

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*

Висновки. Науково-технічний прогрес спричинив суттєву зміну способу життя людини на всіх континентах, стаючи передумовою до появи, прогресування та розвитку ускладнень для ряду захворювань. Здійснюється активний пошук алгоритмів та підходів до оцінки таких змін, виявлення груп ризику і розробки діагностичних стратегій у даному напрямку. На жаль, в Україні даній проблематиці увага практично не приділяється.

Література

1. Social Jetlag and Related Risks for Human Health: A Timely Review / [C. Rocco, A. Streng, L. van Kerkhof та ін.]. // *Nutrients*.. – 2021. – С. 4543.
2. Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review / T.Roenneberg, L. Pilz, G. Zerbin, E. Winnebeck. // *Biology (Basel)*.. – 2019. – С. 54.
3. Kantermann T. Comparing the Morningness-Eveningness Questionnaire and Munich ChronoType Questionnaire to the Dim Light Melatonin Onset / T. Kantermann, H. Sung, H. Burgess. // *Journal of Biological Rhythms*. – №4.
4. Dim light melatonin onset (DLMO): a tool for the analysis of circadian phase in human sleep and chronobiological disorders / [S. Pandi-Perumal, M. Smits, W. Spence та ін.]. // *4. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*.. – 2007. – С. 1–11.

УДК 577.3:61

Остафійчук Д.І. Лещин Т.Б.

АРГУМЕНТОВАНА ПРАВДА ПРО БІОФІЗИКУ В МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

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

Анотація: У статті аргументується роль біофізики в медицині, медичних дослідженнях та діагностиці. Обґрунтовано використання ультразвукового, рентгенівського, лазерного випромінювання, магніто-резонансної томографії, позитронно-емісійної томографії в медицині та визначено основні їх фізичні принципи. Визначено основні фізичні аспекти медичної візуалізації, біофізики дихання та слухового сприйняття.

Ключові слова: візуалізація, магніто-резонансна томографія, діагностика, фізичний принцип, випромінювання, біофізика, медицина.

Вступ. Фізика є фундаментальною наукою, яка відіграє важливу роль у галузі медицини. У даний час діагностичні дослідження різного ступеня складності та максимально безпечні оперативні втручання можна проводити лише з використанням сучасних технічних пристроїв, що розробляються та обслуговуються фізиками. Застосування принципів і технологій фізики зробило революцію в медичній діагностиці, лікуванні та медичних дослідженнях. У компетенцію лікаря, зрозуміло, не входить налаштування та ремонт устаткування, що використовується, але розуміти принципи, що лежать в основі роботи

пристрою, як працює цей пристрій та яке його застосування, він повинен. Також медик повинен розуміти роботу систем організму, яка легко пояснюється фізичними законами. У цій статті ми наведемо аргументи, як фізика змінила на краще медичну сферу. Медицина і фізика – дві галузі, що оточують нас у повсякденності. Щодня вплив фізики на розвиток медицини тільки збільшується, медична галузь за рахунок цього модернізується. Це призводить до того, що багато хвороб вдається вилікувати або зупинити їх поширення і контролювати. Застосування фізики в медицині є незаперечним. Фактично кожен інструмент, який використовується медиками, починаючи зі скальпеля і закінчуючи складними установками для встановлення точного діагнозу, функціонує або виготовлений завдяки досягненням у світі фізики. Багато апаратів, виготовлених фізиками, дозволяють проводити медикам обстеження будь-якого роду. У результаті медичні дослідження дозволяють ставити точні діагнози пацієнтам та знаходити різні шляхи одужання.

Аргумент 1. Медична візуалізація в діагностиці захворювань є заслугою фізики.

Медичні зображення є однією з областей, де фізика має найбільший вплив. Найбільш використовувані в щоденній медичній практиці ультразвукове, рентгенівське зображення, МРТ, КТ, ПЕТ – засновані на фізичних принципах. Фізичні принципи допомагають створювати точніші та детальніші зображення, що дозволяє лікарям точно діагностувати захворювання та обирати найефективніші методи лікування. Всі випромінювання, як неіонізуючі, так й іонізуючі, характеризуються біологічною дією, оскільки здатні викликати зміни в живих організмах. Однак енергія ультразвукових хвиль й електромагнітних коливань, що використовуються в діагностиці, значно нижче енергії, яка супроводжується механічною і хімічною реакцією тканин. До теперішнього часу шкідливих впливів ультразвуку, стабільного магнітного поля і високочастотних радіохвиль на організм людини не зареєстровано, тому їх вважають практично нешкідливими, але питання про їх біологічну дію продовжує вивчатися.

Найпростішим методом візуалізації є отримання плоского зображення об'ємного тіла, коли об'єкт знаходиться між нерухомим випромінювачем (наприклад, рентгенівська трубка) та нерухомим екраном – приймачем (наприклад, фотопластинка). Завдяки проходженню рентгенівських променів через всю товщу об'єкта утворюється рентгенівське зображення. Рентгенівські промені – це електромагнітні хвилі високої енергії, які проникають через м'які тканини, але поглинаються твердими тканинами, такими як кістки. Коли рентгенівські промені проходять через тіло, вони послаблюються і створюють тінь на фотоплівці або цифровому датчику, що відповідає щільності тканини всередині організму. Метод рентгенографії дозволяє досліджувати кістки, легені, серце завдяки природній контрастності.

Інші органи досліджуються після їх штучного контрастування. Тож, завдяки рентгенівським випромінюванням можна діагностувати інфекційні, пухлинні захворювання легень, дослідити дегенеративно-дистрофічні хвороби хребта (остеохондроз, спондиліоз, скривлення), а також виявити переломи і вивихи кісток, перфорації органів та інші зміни. У практиці стоматолога використовується прицільна внутрішньоротова рентгенографія в ділянці певного зуба. Такі знімки можна використовувати для діагностики карієсу, пульпіту і періодонтиту. Через шкідливий вплив іонізуючого випромінювання на організм опромінюють лише досліджувану частину тіла, сусідні ділянки тіла закривають захисними пристосуваннями (зазвичай свинцевою гумою). Техніка отримання зображення окремих шарів різноманітна. Існують методи поздовжнього, поперечного, панорамного, симультанного томографування з різними варіантами проекцій опромінення об'єктів. Найбільш досконалі зображення одержують шляхом комп'ютерної томографії [1].

Аргумент 2. Комп'ютерна томографія (КТ) створює детальні зображення внутрішніх органів та тканин за допомогою рентгенівського випромінювання та комп'ютерної обробки даних. Основний зміст комп'ютерного томографа - це швидке отримання великої кількості рентгенівських знімків під час руху джерела навколо об'єкта (обробляється понад 30 знімків за 1 с). Рентгенівські промені проходять крізь тіло людини, причому вони поглинаються різними тканинами по-різному. Але на звичайній рентгенограмі ми бачимо лише накладання тіней всіх органів, а комп'ютерна томографія дає можливість одержати зображення певного зрізу органу чи комплексу органів. В результаті виходять двовимірні зображення, які характеризуються чіткістю і нагадують анатомічні зрізи. Зображення, отримане за допомогою комп'ютерного томографа, позбавлене так званої сумачії - взаємного накладення складових частин досліджуваного об'єкта. КТ є найкращим методом для виявлення захворювань легень, таких як рак. Також КТ може показати зображення кісток з більшою чіткістю, порівняно з іншими методами діагностики [2].

Аргумент 3. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) утворюється шляхом створення магнітного поля довкола тіла пацієнта. На тіло прямують радіохвилі, які взаємодіють із атомами водню всередині тканин. Створюються слабкі радіохвильові сигнали, які потім обробляються комп'ютером і перетворюються на зображення. Видима пацієнту частина томографа складається з дуже потужного тороїдного магніту (у вигляді кільця) і набору котушок, які надягають на пацієнта - на досліджувану частину тіла. Магніт створює постійне магнітне поле, а котушки, умовно кажучи, відповідають отримання зображення. МРТ дозволяє отримувати картинку відразу в трьох проекціях: аксіальній, коронарній та сагітальній. Аксіальна проекція — це проекція паралельно умовної площини, яка ділить тіло

людини на верхню і нижню половини, коронарна — відповідно, на передню та задню, а сагітальна — на ліву та праву. Згодом за допомогою комп'ютерної обробки виходить об'ємне зображення органу (або частини тіла) людини. Процедура МРТ зазвичай займає від 30 хвилин до 1 години, залежно від того, яка частина тіла досліджується. Під час процедури пацієнт повинен лежати нерухомо, оскільки будь-який рух може зменшити якість зображення. МРТ використовується для діагностики різних захворювань, таких як пухлини, інсульти, травми голови, захворювання хребта, а також для оцінки стану суглобів та внутрішніх органів. МРТ також може використовуватися для спостереження за перебігом лікування та оцінки ефективності лікарських засобів. МРТ вважають найкращим методом отримання зображення, завдяки: безпеці (не використовується рентгеновське випромінювання), більшій точності (дозволяє отримати більш детальне зображення м'яких тканин та органів, таких як мозок, серце та м'язи), кращій діагностиці захворювань (МРТ може допомогти виявити більш ранні стадії захворювань, таких як рак та хвороби серця, ніж КТ, а дослідження спинного мозку на предмет новоутворень взагалі можливе лише за допомогою МРТ). Однак, МРТ може бути дорожчим і займає більше часу, ніж КТ. Саме через дуже великі обсяги одержуваної інформації це дослідження має бути дуже прицільним [3].

Аргумент 4. Ультразвукова діагностика (УЗД) займає своє особливе місце серед інших методів отримання зображень, завдяки, насамперед, достовірності одержуваних результатів, неінвазивності, доступності, відносній простоті і повній безпеці процедури. Зображення утворюється механічними коливаннями і хвилями з частотами в діапазоні 20 кГц-1 ГГц. Ультразвукові хвилі створюються спеціальним приладом, який називається ультразвуковим сканером, він відправляє короткі імпульси ультразвуку всередину тіла. Ці імпульси проходять через м'які тканини і відбиваються від меж різних тканин, таких як кістки, органи та рідини. Різниця в швидкості ультразвуку на межі контакту різних тканин є основною причиною контрасту в ультразвуковому зображенні. Максимальна інтенсивність відбитих ультразвукових хвиль проявляється на дисплеї білим кольором, а мінімальна - чорним. Зображення ділянки тіла відтворює форму і розміри внутрішніх структур, а також деякі їх фізичні властивості, від яких залежить здатність відбивати ультразвук. Комп'ютерні програми дають можливість синтезувати зображення, одержані в різних площинах, і отримувати тривимірне зображення об'єкта. Ультразвукове дослідження дозволяє оцінити стан внутрішніх органів та тканин. УЗД може використовуватися для виявлення пухлин, кіст, каміння та інших утворень. Ехоенцефалоскопія (ехоенцефалографія) використовується для визначення локалізації місць ураження у мозку. Доплерографія використовується для

визначення якісної оцінки кровотоку та діагностики захворювань серцево-судинної системи, а також для контролю за розвитком ембріона під час вагітності [4].

Аргумент 5. Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) – це тривимірний візуалізуючий променевий метод дослідження, заснований на здатності радіоактивного ізотопу накопичуватися в тканинах, які мають високу метаболічну активність. Атоми радіоактивних ізотопів - це своєрідні генератори випромінювання, яке можна зареєструвати та визначити його локалізацію. На цьому ґрунтується метод мічених атомів, що використовується в біологічних та медичних дослідженнях. Усередину досліджуваного об'єкта вводять радіоактивні ізотопи, а до поверхні тіла щільно прикладають фотоплівку. Ізотопи випромінюють гамма-частинки, під дією яких фотоплівка чорніє, особливо на тих ділянках, де вони найбільш сконцентровані. Цей метод дослідження називають **авторадіографією**. Якщо об'єкт має великі розміри, то використовують **сканування**. Радіофармацевтичний препарат вводиться в організм людини. Він накопичується в органі-мішені або прикріплюється до певних клітин. Пристрій візуального відображення виявляє радіофармацевтичний засіб, дозиметр повільно пересувають над об'єктом і реєструють місця накопичення радіоактивних ізотопів і показується яким чином ця речовина поширюється по організму. ПЕТ-сканування використовується для виявлення ракових клітин, пухлин та інших змін у тканинах організму. Воно засноване на використанні радіоактивних речовин, які вводяться в організм та накопичуються у певних тканинах. При проведенні сканування видно, де саме скупчення цих речовин, що дозволяє виявити захворювання на ранній стадії та контролювати ефективність лікування. ПЕТ-сканування також може використовуватися для діагностики серцевих захворювань та деяких неврологічних розладів [2, 5].

Аргумент 6. Будучи інновацією фізики, лазер став «золотим стандартом» медицини. З моменту появи лазерного лікування в лікарській практиці минуло кілька десятиліть. Сьогодні цей метод визнаний одним із найбільш ефективних напрямів у медицині та став практично «золотим стандартом» при лікуванні багатьох патологій. Сучасна хірургія має на меті, у максимально короткі терміни повернути людину до звичного способу та якості життя. Малоінвазивність процедур з використанням лазера найбільше відповідає цьому тренду. Сьогодні це найменш травматичний тип медичного втручання, для якого іноді не потрібно навіть госпіталізація — багато речей можна зробити амбулаторно. На відміну від класичної хірургії, лазерні операції безкровні та безконтактні, та забезпечують високий стерилізуючий та косметичний ефект. Це, у свою чергу, дає колосальні можливості лікарю, що оперує. Відсутність прямого контакту з тканиною виключає небезпеку інфікування —

лазерний «розріз» стерильний за будь-яких умов та гарантує мінімальне пошкодження довколишніх тканин. Лазерне випромінювання має коагулюючу, тобто кровоспинну дію, що дозволяє скоротити час операції, уникнути крововтрати і забезпечує хірургу хороший огляд області, що оперується. Термічний вплив, що дозується, на навколишні тканини і біостимулюючий ефект лазера зумовлюють швидку загоєння рани, відсутність післяопераційних швів і рубців, і відчутне скорочення реабілітаційного періоду. Для кожного типу патологій показано лікування відповідним типом лазера, який зможе забезпечити найкращий ефект з урахуванням специфіки захворювання та тканин, що оперуються. В урології лазер ефективно використовується при лікуванні сечокам'яної хвороби. Лазер набув широкого поширення в косметології — з його допомогою проводяться процедури, що омолоджують, а також забираються зі шкіри практично всі доброякісні утворення. За допомогою лазера за 30 хвилин можна позбутися гемороїдальних вузлів - без болювого синдрому та тижневої реабілітації, як при традиційному лікуванні. У флебології застосовується лазерна коагуляція, яка передбачає видалення деформованих судин, а точніше їх облітерацію шляхом прицільного нагрівання стінок променем лазера. Через прокол шкірного покриву в посудину міститься лазерний світлодіод. Подається розряд, що призводить до спаювання вени.

Лазерна корекція зору – єдиний визнаний офтальмологами метод, який допомагає повернути до 100% зору (за відсутності супутньої патології ока). Під час лазерної корекції зору промінь лазера, спрямований на рогівку, випаровує найтонший її шар, щоб виправити кривизну та зміцнити. Ця процедура дозволяє змінити заломлення світла в оці, сфокусувати його прямо на сітківку та отримати чітке зображення предметів на різних відстанях. Пацієнт починає добре бачити вже через кілька годин після проведення цієї процедури.

Стоматологічний лазер активно використовується для: виявлення карієсних порожнин, пломбування зубів і підготовки зубів до пломбування, лікування чутливих зубів, подовження коронок зубів і пластика ясен, видалення м'яких тканин і складок, безболісний спосіб позбавитися від надлишкових тканин, які можуть утворитися за зубами і яснами, корекція проблем, пов'язаних з рухом язика, багато людей мають проблеми з рухом язика, використання лазерного випромінювання може ослабити м'язи і збільшити діапазон руху для кращої рухливості, операція може бути ефективною для людей з дефектами мови, лікування виразок у ротовій порожнині - застосування лазерного випромінювання прискорює процес загоєння виразок і зменшує біль навколо уражених зон, відбілювання зубів - лазерне випромінювання дозволяє відбілювати зуби і покращує зовнішній вигляд м'яких тканин навколо зуба [6].

Аргумент 7. Щодня фізичні процеси проходять всередині нас. Досліджуючи застосування фізики для діагностики та лікування хвороб, не можна оминати увагою ті фізичні процеси, які проходять у нашому організмі. Утворення голосу та слуху, плин крові, скорочення серця, акт дихання, рухи кісток та напруження м'язів – усе це пояснюється завдяки фізиці.

Наше серце – це насос, що працює в імпульсному режимі із частотою близько 1 Гц. Під час кожного імпульсу, що триває приблизно 0,25 с, серце дорослої людини встигає виштовхнути в аорту близько 0,1 л крові. Перикардіальна рідина зволожує серце та зменшує тертя при скороченнях серця. Здатність серця скорочуватися обумовлена тим, що серцевий м'яз активується електричними імпульсами, які створюються клітинами міокарда [7].

Аргумент 8. Опорно – руховий апарат. Механічна міцність тіла людини забезпечується опорно – руховим апаратом, що складається із кісток, їх з'єднань і м'язів. Механічні властивості кісток насамперед визначаються їхніми різноманітними функціями: опорна, рухова і захисна. Опорно-рухову функцію виконують кістки кінцівок і хребта. Захисну функцію внутрішніх органів несуть кістки черепа, грудної клітки, тазу. Кістки рук і ніг за своєю будовою довгасті і трубчасті. Трубчасті кістки – приклад зменшення ваги конструкції, без втрати механічних властивостей. Така будова забезпечує міцність і легкість. Скелет дорослої людини важить усього 8 кілограмів, вага м'язів у три рази більше. Приблизно 40% маси тіла людини становлять м'язи. Основою їх функціонування є фізичні та біохімічні процеси. М'яз здатний трансформувати хімічну реакцію в механічну, виконуючи роботу. Механічному скороченню м'яза передують його електричне збудження, зумовлене розрядом рухових нейронів на ділянці нервово-м'язового сполучення. Вивільнюється медіатор ацетилхолін, який взаємодіє із постсинаптичною мембраною і спричиняє електричне збудження м'яза - потенціал дії. За впливу потенціалу дії вивільнюється кальцій, який запускає механічне скорочення. Іони кальцію йдуть по градієнту із саркоплазматичного ретикулуму. Спрацьовує скорочувальний апарат у міофібрилах завдяки енергії АТФ, що зумовлює пружну деформацію пасивних елементів міофібрил у цілому м'язі. Результатом дії скорочувального апарату та пружної деформації міофібрил є скорочення м'яза, виникнення механічної сили та виконання роботи. З погляду механіки суглоби є своєрідними підшипниками, у яких синовіальна рідина відіграє роль мастила, суглобні хрящі – несучих поверхонь, а субхондріальні структури - несучих підкладок. Коефіцієнти суглобного тертя свідчать про те, що за нормальних умов витрата енергії на подолання тертя в суглобах порівняно невелика, у середньому 0,003 – 0,024 [8].

Аргумент 9. Центр маси тіла. Центр маси тіла людини, що перебуває у вертикальному положенні, приблизно розміщений у ділянці поперекового хребця, тому на цей хребець діє вага частин тіла, розміщених вище від нього, і дорівнює приблизно половині ваги тіла. З огляду на результати дослідження, 80% дорослого населення страждає від болю в ділянці попереку. Серед причин цього захворювання є дія біомеханічних чинників, тобто зміни міжхребцевих дисків, які складаються із фіброзного кільця по периметру та студенистого ядра, розміщеного в центрі. У молодих людей ядро містить 85% води, у ньому діють закони гідростатики, а саме - закон Паскаля (тиск поширюється однаково в усіх напрямках). З віком відбувається поступове зневоднення диска (дегідратація), і в студенистому ядрі закони гідростатики перестають діяти. У жінок у вертикальному положенні внаслідок особливостей структури тіла виникає ще одна пара сил, яка діє відносно кульшового суглоба. Основа крижової кістки в жінок розташована позаду фронтальної осі кульшового суглоба, що додатково утруднює підняття вантажів; один і той самий вантаж для жінок приблизно на 15% важчий, ніж для чоловіків. [4].

Аргумент 10. Біофізика дихання. Життєдіяльність людини пов'язана із споживанням її організмом кисню і виділенням у довкілля вуглекислого газу. Під час дихання використовуються пружні властивості повітря. Людина при вдиханні за допомогою м'язів грудної клітки піднімає ребра, а іншими м'язами опускає діафрагму. Внаслідок цього збільшується об'єм, який можуть займати легені. Проте таке збільшення об'єму зумовлює істотне зменшення тиску повітря в легенях. Виникає різниця тисків зовнішнього повітря і повітря у легенях. Через це зовнішнє повітря починає самостійно входити в легені завдяки своїй пружності. Людина лише надає йому змогу ввійти, змінюючи об'єм легень. Механічна робота дихання в стані спокою приблизно дорівнює 0,5 Дж/хв. Зі збільшенням хвилинного об'єму дихання збільшується робота. За оптимальної частоти і глибини дихання мінімальна робота забезпечує нормальну вентиляцію легень. Для того, щоб утворився оксигемоглобін, кисень має пройти через альвеолярну мембрану, міжклітинну рідину, ендотелій капіляра, плазму і мембрани еритроцитів. Цей перехід здійснюється завдяки дифузії [4].

Аргумент 11. Формування голосу людини. Джерелом голосу людини є гортань з голосовими зв'язками. Їх коливання спричиняє зміну густини повітряного потоку, яка виявляється у виникненні поздовжніх хвиль. Ці коливання згасаючі, що зумовлено передачею енергії повітряному потокові (автоколивання). Висота звуку залежить від напруження голосових зв'язок, їхньої форми, довжини коливної частини і дещо від тиску повітряного потоку. Інтенсивність звуку залежить від інтервалів та частоти коливань голосових зв'язок. Останні, у свою чергу, залежать від тиску повітря, що виходить. Тембр голосу створюється в

порожнинах носа, рота, горла, гортані і грудній порожнині. Ці порожнини діють як резонатори: вони залежно від об'єму та форми посилюють обертони з певними частотами і, таким чином, впливають на тембр голосу. Механізм розмови і співу однаковий, хоча вони сприймаються по-різному. Інтервал частот чоловічої розмови – 100-200 Гц, жіночої – 150-300 Гц. Інтервал частот при співі 60 – 1600 Гц [4].

Аргумент 12. Сприйняття звуку. Приймачем звуку в людини є вухо. Орган слуху людини складається з трьох частин: зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха. Зовнішнє і середнє вухо складають звукопровідну частину слухового апарату людини. Звукові хвилі збираються вушною раковиною, поширюються слуховим проходом, досягають барабанної перетинки. У середньому вусі водночас із передачею звуку відбувається зростання інтенсивності звукової хвилі. Це пояснюється тим, що поверхня перетинки більша від поверхні стремінця. Окрім цього, слухові кісточки працюють як важіль, довге плече якого приблизно у 2,5 рази більше від короткого, внаслідок чого звукові коливання ще більше посилюються та передаються у внутрішнє вухо - лабіринт. Механічна енергія звукових хвиль перетворюється на електричну енергію завдяки тому, що під час резонансу волокна слухового нерва збуджують кортіїв орган, розташований у завитку, і передають слухове відчуття в головний мозок. Людське вухо найбільш чутливе до звуків із частотою від 1000 до 3000 Гц. Найбільша гострота слуху спостерігається у віці 15-20 років. З віком слух погіршується. У людини до 40 років найбільша чутливість знаходиться в ділянці 3000 Гц, від 40 до 60 років - 2000 Гц, старше 60 років - 1000 Гц. У межах до 500 Гц ми здатні розрізнити зниження чи підвищення частоти навіть 1 Гц. На більш високих частотах наш слуховий апарат стає менш сприйнятливим до такої незначної зміни частоти [4, 8].

Аргумент 13. Фізика зору. Світло, що потрапляє в око, фокусується через рогівку і кришталік на задній стінці ока, яка називається сітківкою. Поверхня сітківки містить мільйони світлочутливих рецепторів, так званих паличок і колбочок. Під впливом світла імпульси від цих елементів передаються зоровим нервом у мозок, де утворюється зображення предмету. Акомодация ока — пристосування ока до фокусування на сітківці предметів, розташованих на різній відстані, що досягається зміною кривизни і, відповідно, заломлювальної сили кришталіка.

Аргумент 14. Перетворення енергії. Перетворення енергії в організмі - основні засади термодинаміки. Перший закон термодинаміки (закон збереження енергії) говорить: енергія не може бути створена чи знищена, вона лише може трансформуватися з однієї форми на іншу. На підставі першого закону термодинаміки концепт енергетичного балансу формулюється так: зміни в енергетичних запасах організму дорівнюють різниці між

споживанням енергії та витратою енергії. Споживаючи їжу, ми отримуємо енергію або калорії. У той же час ми постійно витрачаємо енергію: трансформуємо її з однієї форми в іншу (окислюючи білки, жири та вуглеводи до кінцевої енергетичної молекули – АТФ), на базові потреби нашого організму – перекачування крові судинами, транспорт кисню та нутрієнтів до клітин і так далі.

Аргумент 15. Нанотехнології в медицині. Нанотехнології – напрямок, який інтенсивно розвивається. Сьогодні, вчені намагаються винести якнайбільше користі для медицини завдяки нанотехнологіям. Не дивлячись, на відносно, нещодавнє відкриття нанотехнологій у фізиці, вони вже змогли здійснити прорив у медицині. Вчені та лікарі отримали доступ до моніторингу, діагностики та оперування на молекулярному рівні. В останні роки, нанотехнології були успішно застосовані у боротьбі з раковими пухлинами та найбільш вивченим питанням є адресна доставка ліків. Тому розвиток нанотехнологій є дуже важливим у сучасному світі для вдосконалення медицини в цілому.

Проаналізувавши можливості застосування нанотехнологій від діагностики до повноцінного лікування та у профілактиці хвороб, з'ясування перспективних векторів розвитку можливо зробити висновок, що нанотехнології уже покращили можливість виявляти перші ознаки захворювань, ефективніше та раніше діагностувати генетичні схильності до певного числа хвороб. За допомогою нанотехнологій діагностика вже найближчим часом стане дуже точною і вийде на новий рівень. Адже перші ознаки захворювань проявляються в наномасштабах. Якщо всередині клітини стартують негативні зміни, то клітина починає «сигналізувати» про це сусіднім клітинам. Існують індивідуальні білкові маркери, практично для кожного захворювання і завдяки їм, можна диференціювати хвороби, це стало можливим з розвитком нанотехнологій. При прийомі ліків звичайних розмірів, у таблетованій формі, більша частина препарату витрачається даремно, що не тільки знижує його ефективність, але також призводить до його розподілу в нецільові клітини, посилюючи необґрунтовані побічні ефекти. Нанотехнології дають змогу зменшити розмір частинок препарату до нанодіапазону (10^{-9} м), що є меншим навіть за розмір людської клітини. Ці частинки або структури можуть легко проникати в тканини через багато біологічних бар'єрів і охоче поглинаються клітинами-мішенями, що робить їх ефективними для адресної доставки ліків. Фактично, такий розмір співставний з величиною білкових молекул, які є кінцевими ефекторами клітинного метаболізму. Використання таких технологій не тільки підвищить ефективність лікарських засобів, але й мінімізує побічні ефекти. Наноматеріали демонструють дуже високу ефективність у знищенні ракових клітин і вже проходять клінічні випробування. Результати настільки багатообіцяючі, що

наноматеріали можуть стати альтернативою традиційній терапії раку, здебільшого завдяки тому факту, що вони дозволяють спеціально націлюватися на ракові клітини та забезпечують детальне зображення тканин, що значно полегшує планування подальшої терапії. Оскільки поширена на сьогоднішній день як основний засіб проти злоякісних захворювань - хіміотерапія, має багато недоліків - лише приблизно 5% лікарського засобу потрапляє безпосередньо в пухлину, а більша частина поширюється по тілу та викликає інтоксикацію. Таким чином, нанотехнології є досить точним та перспективним методом, що має великий потенціал для майбутнього застосування в реальних клінічних умовах задля ранньої діагностики хвороб та покращення лікування. Нанотехнології вже спричинили революцію в багатьох напрямках медицини [7, 8, 9].

Аргумент 16. Енергоінформаційна клітина. У клітині одночасно відбуваються мільярди біохімічних реакцій і процесів, які підпорядковуються фізичним законам: механічний рух рідини та органел; хімічний синтез складних органічних речовин; створення різниці потенціалів на плазматичній мембрані; транспорт речовини та іонів всередину клітини та назад. Найбільша кількість енергії накопичується в мітохондріях – електростанціях клітини. Мембрани мітохондрій мають дуже високий електричний опір, а різниця потенціалів по обидві сторони мітохондральної мембрани в стані спокою складає 60-90 мВ. У цьому випадку одна сторона мембрани заряджена позитивно, інша – негативно. Напруга, яка виробляється в мітохондріях у стані збудження рівна наближено 200 мВ. Енергія, накопичена в клітині, поширюється у вигляді електромагнітного випромінювання в різних напрямках і представляє собою хвильовий процес передачі енергії від клітини до клітини в різних формах, які дозволяють дисипативні властивості середовища. Найбільш характерними є гармонічні коливання, які характеризуються амплітудою, тривалістю імпульсу і спектральними характеристиками: частотою, довжиною хвилі, декрементом затухання, шириною спектра і т.ін. При захворюванні людини, запальних процесах виникають нелінійні спотворення і осциляторний процес, що поширюється, вже не є гармонічним. Руйнування клітини відбувається в той момент, коли у ній накопичення внутрішньої енергії досягає критичного значення для даної клітини. Виміряно, що дисипація (виділення) енергії при всіх видах ушкодження клітини пов'язана з локальним виділенням електромагнітного випромінювання, наявністю температурного градієнта і пружної хвилі напруги [10].

Аргумент 17. Комплексний фактор. Багато сучасних хірургів користуються спеціальними скальпелями на основі плазми, інструментів, що функціонують з високими

температурами. Їх застосування на практиці забезпечує швидке згортання крові, зменшує кровотечі, прискорює швидкість заживання післяопераційних ран.

Звичайний електричний струм також повсюдно використовується медиками. Реально в медицині передбачено використання постійного, змінного, імпульсного, височастотного і модульованого струмів. Невеликі імпульси вузької спрямованості в певну точку дозволяють позбутися від тромбів, пухлин, покращується мікроциркуляція крові, проявляється терапевтичний ефект.

Завдяки фізиці в медицині використовуються мікроскопи, також електронний, що надають збільшення зображення в тисячі разів. Це головний інструмент медика, що досліджує мікросвіт людини.

Можливо виділити конкретні способи застосування фізики в медицині: динаміка рідини, співвідношення тиск-об'єм і опір у замкнутому контурі застосовують до кровеносної системи; передача тепла стає в нагоді при обмороженні, гіпотермії; вектори та електричні схеми застосовуються до електрокардіографії та електричної активності серця; криві тиск-об'єм стосуються функції легень; оптика стосується роботи людського ока, формування зображення та всіх процедур офтальмології та оптометрії; ядерна фізика є основою ядерної медицини та технології променевої діагностики [3, 6, 9].

Отже, можемо зробити висновок, що досягнення в галузі фізичних та технічних досліджень знаходять широке застосування у медичних дослідженнях, технологіях, дають можливість створювати нові, більш точні апарати та прилади, які дозволяють проводити якісну діагностику і лікування. Завдяки фізиці лікарі краще розуміють процеси, що відбуваються в середині організму і є біофізичними явищами.

Список використаної літератури :

1. Фізика візуалізації зображень в медицині. Під ред. С.Уебба Мир. 2001.
2. Кононов М.В., Радченко С.П.. Проективна томографія як фізичний метод медичної діагностики. КНУ ім.Шевченка, 2001, 248 с.
3. Федків С.В. Магнітно-резонансна томографія. Інформаційно-методичний посібник. К. 2013. 60 с.
4. Ремізов А.Н. Медична і біологічна фізика. Навч. посібник. 4 вид. 2012. 648 с.
5. Нечай Д., Безшийко О. Оптимізація радіаційного впливу на оточуюче середовище при використанні позитрон-емісійної томографії. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія фізика*. Випуск 24. 2009.
6. Медична та біологічна фізика. Частина 3. Навчальний посібник . В.І. Федів та інш. БДМУ. СПД Лівак. Чернівці. 2016. 283 с.
7. Hollins Martin Medical physics. 2008. 216 p.
8. Лещенко В.Г. Медична і біологічна фізика. ІНФРА-М. 2012. 552 с.
9. Швець Є.А., Небеснюк О.Ю., Ніконова З.А. Біофізика. Навч.посібн. Запоріжжя. Видавництво ЗДІА , 2008. 306 с.
10. Енергоінформаційна медицина майбутнього. За ред. Маслова Л.І. том.1, ООО Копімастер, 2016 . 171 с.