, металлоконструкции, зубы, конкременты), так и позади пузырьков газа, воздуха (при эмфиземе). Является разновидностью **ревербераций**.

Значение: может помочь при диагностике некоторых состояний (наличие конкрементов в слюнных железах или их протоках, инородных тел и т. д.) однако мешает визуализации дистально расположенных структур (например тень от костей лицевого скелета, зубов).

- **Артефакт дистального акустического усиления** (рис. 9) [2].

Синонимы: артефакт усиления, артефакт дистального усиления (acoustic enhancement), артефакт дорзального псевдоусиления сигнала.

Описание: проявляется как зона повышенной экзогенности (гиперэхогенная) позади образований содержащих жидкость в той или иной степени.

Значение: имеет огромное значение в диагностике объемных образований различной этиологии [2]. Этот артефакт является характерным как для классических жидкость содержащих кист (боковая и срединная кисты шеи, кисты слюнных желез), кистозных образований с кашицеобразным содержимым (атеромы, дермоидные и эпидермоидные кисты), так и солидных доброкачественных образо-

ваний (моно- и плеоморфные аденомы слюнных желез, плеоморфные аденомы с местнодеструктивным ростом), злокачественных опухолей слюнных желез (низкодифференцированный рак, саркома, аденокарцинома и т. д.).

Понимание врачами смежных специальностей принципов ультразвукового исследования и его особенностей в челюстно-лицевой области и шеи позволяет повышать его диагностическую ценность, качественно дополнить другие методы обследования и даже исключить необходимость их проведения.

ЛИТЕРАТУРА

- Ahuja A.T., Evans M.R. Practical Head and Neck Ultrasound. – 1 edition, Cambridge University Press, 2006. – 188 p.
- Sofferman R.A., Ahuja A.T. Ultrasound of the Thyroid and Parathyroid Glands // Springer, 2012. – 310 p.
- Iro H., Bozzato A., Zenk J. Atlas of head and neck ultrasound Thieme. – 1st edition edition, 2013. – 244 p.
- Котляров П.М., Харченко В.П., Александров Ю.К. Могутов М.С., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н., Беляев Д.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. Изд. 2-е / «Видар», 2009, с. 239.
- Квиринг М.Е. Возможности ультрасонографии в оценке мягкотканых структур височно-нижнечелюстного сустава: Дис. ... канд. мед. наук. – Челябинск, 2008.
- Седова Ю.С. Современные возможности ультразвуковой диагностики опухолей слюнных желез: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2011. – 131 с.
- Drakonaki E.E., Allen G.M., Wilson D.J. Ultrasound elastography for musculoskeletal applications // Br. J. Radiol. – 2012, Nov.; 85 (1019): 1435–1445.
- Тимофеев А.А., Максимча С.В., Закоморный А.С. Магнитно-резонансное изображение височно-нижнечелюстного сустава в норме // Стоматолог практик. – 2014. – № 4 (242). – С. 12–16.
- Быковский В.А. Эхография при абдоминальной патологии у детей. – 2001. – 1048 с.
- Hagopian E.J., Machi J. Abdominal Ultrasound for Surgeons // Springer, 2014. – 311 p.
- Васильев А.Ю., Громов А.И., Ольхова Е.Б., Кубова С.Ю., Ложнев Д.А. Артефакты в ультразвуковой диагностике. – М.: ФГОУ «ВУНМЦ Росздрава», 2006. – 56 с.
- Тимофеев А.А. Челюстно-лицевая хирургия. – Киев: «Медицина». – 2015. – 800 с.
- Тимофеев А.А. Руководство по челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии. – Киев, 2012 (издание 5-е), 1046 с.
- Prabhu S.J., Kanal K., Bhargava P., Vaidya S., Dighe M.K. Ultrasound Artifacts Ultrasound Quarterly. – 2014; 30: 145–157.
- Garrido S.M., Duran J.A., Meléndez A.T. Ring-Down versus Comet Tail: Two artifacts uncovered /eocr2013/C-2288. – 17 p.

Особливості ультразвукового обстеження хворих і його оцінка при посттравматичних пошкодженнях щелепно-лицевої ділянки

О.О. Тимофеев, Є.І. Фесенко, О.С. Черняк

Мета: показати особливості ультразвукового обстеження і оцінити його результати у пацієнтів з посттравматичними пошкодженнями щелепно-лицевої ділянки.

Методи: апаратура й методики ультразвукового дослідження, ультразвукові характеристики та артефакти, мультиспіральна комп'ютерна томографія.

Результати: описано принципи ультразвукового обстеження пацієнтів із посттравматичними пошкодженнями щелепно-лицевої ділянки.

Висновки: застосування ультразвукового обстеження дозволяє покращити якість діагностики при посттравматичних пошкодженнях м'яких тканин та кісток щелепно-лицевої ділянки.

Ключові слова: УЗД, ультразвукові датчики, ехогенність, В-режим, кольорне доплерівське картування, ультразвукові артефакти, мультиспіральна комп'ютерна томографія, переломи нижньої щелепи, запальні ускладнення.

Features of the ultrasound investigation of patients and its evaluation in post-traumatic injuries of maxillofacial area

O. Tymofieiev, I. Fesenko, O. Cherniak

Purpose: to show the features of ultrasound investigation and evaluate its results in patients with post-traumatic injuries of the maxillofacial area.

Methods: equipment and ultrasound techniques, ultrasound characteristics and artifacts, multislice computed tomography.

Results: the principles of ultrasound in patients with post-traumatic injuries of the maxillofacial region are described.

Conclusions: the use of ultrasound can improve the quality of diagnostics of post-traumatic injuries of soft tissues and bones of the maxillofacial area.

Key words: ultrasound, ultrasound transducers, echogenicity, B-mode, color Doppler, ultrasonic artifacts, multislice computed tomography, mandibular fractures, inflammatory complications.

Тимофеев Алексей Александрович – д-р мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины; заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии Института стоматологии НМАПО им. П.Л. Шупика.

Адрес: г. Киев, ул. Подвысоцкого, 4-а, клиническая больница № 12, кафедра челюстно-лицевой хирургии. **Тел.:** 528-35-17.

Фесенко Евгений Игоревич – врач ультразвуковой диагностики;

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии Института стоматологии НМАПО им. П.Л. Шупика.

Черняк Ольга Сергеевна – заведующая отделением ультразвуковой диагностики

Областного диагностического центра Киевской областной клинической больницы.