

# УЛЬТРАЗВУК В МЕДИЦИНЕ

## Содиков Н.О.<sup>1</sup>, Содиков М.Н.<sup>2</sup> Email: Sodikov1172@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Содиков Наим Очилевич - кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой;

<sup>2</sup>Содиков Мурод Наимович – ассистент,  
кафедра медицинской и биологической физики,  
Самаркандский государственный медицинский институт,  
г. Самарканд, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в данной работе представлен научный обзор применения ультразвука в медицине. Терапевтическое действие ультразвука обусловлено механическим, тепловым, химическими факторами. Дозированным пучком ультразвука можно провести мягкий массаж сердца, легких и других органов и тканей. В современной стоматологии широко используются инновационные малоинвазивные лечебные технологии. Низкочастотный ультразвук используют для лечения пульпита или кариеса, а также для гигиенических манипуляций в полости рта. В целом, можно отметить, что в настоящее время наличие ультразвуковой аппаратуры может способствовать ежедневной практике медицинских работников для использования их в диагностических и терапевтических целях.

**Ключевые слова:** ультразвук, диагностика, действия.

## ULTRASOUND IN MEDICINE

### Sodikov N.O.<sup>1</sup>, Sodikov M.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sodikov Naim Ochilovich - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department;

<sup>2</sup>Sodikov Murod Naimovich – Assistant,  
DEPARTMENT OF MEDICAL AND BIOLOGICAL PHYSICS,  
SAMARKAND STATE MEDICAL INSTITUTE,  
SAMARKAND, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** this paper presents a scientific review of the application of ultrasound in medicine. The therapeutic effect of ultrasound is due to mechanical, thermal, chemical factors. A dosed ultrasound beam can be used to gently massage the heart, lungs and other organs and tissues. Innovative minimally invasive treatment technologies are widely used in modern dentistry. Low-frequency ultrasound is used to treat pulpitis or caries, as well as for hygienic manipulations in the oral cavity. In general, it can be noted that at present, the availability of ultrasound equipment can contribute to the daily practice of medical workers for their use for diagnostic and therapeutic purposes.

**Keywords:** ultrasound, diagnostics, actions.

УДК 615.837.3

Ультразвуковая хирургия подразделяется на две разновидности, одна из которых связана с воздействием на ткани собственно звуковых колебаний, вторая – с наложением ультразвуковых колебаний на хирургический инструмент. Разрушение опухолей, дробление камней в мочевых путях, сваривание мягких тканей, сваривание костей (ультразвуковой остеосинтез), наложение ультразвуковых колебаний на хирургические инструменты (скальпели, пилки, иглы) уменьшает болевые ощущения, оказывает кровоостанавливающее и стерилизующее действия. Ультразвук – упругие колебания и волны с частотами приблизительно от  $2 \cdot 10^4$  Гц (20 кГц) до  $10^9$  Гц (1ГГц). Ультразвуковые частоты делят на три диапазона [5, 9, 12, 26]:

1. УНЧ - Ультразвук низких частот (20-100) кГц
2. УСЧ - Ультразвук средних частот (0.1-10) МГц
3. УЗВЧ - Ультразвук высоких частот (10-1000) МГц

Электромеханический ультразвуковой излучатель использует явление обратного пьезоэлектрического эффекта. Ярко выраженными пьезоэлектрическими свойствами обладают такие кристаллические диэлектрики, как кварц, сегнетова соль и др. Скорость распространения ультразвука и звука в средах одинаковы (в воздухе  $v = 340$  м/с, в воде и мягких тканях  $v = 1500$  м/с). Однако высокая интенсивность и малая длина ультразвуковых волн порождают ряд специфических особенностей. При распространении ультразвука в веществе происходит необратимый переход энергии звуковой волны в другие виды энергии, в основном в теплоту. Это явление называется поглощением звука. Уменьшение амплитуды колебания носит экспоненциальный характер [2, 10, 24, 29]:

$$A = A_0 \times e^{-\alpha h} \text{ или } I = I_0 \times e^{-2\alpha h}$$

где  $A$ ,  $A_0$  – амплитуды колебаний частиц среды у поверхности вещества и на глубине  $h$ ;  $I$ ,  $I_0$  – соответствующие интенсивности ультразвуковой волны;  $\alpha$  – коэффициент поглощения, зависящий от частоты ультразвуковой волны, температуры и свойств среды. Коэффициент поглощения – обратная величина того расстояния, на котором амплитуда звуковой волны падает в “ $e$ ” раз. Механические эффекты особенно значительно при действии фокусированного ультразвука. Как и всем видам волн, ультразвуку присущи явления отражения и преломления. Ультразвуковые волны существенно меньше длины звуковой

волны ( $\lambda=v/v$ ). Так, длины звуковой и ультразвуковой волны в мягких тканях на частотах  $\nu=1\text{кГц}$  и  $\nu=1\text{МГц}$  соответственно равны:  $\lambda_{\text{зв}}= 1500/1000 = 1,5\text{м}$ ;  $\lambda_{\text{уз}}= 1500/10^6 = 1,5 \times 10^{-3}\text{м} = 1,5 \text{ мм}$ . В соответствии вышеизложенным, тело размером 10 см практически не отражает звук с длиной волны  $\lambda=1,5\text{м}$ , но является отражателем для ультразвуковой волны с  $\lambda=1,5\text{мм}$ . На отражении ультразвуковых волн от неоднородностей основано звуковидение, используемое в медицинских ультразвуковых исследованиях (УЗИ). При увеличении частоты ультразвуковых волн увеличивается разрешающая способность (можно обнаружить более мелкие неоднородности), но уменьшается их проникающая способность, уменьшается глубина, на которой можно исследовать интересующие структуры. Кроме того, учитывают и толщину жирового слоя: для худых детей используется частота  $\nu=5,5\text{МГц}$ , а для полных детей и взрослых частота  $\nu=3,5 \text{ МГц}$ . Высокоинтенсивный ультразвук для человека смертелен. При ультразвуковом облучении с мощностью  $4\text{Вт/см}^2$  в течение 20 с температура тканей организма на глубине  $h=(2-5) \text{ см}$  повышается  $t=(5-6)^{\circ} \text{С}$ . Действие ультразвука на клетке сопровождается следующими явлениями [5, 13, 30]:

1. Изменение градиентов концентрации различных веществ около мембран, изменение вязкости среды внутри и вне клетки;
2. Изменение проницаемости клеточных мембран в виде ускорения обычной и облегченной диффузии, изменением эффективности активного транспорта, нарушением структуры мембран;
3. Нарушение состава внутриклеточной среды в виде изменения концентрации различных веществ в клетке.
4. Изменение скоростей ферментативных реакций в клетке вследствие изменения оптимальных концентраций веществ, необходимых для функционирования ферментов.
5. Изменение проницаемости клеточных мембран является универсальной реакцией на ультразвуковое воздействие.

При достаточно большой интенсивности ультразвука происходит разрушение мембран. Однако разные клетки обладают различной сопротивляемостью: одни клетки разрушаются при интенсивности  $I=0,1 \text{ Вт/см}^2$ , другие при  $I=25 \text{ Вт/см}^2$  [4, 11, 19, 27].

В определенном интервале интенсивностей наблюдаемые биологи-ческие эффекты ультразвука обратимы. Верхняя граница этого интервала  $I=0,1 \text{ Вт/см}^2$ , при частоте  $\nu=(0,8-2)\text{МГц}$  принята в качестве порога. Превышение этой границы приводят к выраженным деструктивным изменениям в клетках. Облучение ультразвуком с интенсивностью, превышающей порог, используют для разрушения имеющихся в жидкости бактерий и вирусов. Терапевтическое действие ультразвука обусловлено механическим, тепловым, химическими факторами. Дозированным пучком ультразвука можно провести мягкий массаж сердца, легких и других органов и тканей. Фонофорез – введение с помощью ультразвука в ткани через поры кожи лекарственных веществ. Этот метод аналогичен электрофорезу, однако, фонофорез увеличивает проницаемость клеточных мембран, что способствует проникновению лекарственных веществ в клетку, тогда как при электрофорезе лекарственные вещества концентрируются в основном между клетками. Аутогемотерапия - внутримышечное введение человеку собственной крови, взятой из вены. Эта процедура оказывается более эффективной, если взятую кровь перед вливанием облучить ультразвуком. В фармацевтической промышленности ультразвук применяется для получения эмульсий и аэрозолей некоторых лекарственных веществ. В физиотерапии ультразвук используется для локального воздействия, осуществляемого с помощью соответствующего излучателя контактно наложенного через мазевую основу на определенную область тела. Ультразвуковая хирургия - подразделяется на две разновидности, одна из которых связана с воздействием на ткани собственно звуковых колебаний, вторая – с наложением ультразвуковых колебаний на хирургический инструмент. Разрушение опухолей, дробление камней в мочевых путях, сваривание мягких тканей, сваривание костей (ультразвуковой остеосинтез), наложение ультразвуковых колебаний на хирургические инструменты (скальпели, пилки, иглы) уменьшает болевые ощущения, оказывает кровоостанавливающее и стерилизующее действия [6, 14, 25].

Амплитуда колебаний режущего инструмента при частоте  $\nu=(20-50) \text{ кГц}$  составляет  $h=(10-50) \text{ мкм}$ . Ультразвуковая диагностика – совокупность методов исследования здорового и больного организма человека, основанных на использовании ультразвука. Для диагностических целей используется ультразвук частотой  $\nu=(0,8-15) \text{ МГц}$ . Наибольшее распространение в ультразвуковой диагностике получили эхолокационные методы, основанные на отражении или рассеянии импульсных ультразвуковых сигналов. В зависимости от способа получения и характера представления информации приборы для ультразвуковой диагностики разделяют на три группы [6, 24]:

- одномерные приборы с индикацией типа А;
- одномерные приборы с индикацией типа М;
- двумерные приборы с индикацией типа В.

Одномерные приборы с индикацией типа А применяются в неврологии, нейрохирургии, онкологии, акушерстве, офтальмологии и др. Ультразвуковые приборы с индикацией типа В используются в онкологии, акушерстве и гинекологии, урологии, оториноларингологии, офтальмологии и др. В некоторых случаях ультразвуковое просвечивание имеет преимущество перед рентгеновским. При рентгеновском обследовании дифференцируется разность плотностей до 10%, при ультразвуковом до 1% (без контрастных веществ) [7, 15, 22, 26].

В современной стоматологии широко используются инновационные малоинвазивные лечебные технологии. Низкочастотный ультразвук используют для лечения пульпита или кариеса, а также для гигиенических манипуляций в полости рта. Ультразвуковой генератор претерпел существенные изменения, который предложил Циннер полвека назад. Прибор усовершенствован, приобрел новые функции, разработаны отдельные модификации для терапевтического и хирургического лечения низкочастотными ультразвуковыми волнами [25].

Стоматологический ультразвуковой сканер и продуцируемые им вибрационные колебания используются при проведении гигиены полости рта. Удаление отложений на зубах необходимо делать не только в профилактических целях, но и перед преполнением зубов, установкой ортопедических конструкций или имплантов. Бесконтактное очищение зубов с помощью ультразвука проводится быстро и безболезненно [7, 18, 23].

Ультразвуковой скальпель при лечении пульпита, глубокого кариеса оказывает антибактериальное и противовоспалительное действие, способствует улучшению обменных процессов в мягких тканях. Ультразвук дает возможность тщательно очистить корневой канал перед пломбированием зуба, полимеризовать пломбировочные компоненты. В качестве физиотерапевтического лечения ультразвук применяется в сочетании с противовоспалительными препаратами после имплантации, сложного удаления зуба. Это позволяет быстрее подавить воспалительный процесс, снять боль, усилить местное кровоснабжение, не допустить осложнения и сократить реабилитационный период. При зубопротезировании с помощью ультразвука санируют коронки и мосты, прессуют пломбировочные композиты [3, 10, 21].

Ультразвуковые мойки позволяют более качественно обработать инструментарий многократного пользования, наконечники и насадки, имеющие сложную конфигурацию и узкие каналы. Важным является тот факт, что ультразвук не повреждает зубную эмаль, оказывает щадящее действие на мягкие ткани [10, 21].

Ультразвук в практике стоматолога часто применяется в следующих случаях:

1. Перемещение эндодонтических ирригантов.  
 $t=(30-60)$  секунд воздействия пьезоэлектрического ультразвукового аппарата может значительно улучшить вымывание органического мусора.
2. Удаление детрита. Ультразвуковые наконечники с алмазным покрытием могут удалять детрит консервативно с минимальным побочным повреждением мягких тканей.
3. Снятие коронок. Используется ультразвуковой наконечник для ослабления области контакта между коронкой и цементом и удалить старую без разрушения ее на части.

В целом, можно отметить, что в настоящее время наличие ультразвуковой аппаратуры может способствовать в ежедневной практике медицинских работников для использования их в диагностических и терапевтических целях.

#### *Список литературы / References*

1. Алиев М.М. и др. Допплерография у детей с внепеченочной портальной гипертензией // Детская хирургия, 2010. № 2. С. 27-29.
2. Алимханова Х.К., Юсупалиева Г.А. Допплерографические исследования в диагностике внутрижелудочковых кровоизлияний головного мозга у детей // Врач-аспирант, 2012. Т. 54. № 5. С. 77-81.
3. Дехканов Т.Д. и др. Морфология флюоресцирующих структур двенадцатиперстной кишки // European research, 2019. С. 183-187.
4. Джурбаева З.А., Насруллаева Р.Т. Распространенность диффузного и узлового зоба в самаркандской области по данным физикального и ультразвукового исследования // Вестник врача, 2016. С. 38.
5. Ёкубова М.А., Мамадалиева Я.М., Юсупалиева Г.А. Значение ультразвуковой эластографии в диагностике образований молочной железы // Молодой ученый, 2016. № 3. С. 261-265.
6. Иноятова Ф.И., Юсупалиева Г.А., Фазылов А.А. Современные технологии эхографии в оценке фиброза печени при хронических вирусных гепатитах у детей // Лучевая диагностика и терапия, 2017. № 3. С. 102-103.
7. Каримов Х.Я., Ген С.А., Тешаев Ш.Ж. Влияние факторов внешней среды на мужскую репродуктивную систему // Пробл. биол. и мед, 2007. Т. 2. С. 88-93.
8. Насретдинова М.Т., Карабаев Х.Э. Совершенствование методов диагностики у пациентов с головокружением // Оториноларингология Восточная Европа, 2017. Т. 7. № 2. С. 194-198.
9. Насретдинова М.Т. Изменения стабилметрических показателей у пациентов с системным головокружением // Оториноларингология. Восточная Европа, 2019. Т. 9. № 2. С. 135-139.
10. Раимкулова Д.Ф., Ризаев Ж.А. Критерии диагностики внебольничной пневмонии у детей с кариесом зубов // Stomatologiya, 2017. № 3. С. 99-101.
11. Ризаев Ж.А., Муслимов О.К. Некоторые аспекты патогенеза некариозных заболеваний и его взаимосвязь с гормональными нарушениями // Stomatologiya, 2017. № 3. С. 95-98.

12. Ризаев Ж.А. и др. Использование светодиодного излучения в стоматологии (обзор литературы) // *Stomatologiya*, 2017. № 4. С. 73-75.
13. Содиков Н.О., Темиров Ф.Н., Содиков М.Н. Перспективы нанотехнологии в медицине // *World Science*, 2016. Т. 1. № 2 (6). С. 87-91.
14. Содиков Н.О. и др. Перспективы использования ускорителей при лечении новообразований в организме человека в условиях Узбекистана // *Вопросы науки и образования*, 2019. № 27 (76). С. 84-88.
15. Содиков М.Н. и др. Экологические проблемы ядерной энергетики // *Вопросы науки и образования*, 2019. № 27 (76). С. 118-122.
16. Содиков Н.О., Содиков М.Н., Темиров Ф.Н. Применение ультразвука в медицине // *ББК 1 А28*, 2020. С. 32.
17. Тешаев Ш.Ж. и др. Морфометрические параметры головы и лица у здоровых детей в зависимости от вида вскармливания // *Морфология*, 2016. Т. 149. № 3. С. 204-205.
18. Тешаев Ш.Ж. и др. Взаимосвязь антропометрических показателей с объемом яичек и сперматогенезом юношей призывного возраста бухарской области // *Морфологические ведомости*, 2005. № 3-4. С. 190-191.
19. Тен С.А. и др. Показатели физического и полового развития юношей призывного возраста // *Проблемы биологии и медицины*, 2008. № 1. С. 51.
20. Хасанова Д.А., Тешаев Ш.Ж. Макроанатомия лимфоидных структур брыжеечной части тонкой кишки крыс в норме и на фоне хронической лучевой болезни // *Морфология*, 2019. Т. 156. № 4. С. 51-55.
21. Харибова Е.А., Тешаев Ш.Ж. Изменения состава просветной микрофлоры в разные периоды постнатального развития // *Морфология*, 2020. Т. 157. № 2-3. С. 224-225.
22. Ходжаева Н.А., Юсупалиева Г.А. Соноэластография доброкачественных и злокачественных образований щитовидной железы // *Молодой ученый*, 2016. № 2. С. 408-411.
23. Шамирзаев Н.Х. и др. Морфологические параметры семенников у 3-месячных крыс в норме и при хронической лучевой болезни // *Морфология*, 2020. Т. 157. № 2-3. С. 241-241.
24. Шамсиев А.М. и др. Антенатальная ультразвуковая диагностика аноректальных мальформаций у детей // *Детская хирургия*, 2019. Т. 23. № 1. С. 20-22.
25. Юсупалиева Г.А. Комплексная ультразвуковая диагностика хронических вирусных гепатитов у детей // *Врач-аспирант*, 2014. Т. 62. № 1.2. С. 266-272.
26. Юсупалиева Г.А. Состояние центральной гемодинамики у детей с хроническими гепатитами // *Молодой учёный*, 2015. Т. 4. С. 90.
27. Юсупалиева Г.А. Современные ультразвуковые методики в комплексной клинко-эхографической диагностике хронических вирусных гепатитов у детей // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 2014. № 12-2. С. 160-162.
28. Ahmedova A.T., Agababayan L.R., Abdullaeva L.M. Peculiarities of the perimenopause period in women with endometriosis // *International scientific review*, 2020. № LXX. С. 100-105.
29. Makhmudova S.E., Agababayan L.R. Significance of prognostic markers in developments of preeclampsia // *LXX International correspondence scientific and practical conference (Boston. USA. May 20-21, 2020)*. С. 96-99.
30. Sevara M., Larisa A. Contraceptive efficiency and not contraceptive advantages of a continuous regimen of reception of the combined oral contraceptives at women with iron deficiency anemia // *European research*, 2016. № 11 (22). С. 97-100.