

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА В.Ф. ВОЙНО-ЯСЕНЕЦКОГО»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ИПО

ИСТОРИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ: ОТ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ И ЛОДОК К ПОСТЕЛИ БОЛЬНОГО И В БУДУЩЕЕ

The History of US: From Bats and Boats to the Bedside and Beyond: *RSNA Centennial Article*

Katherine A. Kaproth-Joslin ✉, Refky Nicola, Vikram S. Dogra

▼ Author Affiliations

Published Online: Mar 30 2015 | <https://doi.org/10.1148/rg.2015140300>

RadioGraphics
The journal of continuing medical education in radiology

г. Красноярск, 2022

Выполнила:

Ординатор 1 года обучения
Специальности УЗД

Тумасова Маргарита Юрьевна

ВВЕДЕНИЕ

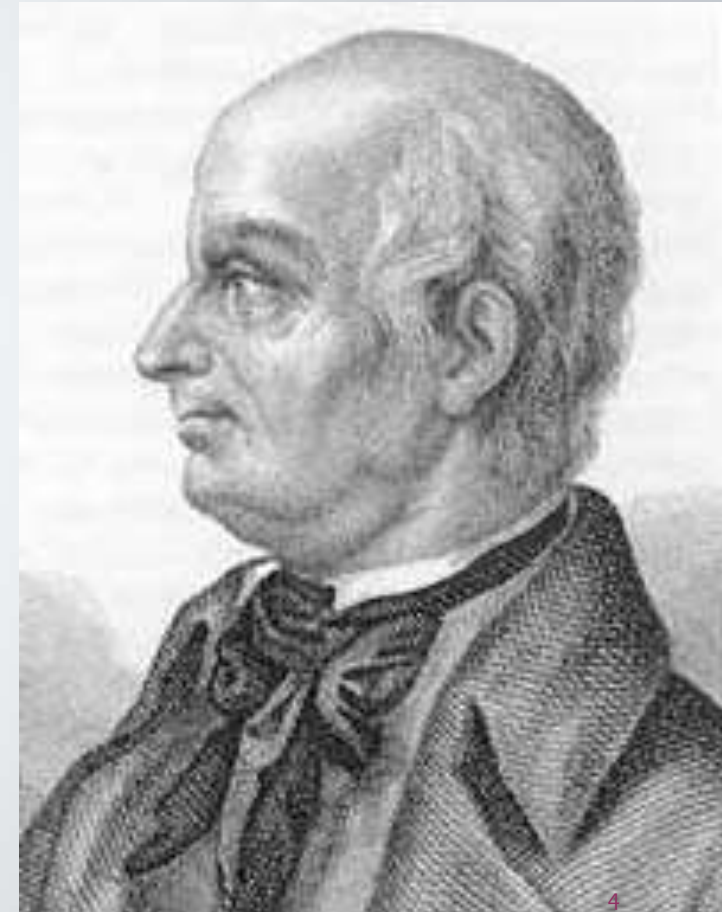
- Ультразвуковое исследование является одним из наиболее часто используемых методов визуализации во всем мире. Это безопасный, надежный, неинвазивный и портативный способ исследования, предоставляющий возможность скрининга, диагностики, наблюдения и лечения заболеваний.
- Эта технология основана на науке о звуковых волнах, где изображения создаются из эхо-сигналов, получаемых благодаря отражению высокочастотных звуковых волн от исследуемого объекта.
- История ультразвуковой диагностики берет своё начало в конце 1700-х годов с теоретического объяснения возможности передвижения летучих мышей в темноте.
- В начале 1900-х годов УЗ-визуализация становится методом, получившим распространение в медицинской практике и в дальнейшем превращается в ключевой диагностический и терапевтический инструмент в современной медицине

ЦЕЛЬ

- Обзорное изучение истории ультразвуковой диагностики, начиная с ранних исследований, сформировавших основу метода
- Исследование начала медицинской эры в ультразвуковой визуализации путем изучения новаторов, стоящих за технологическими открытиями метода передачи и метода эхо-импульса
- Рассмотрение растущей роли ультразвуковой визуализации в настоящее время и перспектив развития в будущем, таких как улучшенная мобильность УЗ сканера, снижение затрат на проведение ультразвукового исследования, инновационные технологии использования в диагностике и увеличение частоты использования ультразвука в интервенционной медицине

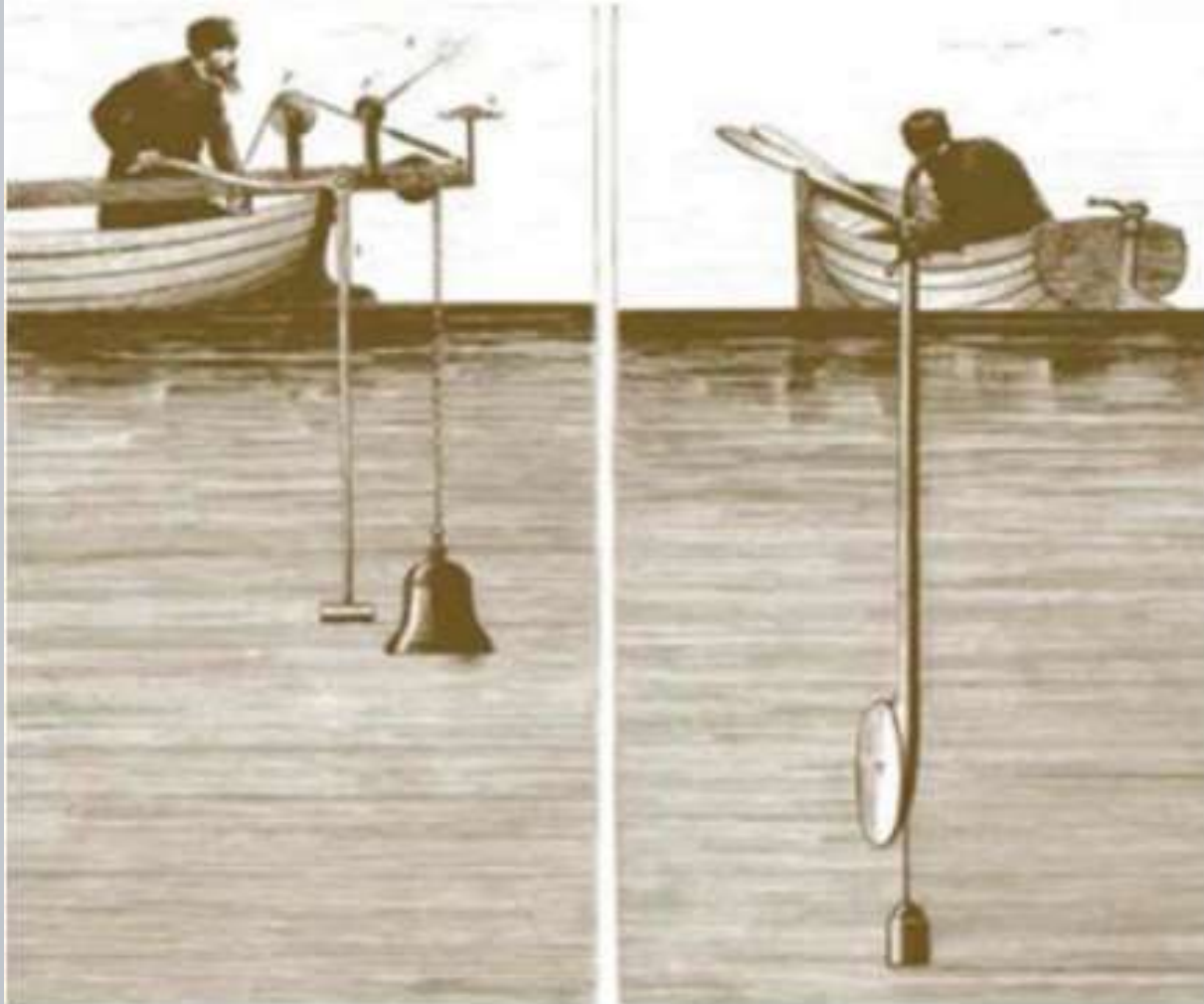
ЛАДЗАРО СПАЛЛАНЦАНИ И ЛЕТУЧИЕ МЫШИ

- История ультразвуковой диагностики начинается с Ладзаро Спалланцани, который разработал серию экспериментов, чтобы объяснить, как летучие мыши могут летать ночью.
- Спалланцани выдвинул гипотезу, что летучие мыши для навигации полагаются на звук, а не на зрение, чтобы ориентироваться.
- В 1938 году два студента Гарварда, Дональд Гриффин и Роберт Галамбос, придумали слово «эхолокация», чтобы объяснить, как летучие мыши генерируют высокочастотные сигналы, отражающиеся от поверхностей, а затем получают и используют возвращенные эхо-сигналы для определения точного местоположения объектов в окружающей их среде



Ладзаро Спалланцани
(1729–1799)

ЭКСПЕРИМЕНТ В ЛОДКЕ



В 1826 году Жан-Даниэль Колладон и его помощник продемонстрировали, что скорость звука в воде выше, чем его скорость в воздухе

Жан-Даниэля Колладон, швейцарского физик, и его помощник Жак Шарля-Франсуа Штурм, вычисляющие скорость звука в воде

ДОППЛЕРОВСКИЙ СДВИГ



Кристиан Допплер
(1803–1853 гг.),
австрийский физик

- Методология исследования характеризовала, как изменения частоты световых волн объясняют изменение видимого цвета звезд.
- В 1845 году эта идея была применена к звуковым волнам в эксперименте, проведенном Байсом, который использовал вокзал и валторнистов в поезде в качестве источника звука, чтобы объяснить, как звук от движущегося автомобиля меняется по мере того, как его слышит наблюдатель.
- Когда производящий звук объект движется к наблюдателю, частота принимаемого звука выше частоты излучаемого

ТИТАНИК В ИСТОРИИ УЛЬТРАЗВУКА

- После трагической гибели Титаника в 1912 г. Реджинальд Фессенден, канадский инженер-электрик, работал над созданием системы предотвращения столкновений на основе ультразвука, превратив подводный генератор азбуки Морзе в эхолот.
- Машина производила высокочастотные звуковые волны с помощью «поршневого асинхронного двигателя», движущегося со скоростью 540 раз в секунду



Реджинальд Фессенден⁷ и его генератор Фессендена

ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ

- Поскольку технология подводных лодок продолжала развиваться во время Первой мировой войны, поле деятельности ультразвукографии быстро обрело форму.
- Используя двойственную природу пьезоэлектричества, Поль Ланжевен создал излучатель-приемник высокочастотных звуковых волн на основе кварца, названный гидрофоном.
- Подводное устройство, состоящее из небольших кристаллов кварца, вклеенных между двумя стальными пластинами, могло четко обнаруживать возвращающиеся эхосигналы от подводной лодки

НАЧАЛО УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ В МЕДИЦИНЕ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ И НОВАТОРЫ, СТОЯЩИЕ ЗА НИМИ

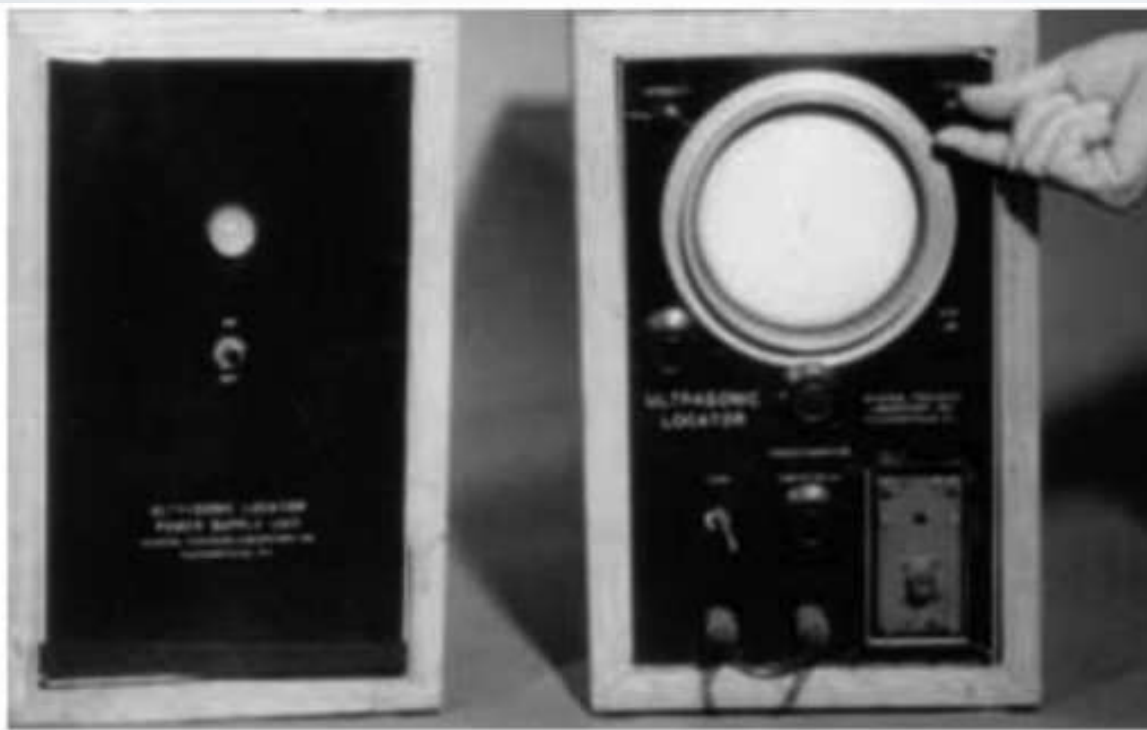
МЕТОД ПЕРЕДАЧИ

- Первым врачом, использовавшим ультразвук для медицинской визуализации, был Карл Дусик, австрийский невролог, который попытался изобразить изменения в размере желудочков головного мозга, вторичные по отношению к росту опухоли.
- В его раннем применении технологии УЗИ датчики располагались по обеим сторонам от частично погруженной в воду головы пациента. Звуковые волны передавались с заданной скоростью от одного преобразователя к другому с использованием метода сквозной передачи.
- Изменения звуковых волн регистрировались фотографически на термочувствительной бумаге, создавая двухмерное представление того, что считалось желудочками пациента, называемое «вентрикулограмма»

ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД УЗИ (А – РЕЖИМ)



Джордж Д.
Людвига(1922–1973),
американский врач



УЗ-сканер с А-режимом

ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД УЗИ (В – РЕЖИМ)



Хирург Джон Дж. Уайлда (слева) и инженер-электрик Джона М. Рейд (справа), сравнивающие эхограммы, полученные при исследовании опухоли и нормальной ткани

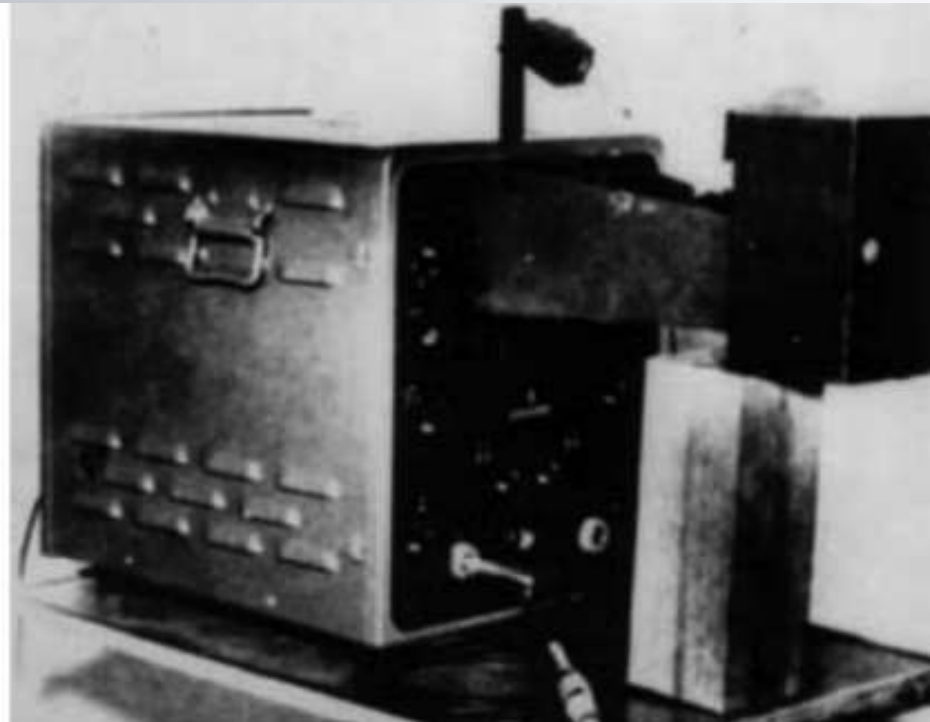
ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРВЫХ УЗ-СКАНЕРОВ



Дуглас Хоури

- Первый моторизованный «Сомаскоп» имел погружной ультразвуковой преобразователь, который двигался вдоль рельса вокруг края резервуара пациента, создавая сложные периферические изображения из разных углов сканирования.
- Многопозиционный характер изображения уменьшал артефакты от посторонних эхо-сигналов, создавая высококачественные диагностические изображения.
- В 1957 году группа Хоури разработала панорамный сканер, в котором к телу пациента привязывался полукруглый резервуар с водой с погруженной в него кареткой датчика, что позволяло получать качественные **эхограммы**

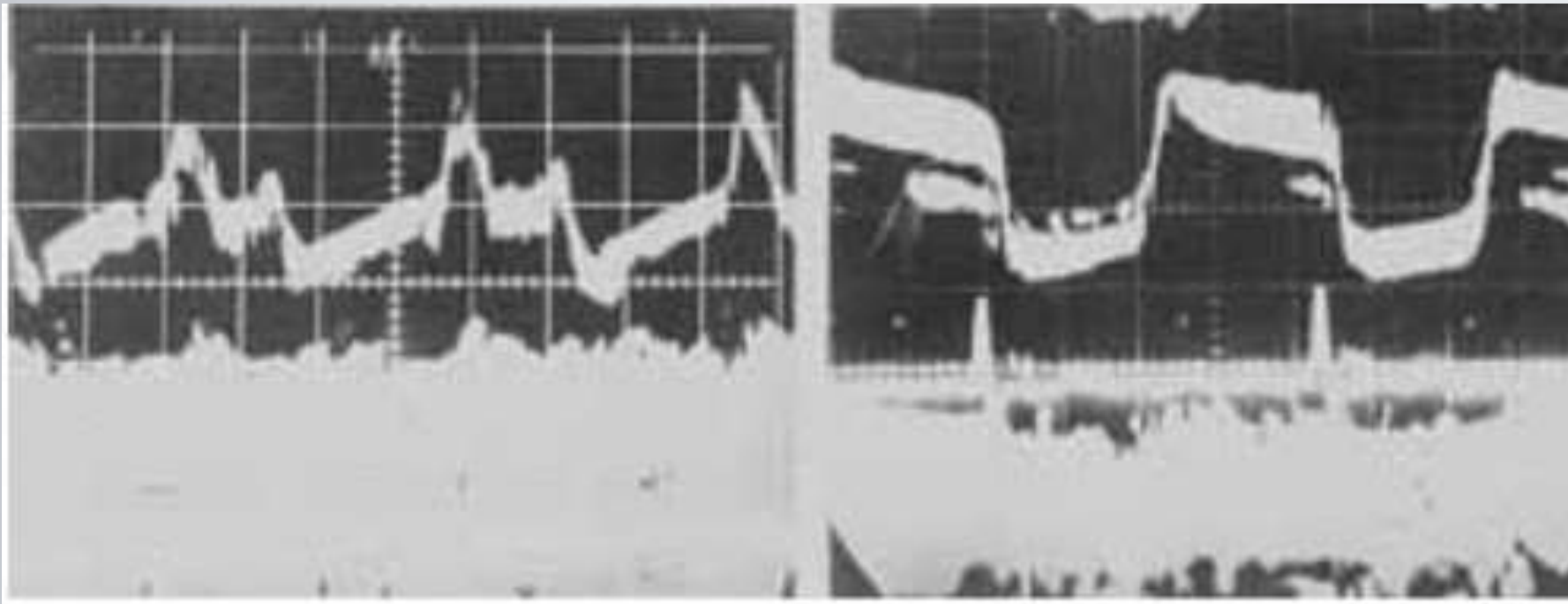
НАЧАЛО ЭХОКАРДИОГРАФИИ (М-РЕЖИМ)



Рефлектоскоп, переделанный Инге Эдлером и Карлом Хельмом Герцем в эхокардиографический аппарат с М-режимом с прикрепленной камерой

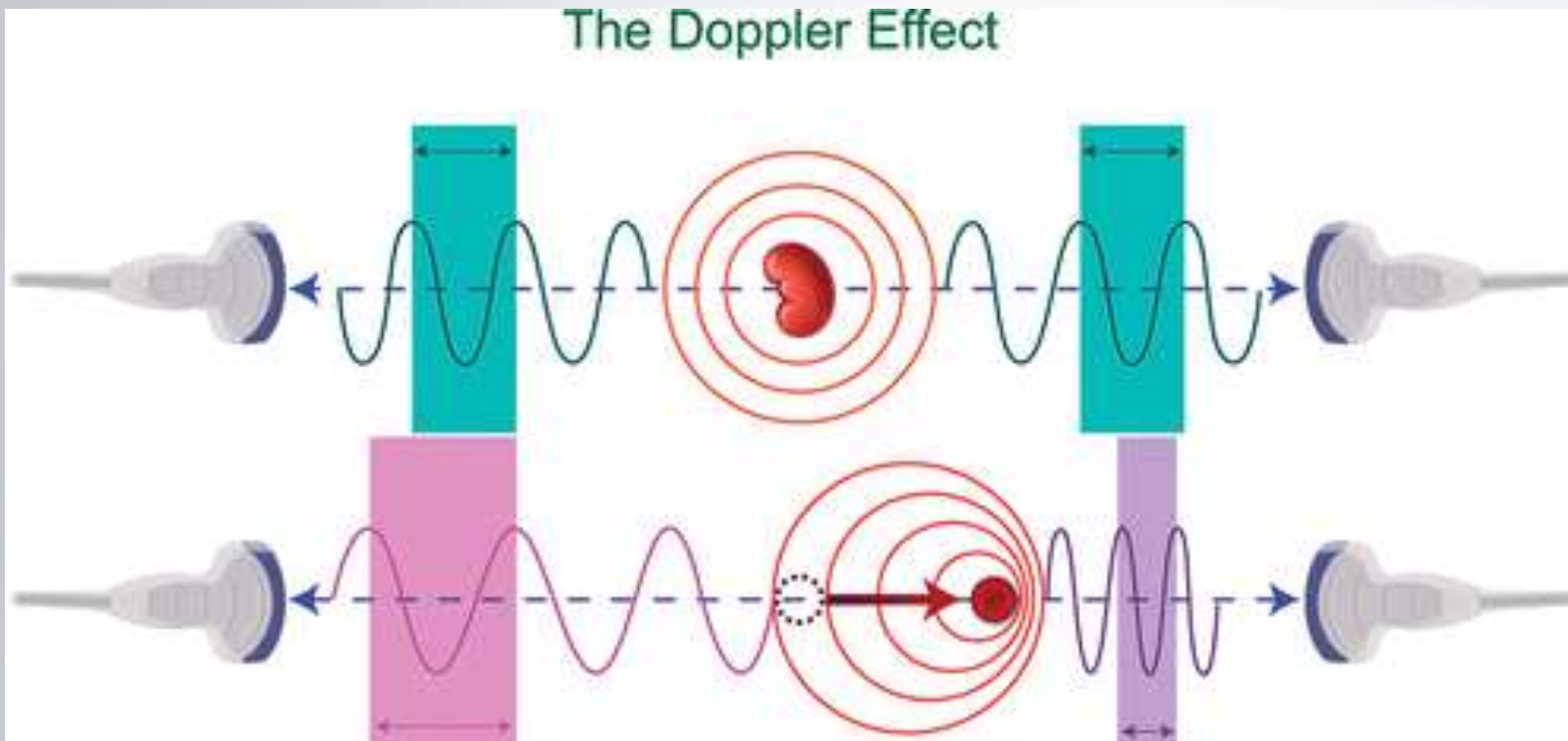
- Используя рефлектоскоп, разработанный для контроля качества материалов без нарушения их целостности, Эдлер и Герц смогли обнаружить движение сердца на экране осциллографа.
- Одной из разработанных ключевых концепций, была техника записи, предназначенная для визуализации движущихся структур сердца на протяжении определённого временного промежутка. При постоянной скорости, прямые линии представляли эхо-сигналы, возвращающиеся от неподвижных структур, а модуляция положения линии соответствовала эхосигналам от движущихся структур.

НАЧАЛО ЭХОКАРДИОГРАФИИ (М – РЕЖИМ)



Изображения в М-режиме, полученные с преобразованного рефлектоскопа Инге Эдлером и Карлом Хельмом Герцем

ПРИРОДА ДОППЛЕРОГРАФИИ (D – РЕЖИМ)

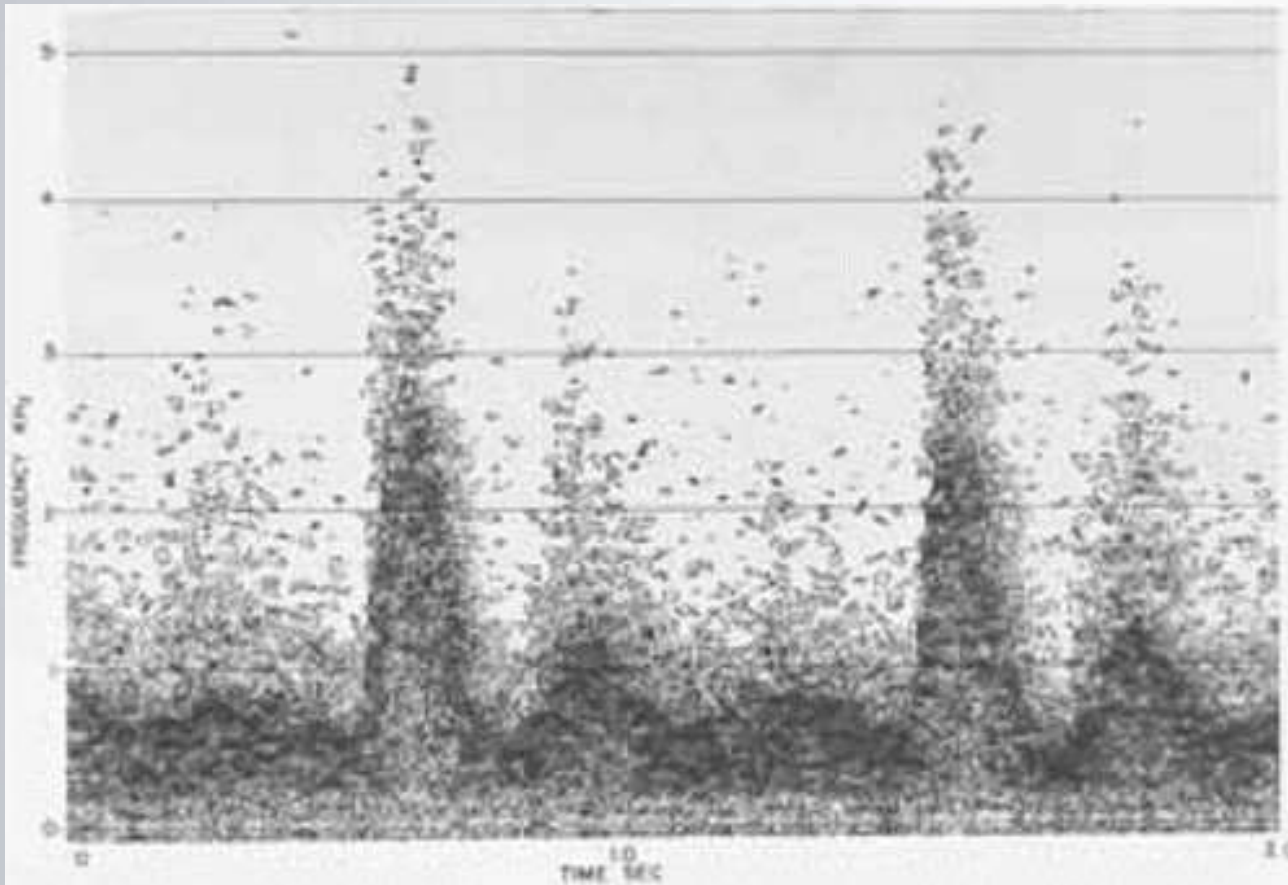


- Основан на доплеровском эффекте, когда частота отраженных волн меняется в зависимости от скорости движения сканируемого объекта.
- Объектами, отражающими звуковые волны, являются эритроциты

ПРИРОДА ДОППЛЕРОГРАФИИ (D – РЕЖИМ)

- Японский физик Сигэо Сатомура показал, что доплеровские сигналы могут быть получены по сердечным сокращениям и по движениям клапана с помощью преобразователя 3 МГц с последующей спектрограммой.
- Основываясь на этих выводах, Сатомура и его коллеги начали применять различные способы изучения движения сердца и кровотока в периферических сосудах.
- Результаты этой работы установили, что кровоток в периферических венах и артериях можно идентифицировать чрескожно и показали, что скорость кровотока соответствует изменению частоты сдвига

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДОППЛЕР (PD - POWER DOPPLER)



Данный метод имеет самую высокую чувствительность и позволяет исследовать мелкие кровеносные сосуды

Первый спектральный анализ сигнала непрерывного доплеровского потока

РАСШИРЕНИЕ РОЛИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Последующие исследования включают в себя:

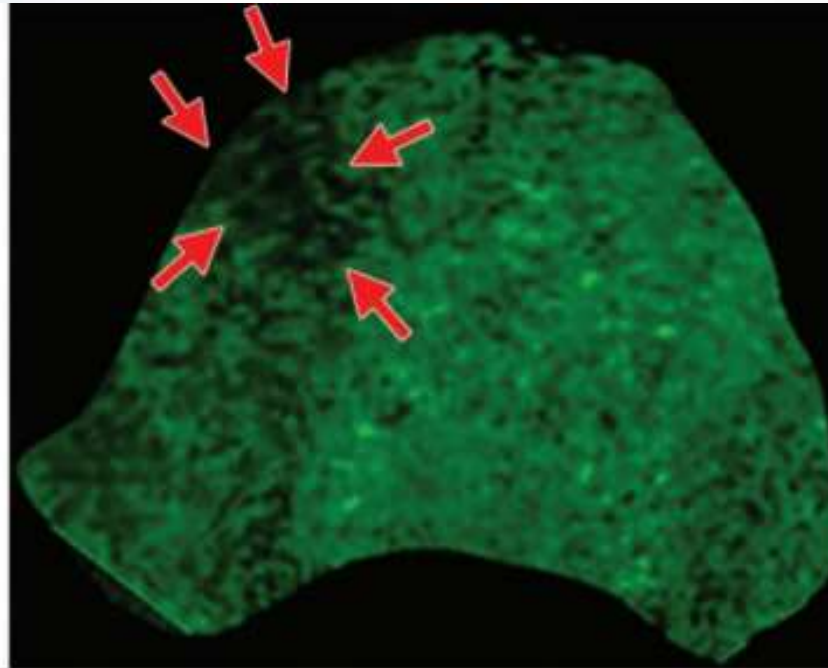
- улучшение мобильности и портативности УЗ сканера;
- снижение затрат на проведение ультразвукового исследования;
- инновационные технологии УЗИ;
- увеличение частоты использования УЗИ в интервенционной медицине

УЛУЧШЕННАЯ МОБИЛЬНОСТЬ И ПОРТАТИВНОСТЬ УЗ СКАНЕРА

- Компактное, портативное и недорогое ручное устройство улучшило доступность УЗИ, особенно для областей вне радиологии, таких как кардиология и неотложная медицина, а также в областях, где медицинская помощь ограничена, например, в развивающихся странах.
- Компактное УЗИ позволило улучшить методику проведения амбулаторных и стационарных процедур под контролем УЗИ, например при установке центрального венозного катетера и торакоцентезе, что снизило количество осложнений, возникающих при их проведении

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЗИ

■ УЗ- эластография предстательной железы

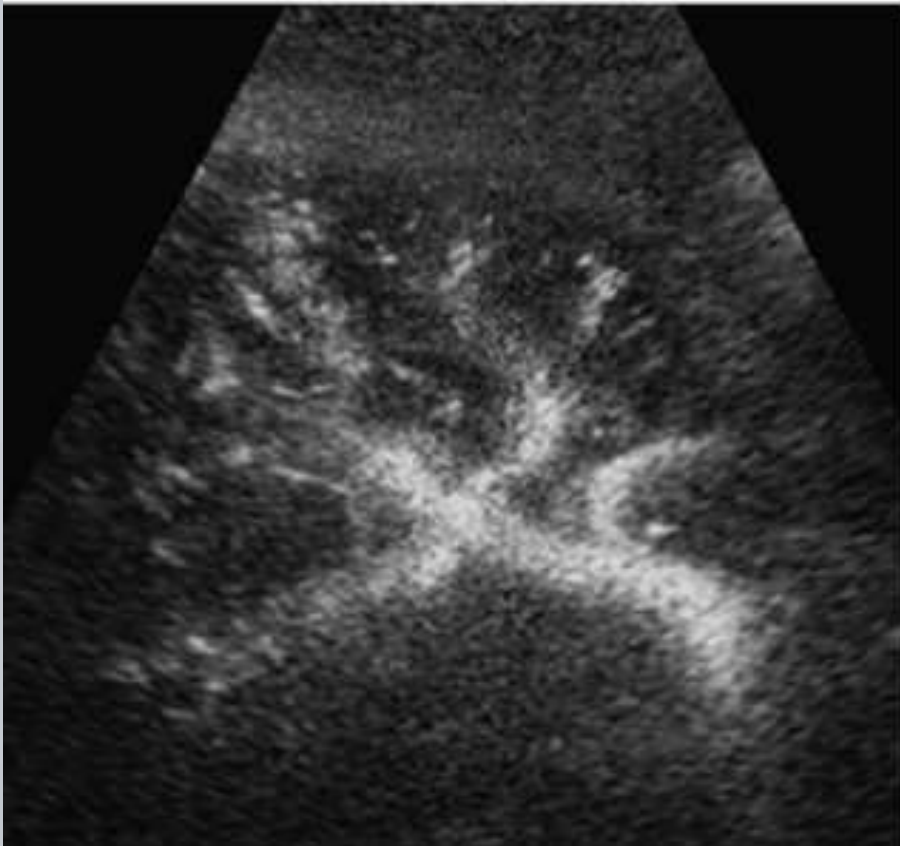


В-режим: неизменная паренхима

Эластограмма: в периферической зоне визуализируется округлое образование, в виде темной области на фоне нормальной паренхимы простаты

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЗИ

■ УЗИ с контрастированием



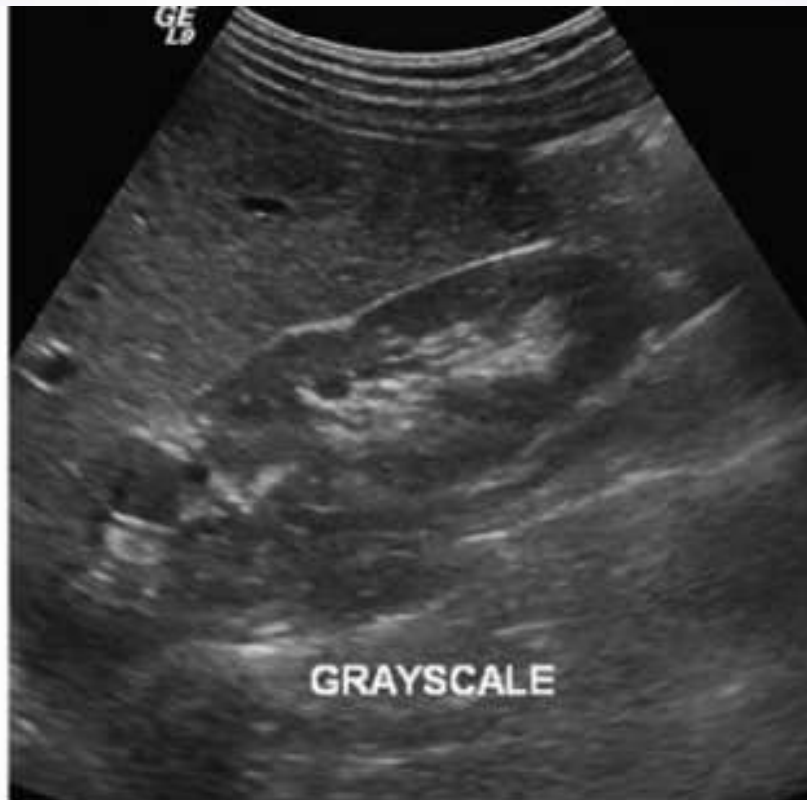
В-режим: применение контрастного вещества позволяет усилить отражение эхо-сигнала от ветвей почечной артерии

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЗИ

- Тканевая гармоническая визуализация



a.



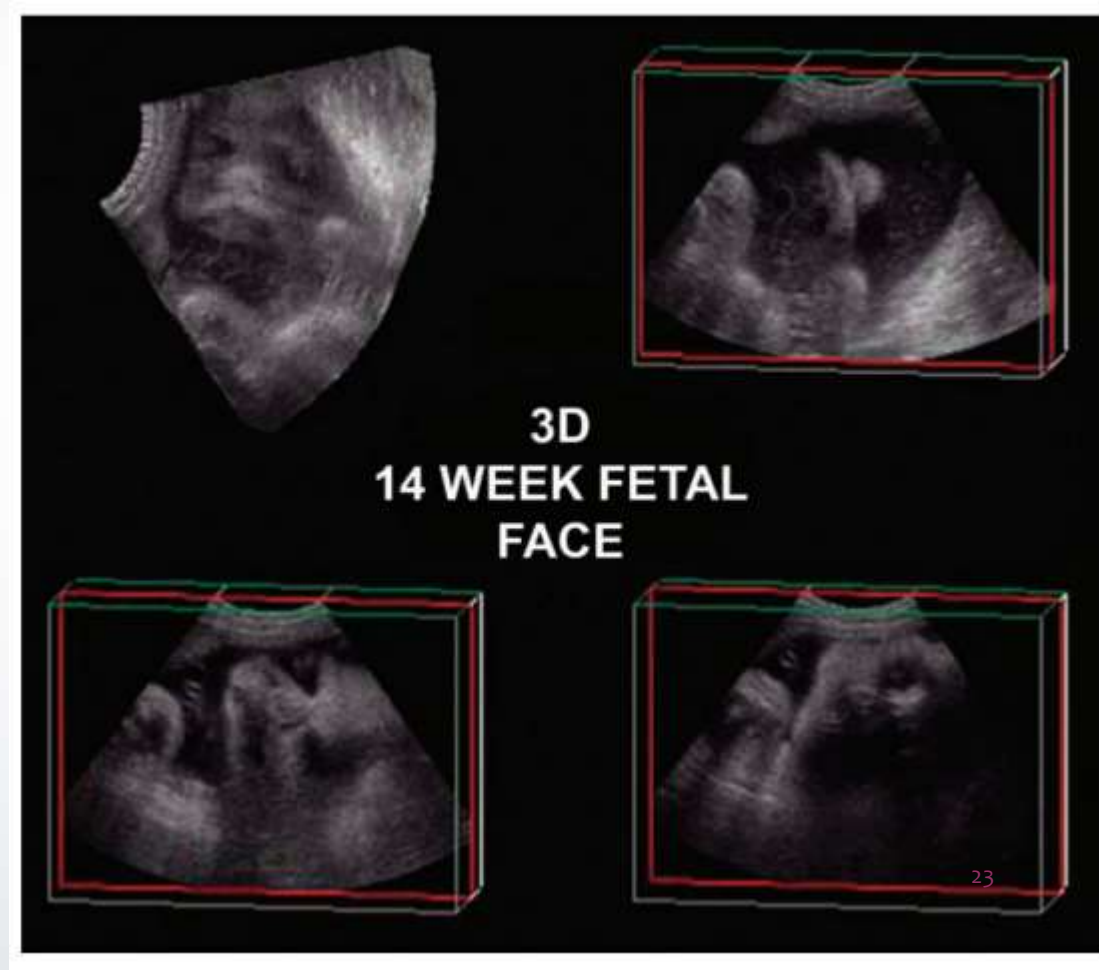
b.

Гармоническое изображение: повышение контрастности и улучшение визуализации кортикомедуллярной дифференцировки

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УЗИ

■ Трехмерное УЗИ

Изображения были получены с помощью простого трехмерного рендеринга поверхности из набора объемных данных. Прямоугольники представляют различные плоскости, в которых изображения можно просматривать для целей рендеринга поверхности



РАСТУЩАЯ РОЛЬ В ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ. ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫЙ СФОКУСИРОВАННЫЙ УЛЬТРАЗВУК (HIFU)

- Впервые предложенная в 1942 г., технология может использоваться для создания непрерывных или продолжительных импульсов высокоэнергетического ультразвука для создания фокального теплового нагрева и механического напряжения тканей-мишеней без повреждения вышележащих и прилегающих тканей. Конечным результатом является облитерация опухоли *in situ* без инвазивной хирургической резекции.
- При повышении температуры ткани до 50–100°C происходит необратимое повреждение ткани посредством процесса, называемого коагуляционным некрозом.
- При достижении резонанса также возникает механическое напряжение, вызывающее образование, расширение и схлопывание пузырьков, что приводит к дополнительному повреждению тканей посредством процесса, называемого кавитацией

S-Fusion (гибридные технологии)

- УЗИ в реальном времени может сочетаться с эталонным изображением, полученным с помощью другого метода, такого как КТ или МРТ. Данный метод часто используется для интраоперационных процедур. Объединение изображений под УЗ-наведением является более быстрым и дешевым методом по сравнению с КТ- или МРТ-объединением.
- После совместной регистрации изображений система непрерывно генерирует переформатированные плоскости из эталонных изображений, чтобы они соответствовали ультразвуковым изображениям в реальном времени, отображая их рядом или в виде наложения. Этот метод позволяет напрямую соотносить изображения УЗИ в реальном времени с областью интереса в эталонном исследовании

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- УЗИ стало основным методом визуализации во всех областях медицины для скрининга, диагностики, наблюдения и лечения заболеваний.
- Использование ультразвука в медицине стало возможным благодаря исследователям, которые смогли перевести фундаментальные научные концепции и промышленные технологии в новаторские методы неинвазивной медицинской визуализации.
- Ультразвуковая диагностика продолжает делать важные успехи в здравоохранении не только в улучшении визуализации и доступа к медицинской помощи, но также в терапевтических и интервенционных применениях.
- Ультразвук зарекомендовал себя как безопасный и качественный способ медицинской визуализации и в будущем будет оставаться мощным диагностическим и терапевтическим инструментом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- The History of US: From Bats and Boats to the Bedside and Beyond Katherine A. Kaproth-Joslin, MD, PhD Refky Nicola, DO Vikram S. Dogra, MD 2015

Благодарю за внимание!