

ИМПЕДАНС: ПРИРОДА ЯВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

Подготовила Капустина П.А., 202 гр.

Импеданс - полное (комплексное) сопротивление электрической цепи переменному току.

$$\bullet Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Активное сопротивление:

- Связано с *проводимостью внутренних жидких сред*, являющихся электролитами;
+ *Процессы в тканях*, сопровождающиеся необратимыми потерями энергии;

Реактивное сопротивление:

Определяется *емкостными свойствами исследуемой ткани*, в частности, емкостью биологических мембран

На опыте:

- $|Z| = U_0/I_0$

или

- $|Z| = U_{эфф}/I_{эфф})$.

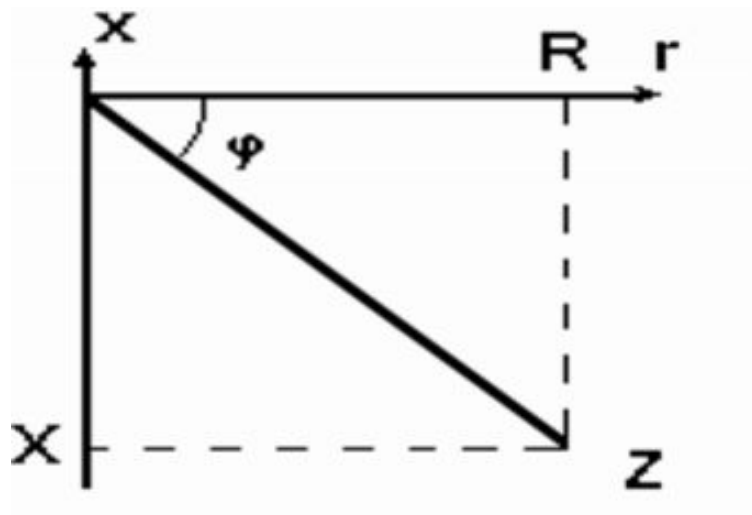


Рис.1. Векторная диаграмма.
R – активное сопротивление;
X – реактивное сопротивление.

Дисперсия импеданса - зависимость электрического импеданса от частоты



Рис.5. Структурные уровни поляризации биологической ткани.

Импеданс биологических тканей *уменьшается при увеличении частоты приложенного электрического поля*, что связано с наличием емкостной составляющей импеданса, обусловленной в основном явлением *поляризации*.

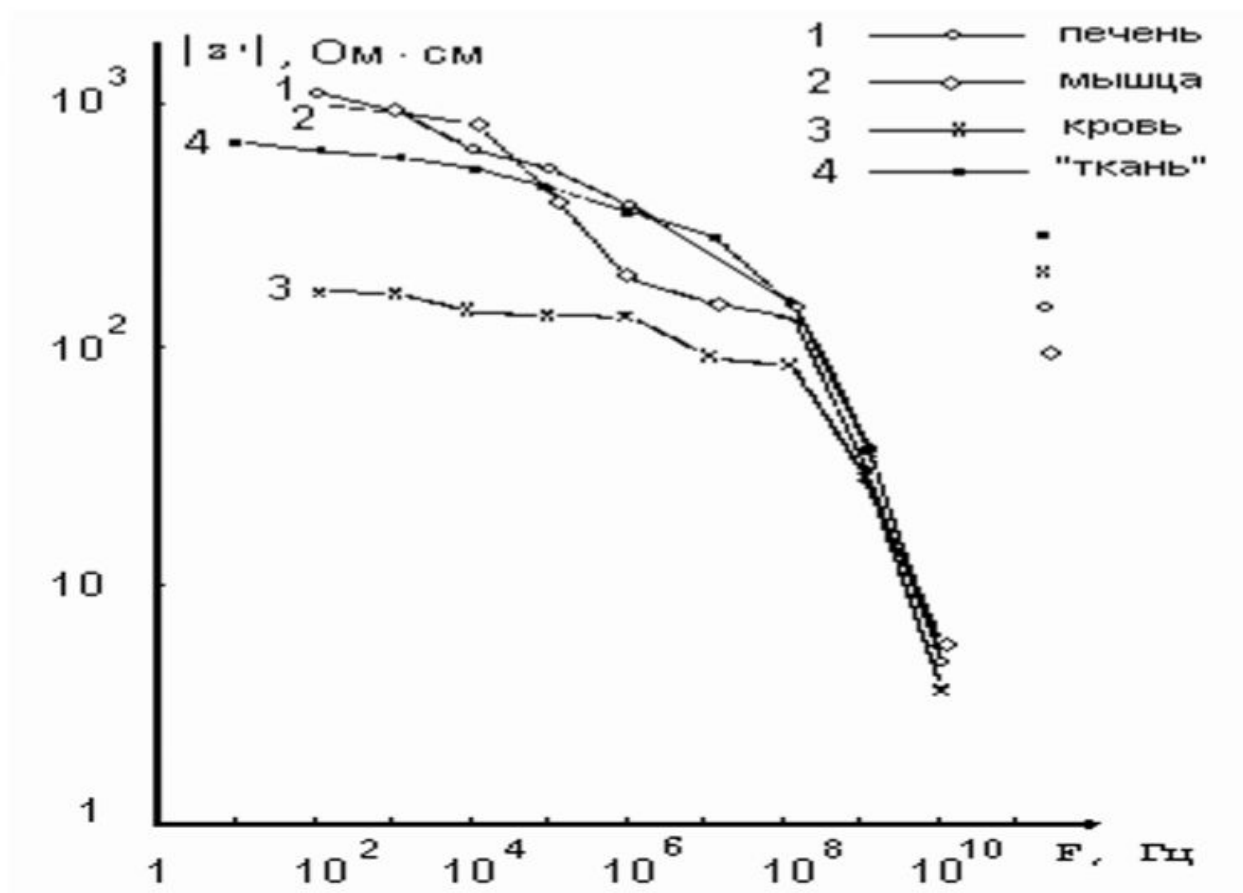


Рис 2. Влияние тканевого состава на частотную зависимость удельного импеданса: 1 - печень, 2 - мышца, 3 - кровь; 4 - "ткань". На координатных осях использован логарифмический масштаб.

Применение: трансплантология

Теоретическое обоснование:

- **Временной фактор определяет жизнеспособность пересаживаемой ткани.**
- Если пересадка осуществляется через значительное время после забора трансплантата, то даже при соблюдении специальных условий хранения в клетках могут произойти необратимые изменения. В первую очередь это касается *клеточных мембран*.

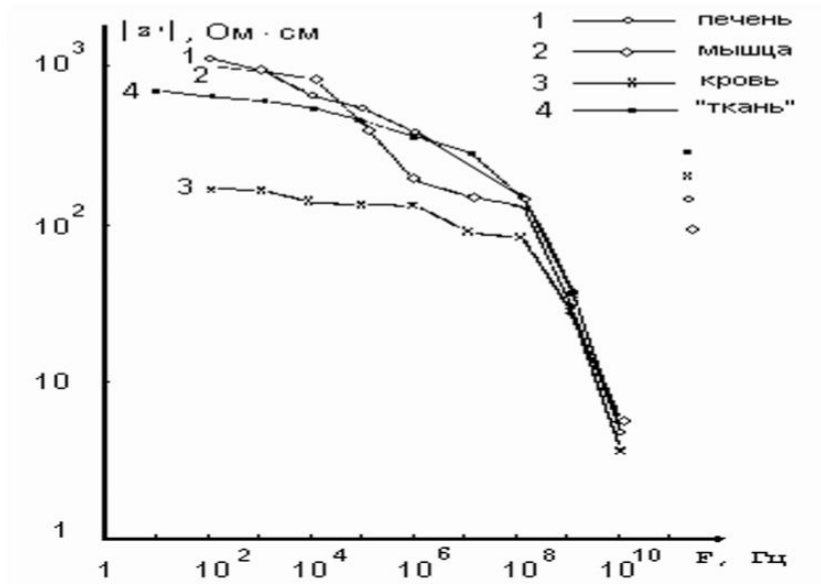


Рис 2. Влияние тканевого состава на частотную зависимость удельного импеданса: 1 - печень, 2 - мышца, 3 - кровь; 4 - "ткань". На координатных осях использован логарифмический масштаб.

- 1) Участок, на котором основным фактором зависимости Z от частоты является проявление емкостных свойств клеток (для мышечной ткани - с частоты 10 кГц);
- 2) При изменении частоты тока от F_{min} (~ 10 кГц) до F_{max} (~ 100 кГц) величина импеданса резко уменьшается;
- 3) Поляризуемость на клеточном уровне уменьшается, электрическая емкость образца ткани также уменьшается;



Кривая изменения $Z(F)$ в диапазоне частот $F_{min} \div F_{max}$ сглаживается.

ΔZ – показатель состояния клеточных мембран

- Если разность ΔZ велика, то мембраны клеток ткани находятся в **удовлетворительном состоянии**;
- Если ΔZ мала, то в мембранах клеток произошли изменения, **ткань непригодна для пересадки**.



Данный метод можно использовать как объективную оценку способов консервации, условий и сроков хранения различных тканей, предназначенных для трансплантации.

Применение: реология

- **Реология** - диагностический метод, основанный на регистрации изменения величины импеданса тканей в процессе сердечной деятельности;

Величина импеданса тканей $|Z|$:

$$|Z| = |Z_0| + |z(t)|:$$

Постоянная
составляющая;

Изменяющаяся во
времени в соответствии с
работой сердца;

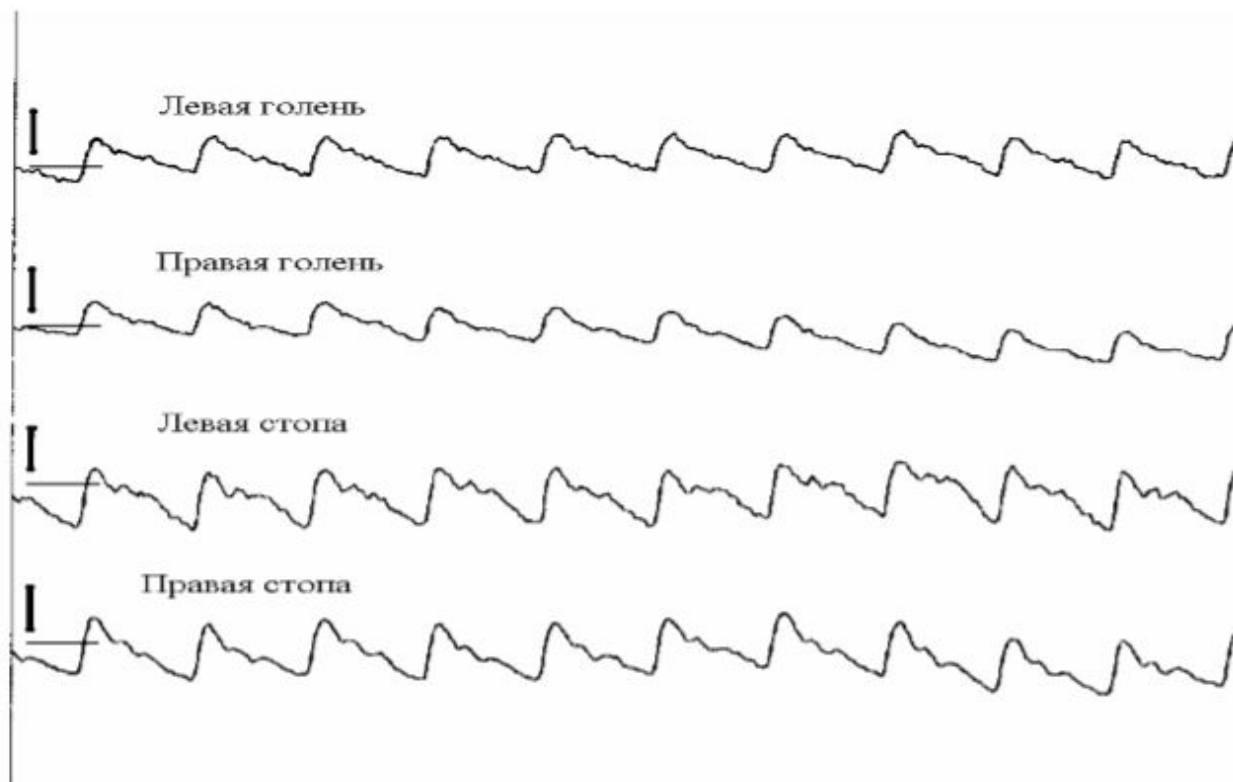


Рис.7. Реограммы голеней и стоп здорового пациента (нативные кривые).

Импедансные хирургические системы

Особенное значение имеют в онкохирургии

Параметр	Слизистая в норме	Аденокарцинома	Солидный рак	Скирр	Полип	
					злокачественный	доброкачественный
Импеданс*, Ом	220 (9)	305 (8)	217 (10)	208 (7)	217 (9)	245 (8)
Приращение*, %	0	+38,6	-1,36	-5,45	-1,36	+11,4
Импеданс**, Ом	462 (7)	402 (12)	360 (9)	355 (11)	378 (9)	553 (7)
Приращение**, %	0	-13,0	-22,10	-23,20	-18,2	+19,7
Коэффициент поляризации K_{Π}	2,10	1,32	1,66	1,71	1,74	2,26
Приращение, %	0	-37,10	-21,00	-18,6	-17,1	+7,6
Соотношение приращений импедансов относительно импеданса здоровой биоткани	-	-0,71	34,00	8,93	28,00	3,64
Число обследуемых, чел.	31	20	11	18	7	22

Примечание. Везде показан прирост относительно нормы. В скобках — максимальное отклонение от среднего значения по результатам измерений импеданса у указанного числа обследуемых.
* Частота 440 кГц. ** Частота 2 кГц.



минимальное поражение прилегающих к ране тканей и эффективное рассечение;



уменьшение термических повреждения массивов клеток биотканей;

ИЭХА: обеспечение гемостаза

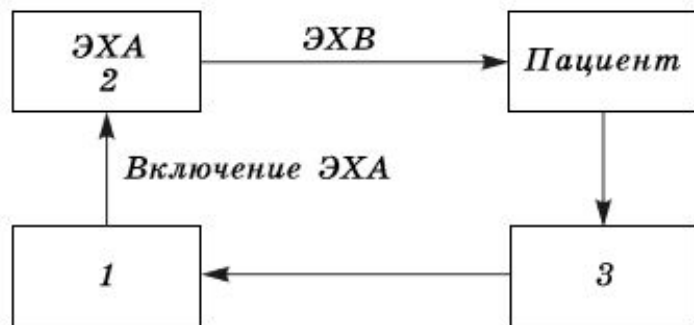


Рис. 3 | Блок-схема электрохирургического аппарата, выход которого синхронизирован с пульсовой волной

1 – блок анализа пульсовой волны (достижение ее максимальной и минимальной величины);

3 – блок измерения пульсовой волны и определения ее параметров

Применение: мониторинг

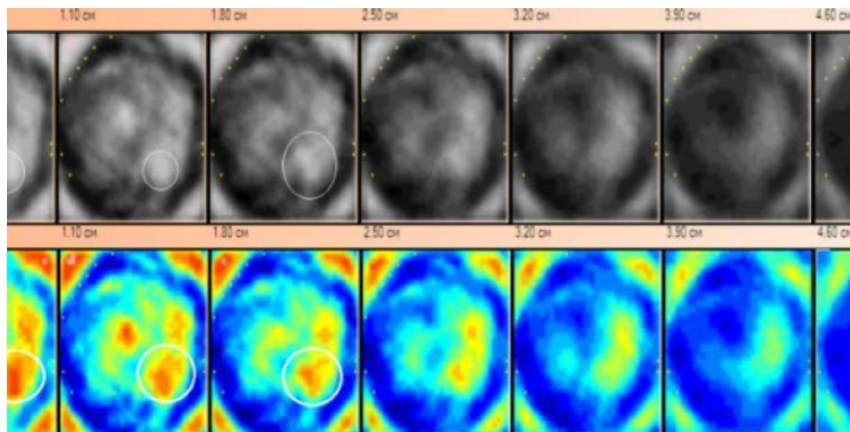
- Метод мониторинга внутрижелудочной среды при гастродуоденальных кровотечениях
- Предложенные устройства могут использоваться только по отдельности, что не позволяет параллельно оценивать рН желудочного сока, микроциркуляцию в стенке желудка и распознавать повторную геморрагию.
- В качестве такого многофункционального метода оценки была предложена импедансометрия.

Применение: электроимпедансная маммография

- **Электроимпедансная маммография** – метод, позволяющий визуализировать распределение электропроводности биологических тканей в нескольких поперечных сечениях молочной железы пациента и обнаруживать на изображениях патологию как области с аномальными значениями электропроводности.



При применении импедансного маммографа можно получить следующую информацию:



УЧАСТОК ПОВЫШЕННОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ СООТВЕТСТВУЕТ КИСТЕ

- **визуальная (качественная оценка):** компьютерная реконструкция трехмерных распределений электропроводности
- **численная (количественная оценка):** состояние исследуемого объекта в количественном виде (индекс средней электропроводности, степень отклонения, минимальные и максимальные значения);
- **статистическая (сравнительная оценка):** гистограмма распределения электропроводности в молочной железе, сравнение исследуемого объекта с нормой;
- **пространственная (3D-визуализация с фильтрацией сигналов)**

Операционные характеристики импедансной маммографии

- Чувствительность - 92%;
- Специфичность – 99%;
- Прогностическая ценность положительного результата – 73%;
- Прогностическая ценность отрицательного результата – 99%.

Спасибо за внимание!