

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

III науково-практичної інтернет-конференції



**РОЗВИТОК
ПРИРОДНИЧИХ НАУК
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ
ДОСЯГНЕНЬ У
МЕДИЦИНІ**

*м. Чернівці
21 червня 2023 року*

21. 9. Primin M.A., Nedayvoda I.V. A Method and an Algorithm to Reconstruct the Spatial Structure of Current Density Vectors in Magnetocardiography. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2017. 53(3): 485–494. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10559-017-9950-6>
22. Hailer B., Chaikovsky I., Auth-Eisernitz S., Schäfer H., Steinberg F., Grönemeyer D.H.W. Magnetocardiography in CAD with a new system in an unshielded setting. *Clinical Cardiology*. 2003. 26(10): 465-471. DOI: <https://doi.org/10.1002/clc.4960261007>
23. Wacker-Gussmann A, Strasburger JF, Wakai RT. Contribution of Fetal Magnetocardiography to Diagnosis, Risk Assessment, and Treatment of Fetal Arrhythmia. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(15):e025224. doi:10.1161/JAHA.121.025224
24. Wang TKM, Ayoub C, Chetrit M, et al. Cardiac Magnetic Resonance Imaging Techniques and Applications for Pericardial Diseases. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2022; 15(7):e014283. doi:10.1161/CIRCIMAGING.122.014283
25. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. ЭЛБ-СПб., 2003. 371 с.
26. Федьків С.В. Магнітно-резонансна томографія як сучасний метод візуалізації в кардіології. *Серцева недостатність*. 2013. № 2. С. 5-13.
27. Силян А.Ю., Лесняк В.Н. Магнітно-резонансна томографія серця в клінічній практиці. *Клінічеська практика*. 2013. № 1. С. 67-76.
28. Tseluiko, V. I., & Radchenko, O. V. (2016). Холтерівське моніторування в діагностиці порушень ритма і провідності серця. *Ліки України*, (5-6(201-2)), 22–35. [https://doi.org/10.37987/1997-9894.2016.5-6\(201-2\).204729](https://doi.org/10.37987/1997-9894.2016.5-6(201-2).204729)

УДК 577.3:004.93

Остафійчук Д.І. , Ралик Д.М. , Касянюк В.О.

БІОМЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ (новітні дослідження в медицині)

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

ostafiichukdmytro@gmail.com , ralyk1929.med@bsmu.edu.ua ,

kasyanyukvlad5.med@bsmu.edu.ua

Анотація: В статті оглядово визначено новітні дослідження в медицині, які значно якісно покращують біомедичні, діагностичні, лабораторні методи діагностики, виділено роль необхідних технологій в експертній оцінці функціональних порушень опорно-рухової та нервової системи; визначено роль методу біоімпедансного аналізу при виявленні та диференціації меланомних захворювань шкіри; відмічено вплив ультразвукового випромінювання у вдосконаленні методики фізіотерапевтичного впливу на біотканину; охарактеризовано метод реографії, як ефективний метод діагностики стану кровонаповнення органу чи судин; відмічено ефективність поєднання методів спекл-інтерферометрії та проточної цитометрії для аналізу характеристик крові людини.

Ключові слова: Спекл-інтерферометрія, проточна цитометрія, лазери, реографія, коагуляція, ультразвук, біоімпедансометрія, біомеханіка, біомедичні технології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є фрагментом науково-дослідної роботи “Сучасні аспекти біофізичних досліджень у контексті розвитку природничих наук”, номер державної реєстрації 0120U102559 .

Мета дослідження: аналіз новітніх досліджень у біомедичних технологіях, які дають реальну можливість їх використання в медицині; проаналізувати можливість використання новітніх технологій у процесі вивчення біофізики в закладах медичної освіти.

Біомеханіка стопи людини. Серед захворювань опорно-рухового апарату провідне місце займають деформації стопи. Біомеханіка стопи розглядається з точки зору її опорної та ресорної функції. При визначених механічних перенавантаженнях систем, що підтримують склепіння – порушуються функції стопи, спотворюється руховий стереотип, відбуваються перерозподіли сил, які передаються на інші відділи опорно-рухового апарату в результаті чого виникають відхилення від норми, які виражаються в патологічних змінах. Для об'єктивної оцінки розподілу навантаження, викликаного вагою тіла людини, необхідні клінічний аналіз руху та постуралогічне обстеження. При аналізі навантажень на стопу, необхідно враховувати ударні навантаження, як один з видів динамічних. У медицині розроблено новий комплексний метод аналізу опорного навантаження, який дозволяє оцінити статичну і динамічну складові навантаження на стопу. Проведеними дослідженнями встановлено, що максимальний контакт з опорою має передній відділ стопи у фазі відштовхування, потім задній відділ стопи у фазі приземлення, найменший – середній відділ стопи у фазі перекату. При збільшенні швидкості переміщення та довжини кроку збільшуються ударні навантаження. У людей з вкороченням довжини однієї з нижніх кінцівок, збільшується сумарне навантаження на опорну кінцівку, а фактор опорної сили за статичною і динамічною складовою, можна використовувати як діагностичний критерій, який впливає на визначення деформації стопи. Розрахунок коефіцієнту детермінації визначає наявність певної деформації стопи, яка визначається величиною опорної сили. Особливості стояння, ходи, циклу кроку та опорних властивостей визначається біомеханічними параметрами стопи. Результати досліджень можуть бути використані в науково-дослідницькій діяльності та бути основою експертної оцінки функціональних порушень опорно-рухової та нервової системи [1] .

Біоімпедансний аналіз діагностики стану шкіри. Здатність біологічної тканини чинити опір протіканню електричного струму вважається пасивною електричною властивістю, що використовується при діагностиці в біоімпедансометрії. Найбільш раціональним є використання біоімпедансного аналізу в практичній дерматології, як додаткового діагностичного інструменту. Будь-які відхилення від нормального

функціонування організму, зміна стану біотканини супроводжується структурними та електричними змінами, які можливо зареєструвати. Тому електропровідність та імпеданс будуть змінюватись залежно від проходження струму через різні типи біотканини (клітину, шар шкіри, м'язи і т.ін.). Електричний струм зазнає найбільших змін при проходженні рогового шару та протіканні через мембрани клітин. Високочастотний струм протікає через клітини найкоротшим геометричним шляхом, низькочастотний струм (до 500 кГц) оминає ядра і органели, рухається по цитоплазмі, шляхом найменшого опору.

Біоімпедансний метод є неінвазивним методом оцінки стану досліджуваного біооб'єкта і дає можливість стежити за змінами шкіри, алергічними реакціями, метаболічними процесами, існує також можливість використання методу для діагностики меланому, інших захворювань у верхніх шарах шкіри.

Меланома, як злоякісне новоутворення, виникає за рахунок трансформації пігментних клітин шкіри і відрізняється від інших шкірних патологій швидким поширенням та метастазуванням у лімфатичні вузли. Проведеними дослідженнями встановлено, що значення імпедансу меланомних злоякісних тканин змінюється залежно від фізіологічних станів, природи новоутворень та їх дислокації і значення імпедансу дуже відрізняється для здорових і патологічних біотканин. Для біоімпедансного методу використовують імпедансний аналізатор на основі інтегральної мікросхеми АDB940. По активному каналу аналізатора стимулюється шкіра фоновим сформованим сигналом, по пасивному каналу – відбувається реєстрація сигналу, що протікає через біологічний об'єкт. Відмічено, що за частот 300 кГц до 750 кГц існують суттєві ємнісні відмінності для здорових та ракових тканин, тому існує реальна можливість диференціації захворювань шкіри, в тому числі меланом [2].

УЗ випромінювання та коагуляція. Сучасна медицина має широкий вибір медикаментозних засобів лікування, що викликає в багатьох випадках адаптацію до них, зниження лікувального ефекту, виникнення алергічних реакцій. На противагу більшість фізичних факторів лікування стимулюють власні сили організму для боротьби з хворобою, не створюючи побічних ефектів.

Одним з фізичних факторів впливу є ультразвук. Під впливом УЗ відбувається мікровібрація на клітинному рівні, стимулюються процеси мікроциркуляції, змінюється (збільшується) проникність клітинних мембран, змінюється концентрація різних речовин в клітині та ззовні.

Важливим компонентом у механізмі біологічної дії ультразвуку є утворення мікродіафрагм у середині клітини, тобто в об'ємі клітин створюються акустичні потоки, які призводять до переміщення внутрішньоклітинних утворень і зміни їх просторової орієнтації.

Такі зміни підвищують функціональну активність клітини, її чутливість до фізичних і хімічних факторів. Тому при дії УЗ на кров відмічено вплив на процес коагуляції альбуміну. Речовини, які містять альбумін називають альбуміноїди. Альбуміноїдами є також сироватковий альбумін, складова частина крові і спинномозкової рідини. Кров протікає по капілярній стіні, забезпечує біотканини поживними речовинами і очищає від продуктів розпаду тому перевищення безпечного рівня інтенсивності та тривалості ультразвукового випромінювання призводить до зміни параметрів кровонаповнення та тромбування капілярного кровотоку.

Проведені результати досліджень та математичного моделювання впливу УЗ на біологічне середовище показали, що, чим довший час впливу УЗ випромінювання, тим більше порушується цілісність клітинної мембрани, посилюється процес коагуляції в біологічному середовищі. Первинні процеси коагуляції в крові альбуміну відбуваються при частоті УЗ більше 42 кГц і посилюється при збільшенні часу опромінення, частоти та інтенсивності ультразвуку. Отримані дані використовують для роботи фізіотерапевтичного апарату з системою УЗ ванни для лікування кінцівок рук та ніг, при впливі УЗ випромінювання через рідину. У перспективі можливо розроблення ефективних режимів дії УЗ коливань у різних рідинних середовищах [3].

Інформативна реографія. Хвороби системи кровообігу є найбільш розповсюдженою патологією. Ефективним неінвазійним методом діагностики стану кровонаповнення органу чи судин, стану судинної системи, в цілому, є реографія. Використання її результатів дає можливість виявити порушення кровообігу, стану судин, ефективність та обґрунтованість терапії, лікувально-реабілітаційні заходи.

Реографічні дослідження проводяться на реографах визначеного класу за визначеними технічними характеристиками: кількість реографічних каналів, амплітуда вимірювального струму, діапазон вимірювання базового опору.

Методика реографічних досліджень проводиться відповідною схемою за основними параметрами: амплітуда систолічної хвилі, реографічний показник, дикротичний індекс, діастолічний індекс, час розповсюдження нульової хвилі, період швидкого наповнення, період повільного наповнення, базовий імпеданс, показник тону артерії розділення, показник тону артерії спротиву.

Аналіз результатів дослідження проводиться за принципом інформативності. Інформативність – це характеристика, яка показує, наскільки параметр дозволяє характеризувати стан пацієнта або порушення функцій, що досліджується. Для визначення

інформативності параметрів реографії використовуються методи математичної статистики за сформованим алгоритмом [4].

Лазери для дослідження крові. На сьогоднішній день інтенсивно впроваджуються лазерні технології в біомедичні дослідження. Лазери ефективно використовуються при проектуванні апаратів медичної діагностики.

Дослідження біохімічних параметрів та формених елементів крові за допомогою лазерів відіграють важливу роль. Широке впровадження лазерів у практику наукових досліджень здійснили вагомий вплив на розвиток нових методів діагностики і терапії.

Тому лазер у даному випадку використано для дослідження параметрів крові з використанням спекл-інтерферометрії та елементів проточної цитометрії для підвищення достовірності та точності визначення параметрів крові. Статичні властивості спекл-інтерферометрії, під час опромінення лазерним променем жорсткої поверхні не залежить від характеристик рельєфу поверхні. Більшість поверхонь, що пропускають чи відбивають лазерне випромінювання, є екстремально жорсткі відносно довжини хвилі. Основний вклад у розсіювання світла вносять ділянки поверхні з так званими центрами (точками) розсіювання. При збільшенні жорсткості і величини освітлювальної ділянки, число точок розсіювання (випромінювання) зростає. Відбита від площини хвиля складається з вкладів від великого числа малих ділянок поверхні, які можна вважати незалежними центрами розсіювання.

Даний лазерний прилад заснований на методах аналізу об'єктивних та суб'єктивних спеклів під час опромінення крові висококогерентним лазерним променем. Об'єктивна спекл-картина формується у всьому просторі перед поверхнею, що освітлюється. Суб'єктивна спекл-картина виникає при відображенні розсіювальної поверхні на екран за допомогою оптичної системи. Це дає можливість дослідження характеристик крові людини (форма та розмір формених елементів крові, концентрація мікрочастинок у крові, їх кількість) на основі механізму формування спекл-картин та спекл-структур.

Лазерний прилад (вдосконалений) для дослідження характеристик крові дає можливість підвищити достовірність визначення параметрів крові та виконати попередню діагностику цілого ряду захворювань. Наукова новизна полягає у вдосконаленні методу лазерного аналізу крові з використанням спекл-інтерферометрії. До даної методики додано елементи проточного цитометра для отримання широкого спектру результатів аналізу, підвищення достовірності та точності визначення параметрів крові. Поєднання проточної цитометрії та спек-інтерферометрії є перспективною методикою не тільки для аналізу характеристик крові людини, а також для інших біологічних об'єктів [5,6].

Система аналізу асиметрії КТ-зображень при патології. Деменція – розлад мозку, який впливає на нормальну роботу мозку через втрату нейронів чи їх функціональності. Деменція включає такі симптоми як втрата пам'яті, відсутність міркувань і суджень, проблеми з промовою, розумінням мови, зміни в особистості.

Вченими був розроблений алгоритм та побудова комп'ютерної системи для автоматичного виявлення і візуалізації асиметрії КТ-зображень шляхом їх порівняння зі своїм дзеркальним відображенням відносно побудованої осі симетрії. Дослідження базується на тому, що асиметрія мозку змінюється в результаті розвитку ранньої та прогресуючої деменції. Оцінка асиметрії в корі головного мозку базується на структурній магнітно-резонансній томографії. Досліджено і встановлено закономірності певної асиметрії в корі головного мозку за допомогою МРТ і методів комп'ютерного зору. Визначено алгоритм сегментації та візуалізації відмінностей у симетрії правої та лівої півкуль головного мозку та генерування ознак симетрії. Даний алгоритм допомагає оцінити асиметричні ділянки головного мозку, визначити місце і форму патології.

Сама система автоматичного виявлення та візуалізації асиметричних ділянок КТ/МРТ/ПЕТ-зображень забезпечує виділення в кольорі патологічно змінних ділянок. В інтерфейсі передбачена можливість гнучких налаштувань чутливості алгоритму до амплітудних та розмірних параметрів несиметричних деталей [7].

Список використаної літератури

1. Н.Ромакина, А.Федонников, С.Киреев та ін. «Использование методов биомеханики в оценке состояния и коррекции патологии опорно-двигательной системы (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал*, №3. С.310-316. 2015.
2. В.Мартиненко, М.Терашенко «Біоімпедансний аналіз в діагностиці стану шкіри» *Bull. Kyiv. Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak.* вип. 62(2) с.82-87. 2021
3. М.Терешенко, F.Vasko, Shevchenko V. «Оцінка впливу ультразвукового випромінювання на коагуляцію альбуміну», *Kyiv. Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak.* вип. 55(1) с.133-138. 2018
4. Голованова И.С. Выбор информативных признаков. Оценка информативности / И.С. Голованова. - Томск: ТПУ.2003. 18с
5. Пішак В.П. Гістологія з основами гістологічної техніки / Пішак В.П., Федонюк Л.Я., Зажаєва В.В. та ін. Київ Кондор 2006. с.598
6. А.Г.Байкова, М.Ф. Богомолів, В.В. Шликов Лазерний прилад для дослідження характеристик крові. *КПІ. Біомедична інженерія і технологія.* №8 (2022) с.31-39
7. Атамась В.В. Система аналізу асиметрії КТ-зображень для удосконалення процедур виявлення патології: дипломна робота магістра: 122 Комп'ютерні науки. Київ, 2022. 106 с.