

7. Trokel S.L. Excimer laser surgery of the cornea [Електронний ресурс] / S.L. Trokel, R. Srinivasan, B. Braren // NCBI. – 1983. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6660257>. – Заголовок з екрану.

8. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине / Е.А. Шахно. – Санкт-Петербург, 2012. – 129 с. – (НИУ ИТМО).

Лелікова Д.О.

студентка,

Науковий керівник: Новікова І.М.

викладач,

*Національний медичний університет
імені О.О. Богомольця*

ФУНДАМЕНТАЛЬНА ФІЗИЧНА СКЛАДОВА ЯК ПІДГРУНТТЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ СЕРЦЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Актуальність. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я серцево-судинні захворювання є найбільш поширеною причиною смертності у світі. Лише у 2016 році 17,9 мільйонів людей загинуло від серцево-судинних захворювань, що склало 31% загальної кількості смертей. Україна знаходиться на другому місці у світі за статистикою хвороб серця серед населення віком від 35 до 74 років. На сьогодні найбільш поширені гіпертонія, ішемічна хвороба, серцева недостатність, аритмія. Тому питання вчасного діагностування серцевих хвороб, особливо для людей, які входять у групу ризику, залишається одним з найголовнішим у світі сучасної медицини.

Мета. Провести теоретичний аналіз сучасних методів діагностики з точки зору фізики. Встановити переваги та недоліки існуючих методів. Показати перспективні діагностичні методи, які базуються на фізичних законах.

Матеріали та методи. Теоретичний аналіз наукової літератури.

Результати дослідження. Огляд наукових джерел [1-9] показав, що фундаментальні фізичні закони покладені у підґрунтя багатьох методів діагностики та лікування. Серед діагностичних методів відокремлюють методи електрографії (базується на реєстрації різниці потенціалів між точками середовища, які виникають при функціонуванні тканин або органів), магнітно-резонансна томографія (МРТ) (явище ядерно-магнітного резонансу), ультразвукова діагностика УЗД (базується на п'єзоелектричному ефекті). Сучасні діагностичні методи, які ґрунтуються ефекті Доплера кольорове доплеревське картування, енергетична доплерографія, тканева доплерографія. Серед електрографічних методик на сьогоднішній день найбільш широкого застосування знайшли кардіографія, енцефалографія, електроміограма, електроретинограма та електрогастрографія.

На сьогодні найбільш поширеним методом інструментального дослідження є електрокардіографія (ЕКГ), цей метод реєструє біоелектричне поле серця, яке є послідовно повторюваною динамікою трансмембранних потенціалів (інтегральних кластерних біоелектричних розрядів) кардіоміоцитів. Фізичне підґрунтя методик не змінюється, але значно покращуються технічні характеристики характеристики завдяки кібернетизації в галузі науки. Підвищується точності цифрової реєстрації, візуалізації ЕКГ сигналів, застосовуються мікропроцесори нового покоління, здійснюється автоматичне вимірювання кількісних параметрів та зберігання інформації у базах даних. ЕКГ дозволяє отримати інформацію про електрофізіологічні процеси у всіх відділах міокарду та діагностувати ішемію, інфаркт міокарду, шлуночкову аритмію, блокаду пучка Гіса. Серед методів електрокардіографії поширеними є класична ЕКГ 12 відведень, ортогональна скалярна електрографія по Франку та Макфі-Парунгао.

Ретельний аналіз найбільш перспективних та новітніх методів діагностики надана у таблиці 1.

Таблиця 1

Фізичні основи сучасних методів діагностики

Методи діагностики	Фізична складова та принцип дії методу	Застосування
1	2	3
1. 3D-картування – інвазивний метод дослідження електричної активності серця [2]	Оснований на використанні абляційного катетора та постійного магнітного поля, яке калібрується за допомогою комп'ютера. Положення електрода у серці дозволяє отримати зображення ділянок серця, які система потім переводить у 3D зображення у реальному часі.	Надає дані про електричну активність серця, дозволяє визначити об'єм та тиск передсердь.
2. Векторокардіографія – метод, що дозволяє визначити роботу провідної системи серця, реєструє зміни сумарного вектора за серцевий цикл [3; 7]	Базується на ортогональній проекції відведень Макфі-Парунгао. Дозволяє візуалізувати просторово-часовий характер біологічного поля серця, яке характеризується інтегральним електричним вектором, за допомогою просторово-углового розташування петель по відношенню до трьох взаємно перпендикулярних площин (горизонтальної, фронтальної, сагітальної).	Завдяки можливості просторової візуалізації надає дані про величину і локалізацію у просторі D вектора у різні моменти електричної систоли шлуночків. Дозволяє діагностувати рубцові ураження міокарда, різні форми односторонньої та двосторонньої гіпертрофії шлуночків, стенокардію та інфаркт міокарда.

Закінчення таблиці 1

1	2	3
<p>3. Імпедансна кардіографія – неінвазивний метод оцінки центральної гемодинаміки. [3]</p>	<p>Дозволяє визначити ударний об'єм крові (УО). Основується на методі, згідно з яким зміни електричного опору ділянки тіла змінному високочастотному струму пропорціональні зміни об'єма крові. УО вираховується за пропорціональною зміною імпеданса (Z) та його першої похідної (dZ/dt)</p>	<p>За аналізами форми реограми можна визначити стан серцевих судин, а саме про підвищення тонуусу артерій та ускладнений венозний відтік.</p>
<p>4. Дисперсійне картування – новий неінвазивний метод оцінки біопотенціалів серця. [5]</p>	<p>Є технологією контролю низько-амплітудних коливань ЕКГ сигналу. Даний метод відображає характеристики повторюваності рухів фронтів деполяризації та реполяризації при кожному скороченні серця за проміжок часу. Для отримання дисперсійної характеристики коливань цифрові дані пропускають через інформаційний посилювач – спеціальний модуль когерентного посилення слабких сигналів, який посилює малі відхилення в усіх комплексах QRS</p>	<p>Дисперсійні характеристики дають інтегральну оцінку змін структурних характеристик міокарда. Точність локалізації дисперсійних змін визначається кількістю аналізованих відведень.</p>
<p>5. Тканина доплерівська візуалізація (ТДВ) – група методів кількісної оцінки функції стану міокарда, що базується на ефекті Доплера. [8; 9]</p>	<p>Базується на ефекті Доплера – властивість хвилі змінювати свою частоту при відзеркаленні від об'єкта, з яким вона стикається, але на відміну від класичної доплерографії ТДВ досліджує не рух внутрішньо серцевих потоків, а рух волокон міокарда. Хвилі є низько-частотними та мають високу амплітуду через малу швидкість руху тканини. Оцінка деформації та швидкості деформації тканин проводиться за аналізом просторового градієнта швидкостей за формулою: $E=V1-V2/L$</p>	<p>Згідно з результатами клінічних досліджень ТДВ дозволяє виявити порушення м'язової скоротливості у хворих з гострим інфарктом міокарда та пост-інфарктним кардіосклерозом. Застосовується для діагностики діастолічної дисфункції, амілоїдозу.</p>
<p>6. Дипольна електротопокардіографія (ДЕКАРТО) – неінвазивний метод дослідження процесів поляризації шлуночків серця. [6]</p>	<p>Є спрощеним варіантом електрокардіо картування, де початковими даними є вектор серця. Через недостатність інформації застосовується найпростіша модель електрогенної зони: однозв'язний фронт деполяризації. Електрофізіологічні стани шлуночків проєктуються на сферу відображення та утворюють моментні карти декартограм деполяризації та реполяризації.</p>	<p>Дозволяє проводити диференціальну діагностику гіпертрофії серця, ішемічних та інфарктних вогнищ у шлуночках та збільшення передсердь.</p>

Джерело: розроблено автором за даними [2-9]

Тканина доплерографія є неівазивним, доступним для широкої клінічної практики та дуже перспективним методом. Серед методів контролю чутливості до метаболічних змін він має найкращі показники. Сильна сторона ДЕКАРТО полягає у тому, що він прив'язує візуальні характеристики до анатомічних елементів поверхні серця і, незважаючи на те, що метод включає достатньо просту обчислювальну процедуру, він дозволяє отримувати високоінформативні кількісні параметри. Обробку векторограм покладено в основу системного оцінювання стану серця у нормі та при паталогічних станах.

Висновок. Аналіз теоретичних джерел показав, що фізичні теорії є підґрунтям сучасних методів діагностики. Майже всі методи є неінвазивними, що зводить до мінімуму передачу інфекційних захворювань через кров. Методи ефективні, але враховуючи значну вірогідність похибки на практиці одночасно використовуються декілька методів: аналіз векторограм та декартограм дозволяє точніше діагностувати гіпертрофію серця, стрес-екографія разом з тканиною доплерографією допомагає диференціювати приглушений міокард від ішемії міокарда. Найбільш новітнім та інформативним методом діагностики є 3D картування.

Список використаних джерел:

1. Р. Жадейко Современные методики ЭКГ [Электронный ресурс] / Ростислав Жадейко – Режим доступа: <http://www.kardi.ru/ru/index/Article?&ViewType=view&Id=81>.
2. Методика 3D электрофизиологического картирования CARTO – в Индии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://heart.su/3DElectrophysiologicalMappingMethodologyCARTOIndia>.
3. Системная оценка электрофизиологических параметров биоэлектрического поля сердца человека : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. мед. наук : спец. 03.00.13 "фізіологія" / – Ставропіль, 2004. – 40 с.
4. Г.В. Рябыкина Развитие методов исследования электрического поля сердца в отделе новых методов диагностики / Г.В. Рябыкина, Т.А. Сахнова, А.В. Соболев // Кардиологический вестник. – 2010. – № 1. – С. 56-61.
5. А.С. Сула Дисперсионное картирование – новый метод анализа ЭКГ. Биофизические основы электродинамической модели биогенератора сердца / А.С. Сула, Г.В. Рябыкина, В.Г. Гришин. // Кардиологический вестник. – 2007, Т. 2, № 1 (14). – С. 49-56.
6. Л.И. Титомир Комплексная методика электрокардиографической диагностики на основе эвристических и количественных подходов дипольной электрокардиотопографии / Л.И. Титомир, В.Г. Трунов, А.Э. Айду // Математические методы распознавания образов, Москва, 2007. – С. 628-631.
7. А.Н. Валобуев Локализация патологических проводящих сердечных структур с помощью вектор-электрографии / А.Н. Валобуев. // Здоровье и образование в 21 веке. – 2007. – № 4. – С. 158.
8. Е.П. Науменко Современное и перспективное применение эхокардиографии с использованием тканевой доплерографии в оценке структурно-функционального состояния миокарда у пациентов с сочетаной патологией: ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом 2 типа / Е.П. Науменко, И.Э. Адзериго // Проблемы здоровья и экологии. – 2014. – № 3 (41). – С. 18-25.
9. Носенко Н.Н. Тканевая миокардиальная доплер-эхокардиография: возможности и ограничения метода [Электронный ресурс] / Н.Н. Носенко, С.В. Поташев – Режим доступа: <http://www.mif-ua.com/archive/article/3603>.