



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА В МЕДИЦИНЕ

Содиқов Мурад Наимович

Самаркандский Государственный медицинский университет, Узбекистан

murodsn@mail.ru

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.

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:



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:

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

где A , A_0 – амплитуды колебаний частиц среды у поверхности вещества и на глубине h ; I , I_0 – соответствующие интенсивности ультразвуковой волны; α – коэффициент поглощения, зависящий от частоты ультразвуковой волны, температуры и свойств среды. Коэффициент поглощения – обратная величина того расстояния, на котором амплитуда звуковой волны спадает 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 $\nu=1$ кГц и $\nu=1$ МГц соответственно равны: $\lambda_{зв}=1500/1000=1,5$ м; $\lambda_{уз}=1500/10^6=1,5 \times 10^{-3}$ м = 1,5 мм.

В соответствии вышеизложенным, тело размером 10 см практически не отражает звук с длиной волны $\lambda=1,5$ м, но является отражателем для



ультразвуковой волны с $\lambda=1.5$ 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 $\nu=5,5$ МГц, а для полных детей и взрослых частота $\nu=3,5$ МГц. Высокоинтенсивный ультразвук для человека смертелен. При ультразвуковом облучении с мощностью 4Вт/см^2 в течение 20 с температура тканей организма на глубине $h=(2-5)$ см повышается $t=(5-6)^\circ\text{C}$.

Действие ультразвука на клетке сопровождается следующими явлениями:

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 $I=0,1$ Вт/см², другие при $I=25$ Вт/см².



В определенном интервале интенсивностей наблюдаемые биологические эффекты ультразвука обратимы. Верхняя граница этого интервала $I=0,1\text{Вт/см}^2$, при частоте $\nu=(0,8-2)$ МГц принята в качестве порога.

Превышение этой границы приводит 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.

Ультразвуковая диагностика – совокупность методов исследования здорового и больного организма человека, основанных на использовании ультразвука. Для диагностических целей используется ультразвук частотой $\nu=(0,8-15)$ 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:

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Ёкубова М.А., Мамадалиева Я.М., Юсупалиева Г.А. Значение ультразвуковой эластографии в диагностике образований молочной железы // Молодой ученый, 2016. №3. - С. 261-265.



3. Содиков Н.О., Темиров Ф.Н., Содиков М.Н. Перспективы нанотехнологии в медицине // World Science, 2016. Т. 1. № 2 (6). - С. 87-91.
4. Содиков Н.О., Содиков М.Н., Темиров Ф.Н. Применение ультразвука в медицине // ББК1 А28, 2020. - С. 32.
5. 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.
6. Шамсиев А.М. и др. Антенатальная ультразвуковая диагностика аноректальных мальформаций у детей // Детская хирургия, 2019. Т. 23. № 1. - С. 20-22.
7. Юсупалиева Г.А. Комплексная ультразвуковая диагностика хронических вирусных гепатитов у детей // Врач-аспирант, 2014. Т. 62. № 1.2. - С. 266-272.
8. Тен С.А. и др. Показатели физического и полового развития юношей призывного возраста // Проблемы биологии и медицины, 2008. № 1. - С. 51.
9. Ходжаева Н.А., Юсупалиева Г.А. Соноэластография доброкачественных и злокачественных образований щитовидной железы // Молодой ученый, 2016. № 2. - С. 408 -411.