

УДК 616.1/9-073-08:615.84

Д.І. Остафійчук,

Л.Я. Федонюк\*,

А.В. Гавенко

\*ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України", м. Тернопіль;  
Державний вищий навчальний заклад України "Буковинський державний медичний університет", м. Чернівці

## МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ В МЕДИЦИНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

**Ключові слова:** фізичний фактор, променева терапія, електротерапія, фізіотерапія, кріотерапія, електроенцефалографія, комп'ютерна томографія.

**Резюме.** У даній статті викладено найважливіші аспекти біофізики з обґрунтуванням використання дії фізичних факторів у дослідженнях медико-біологічних систем. Розглянуто та проаналізовано основні діагностичні, терапевтичні та профілактичні методи, що базуються на використанні визначеного фізичного фактору. Обґрунтовано дію фізичного фактору як лікувальний ефект, фізико-хімічний ефект, специфічна дія та інші.

Досягнення в техніці дали можливість застосування в медицині нових технологій для діагностики, терапії, профілактики та реабілітації з використанням фізичних факторів (електричних та магнітних полів, рентгенівського випромінювання, радіоактивних ізотопів та інших) [7,11]. Застосування фізичних факторів у медичних технологіях дозволяє перетворювати енергію фізичного фактора в енергію теплову, досліджувати функціональну активність біосистеми, підсилувати ефективність біологічної дії, здійснювати конформаційні зміни білкової молекули [5,6,7,12].

Томографія (від грецького *tomos*-шар і *графія*) - діагностичний метод дослідження, при якому робиться пошарові знімки певної частини досліджуваного біооб'єкта. До найбільш поширених методів комп'ютерної томографії віднесемо: рентгенівську томографію, ЯМР-томографію, позитронну емісійну томографію.

Метод рентгенівської томографії має високу роздільну здатність, що дає змогу виявити патологічні зміни м'яких тканин (трахеї, бронхів, судин, жовчного міхура, надниркових залоз та ін.) Одна із переваг рентгенівської томографії - незначна доза опромінення [2].

Ядерно-магнітно-резонансна томографія, базується на явищі ядерного магнітного резонансу, адже протони ядра під дією зовнішнього магнітного поля можуть резонансно поглинати енергію високочастотного електромагнітного поля і за умовою резонансу резонансна частота пропорційна індукції магнітного поля та може змінюватися. Дане явище дає необхідну інформацію відносно просторового розподілу ядер в об'ємі, який перебуває під дією магнітного поля [6].

© Д.І. Остафійчук, Л.Я. Федонюк, А.В. Гавенко, 2015

Позитронна емісійна томографія базується на явищі анігіляції електрона і позитрона (частинка та античастинка). Під час реакції анігіляції утворюються два фотони (гама-кванти), які за законом збереження імпульсу розлітаються під певним кутом. Саме ця обставина використовується для їх виявлення та подальшої візуалізації досліджуваного об'єкта. Метод позитронної емісійної томографії дає точну інформацію про процеси, які відбуваються в головному мозку людини, інших органах при діагностиці нейропсихічних порушень [2,5,8].

Якщо розглянути ультразвукові коливання (УК), то вони при поширенні підкоряються законам геометричної оптики. В однорідному середовищі УК поширюються прямолінійно і з постійною швидкістю. На межі різних середовищ із неоднаковою акустичною щільністю частина променів відбивається, а частина заломлюється, продовжуючи прямолінійне поширення. Чим вище градієнт перепаду акустичної щільності граничних середовищ, тим більша частина УК відбивається [10]. Так, на межі переходу ультразвуку (УЗ) із повітря на шкіру відбувається віддзеркалення 99,99% коливань, тому при ультразвуковому обстеженні хворого необхідно змащувати поверхню шкіри водним желе, яке виконує роль перехідного середовища. Віддзеркалення залежить від кута падіння УЗ променя (найбільше при перпендикулярному напрямку) і частоти УЗ коливань (при більш високій частоті більша частина відбивається).

Особливий інтерес у діагностиці викликає використання ефекту Доплера, суть якого полягає в зміні частоти звуку внаслідок відносного руху

джерела та приймача звуку [12]. Коли звук відбивається від рухомого об'єкта, частота відбитого сигналу змінюється (відбувається зсув частоти). на даний час на основі ефекту Доплера вивчені лише рух крові та биття серця. Цей ефект широко застосовується в акушерстві, оскільки звуки, що йдуть від матки легко реєструються [10].

Застосування радіоактивних ізотопів хімічних елементів, які зустрічаються в природі тільки в стабільному стані та отримуються за допомогою ядерних реакцій, застосовуються в медицині як для визначення діагнозу, так і в терапевтичних цілях [6,8,11,12].

Так, радіоактивний натрій, що вводиться у великих дозах у кров, використовується для дослідження кровообігу, йод інтенсивно відкладається в щитовидній залозі, особливо при базедовій хворобі. Спостерігаючи за допомогою лічильника за накопиченням радіоактивного йоду, можна швидко поставити діагноз. Великі дози радіоактивного йоду спричиняють часткове руйнування тканин, що розвиваються аномально, і тому радіоактивний йод використовують для лікування базедової хвороби [9]. Інтенсивне гамма-випромінювання кобальту використовується під час лікування ракових захворювань (кобальтова гармата) [6,11].

Унікальність ізотопної діагностики полягає в її точності, надійності, можливості більш інтенсивного застосування, а головне - здатності діагностувати захворювання вже на ранній стадії.

Такі радіонукліди, як Талій-201 і Рубідій-82, використовуються для одержання зображення серця, інші (наприклад, Технецій-99) використовуються під час сканування мозку, кісткових тканин, а також для діагностики таких захворювань, як рак, хвороба Альцгеймера [8].

Для проведення високоефективного ізотопного діагностування, що дозволяє визначити динаміку біохімічних процесів у всіх ділянках організму, використовується Карбон-11, Нітроген-13, Фтор-18. Ряд ізотопів (Палладій-103, Іридій-192) уже застосовують для лікування ракових захворювань, а деякі ізотопи можна використовувати як анальгетики й стерилізатори [11,12].

Променева терапія, радіотерапія - використання іонізуючих випромінювань із лікувальною метою, в основному онкологічних хворих. У ряді випадків вона застосовується при артрозах, спондильозах, панариціях, гідраденітах, гострих і хронічних запальних процесах.

Лікувальний ефект іонізуючого випромінювання зумовлений більшою чутливістю до дії випромінювання на пухлину порівняно з оточуючими

її нормальними біотканинами. Існують високо-, помірно- та малочутливі до променевої терапії пухлини. Променеву терапію застосовують самостійно або в комбінації з хірургічним втручанням (перед- і післяопераційне опромінення), з одночасним або наступним введенням протипухлинних хімічних препаратів та інших лікарських речовин, які посилюють її ефективність. Застосовують наступні методи променевої терапії: внутрішню - шляхом введення через рот або внутрішньовенно радіоактивного йоду ( $^{131}\text{I}$ ) - при захворюванні щитоподібної залози, фосфору ( $^{32}\text{P}$ ) - при метастазах кісток і мієломної хворобі, колоїдного золота ( $^{198}\text{Au}$ ) - при раковому осіменінні плеври або очеревини [15,17]; внутрішньопорожнинну - використовують препарати радіоактивного кобальту ( $^{60}\text{Co}$ ), застосовується при лікуванні злоякісних пухлин порожнинних органів - носоглотки, стравоходу, сечового міхура, прямої кишки, піхви, матки; внутрішньотканинну - проводиться імплантація в пухлину голки з радіоактивного кобальту (в пухлину язика, порожнини рота) або шляхом ін'єкцій колоїдного радіоактивного золота; дистанційну - джерело випромінювання міститься на великій віддалі від шкіри [6,12,16].

Електроенцефалографія вважається найбільш адекватним методом оцінки зрілості нервової системи, стану мозку загалом, та вивчення нейрофізіологічних основ психічної діяльності. Метод заснований на реєстрації електричних потенціалів мозку та є сукупністю складних процесів, що протікають у нейронах мозку. Електроенцефалографію головного мозку призначають при пароксизмальних станах, психосоматичних, когнітивних, емоційних, поведінкових, психічних, невротичних розладах, при черепно-мозкових травмах для оцінки їх тяжкості та оцінки динаміки відновлення мозку, дисциркуляторних і судинних змінах, при запальних захворюваннях нервової системи, при патології органів ендокринної системи.

Особливістю методу електроенцефалографії є те, що її не можна застосовувати для діагностики органічних ушкоджень нервової системи, і вона не призначена для постановки кінцевого діагнозу. Перевагою електроенцефалографії є те, що її результати є об'єктивними, за допомогою яких можна оцінити стан мозку без інвазивного втручання в організм пацієнта [3].

Кріохірургія - хірургічні методи місцевого лікування холодом, застосовуються в деяких областях медицини, зокрема в хірургії, онкології, офтальмології, дерматології [14]. Накопичені фактичні матеріали за впливом низьких температур

на різноманітні біологічні об'єкти засвідчили, що жива клітина під дією низьких температур може перетворитися в лід при температурі значно нижчій 0° С. Живі клітини замерзають цілком при t - 20° С. Можна вважати встановленим, що перехід живої тканини у твердий стан веде, в наступному, до її загибелі [12,14].

Основні переваги застосування кріохірургічного методу в клініці можуть бути сформульовані в наступних положеннях:

- доступ до глибоко розміщених тканин може бути здійснений з мінімальною травматизацією тканини тонким кріохірургічним інструментом;

- локальний кріохірургічний вплив на живі тканини, як правило, безболісний і не вимагає знеболювання;

- виникаюче вогнище кріонекрозу володіє своєрідною біологічною інертністю, викликаючи мінімальну перифокальну реакцію навколишніх тканин;

- локальне заморожування тканини може бути зроблене без будь-якого ушкодження здорових клітин, що оточують вогнище кріонекрозу. Ця особливість методу дозволяє вважати заморожування фізіологічною екстирпацією;

- холодний вплив блокує дрібні артеріальні і венозні судини, що дозволяє робити розрізи і видаляти вогнища практично безкровно навіть у багато васкуляризованих органах (мозок, печінка, бруньки й ін.). Гемостатичний ефект заморожування попереджає можливість вторинних кровотеч;

- зниження температури тканини (у першу чергу мозкової) дозволяє робити тимчасове оборотне вимикання функцій охолоджуваної структури, що служить функціональним тестом перед необоротною деструкцією;

- вогнища кріодеструкції швидко гояться, не викликаючи утворення великих косметичних дефектів [13,14].

Електротерапія (електролікування) - застосування з лікувально-профілактичними та реабілітаційними цілями електричних струмів, електричних та електромагнітних полів різних параметрів у безперервному та імпульсному режимах. Це один з найбільших розділів сучасної апаратної фізіотерапії, який постійно розвивається і вдосконалюється разом із розвитком фізики, радіоелектроніки, експериментальної та клінічної медицини [1].

Методи електротерапії знайшли широке застосування в лікуванні різних захворювань. Це зумовлено насамперед тим, що життєдіяльність різних тканин, органів і окремих клітин тісно пов'язана з протікаючими в них електричними про-

цесами, які при їх порушенні можуть бути відновлені за допомогою зовнішніх впливів. Не менш важливо і те, що характер взаємодії електричних факторів з різними тканинами визначається їх електричними властивостями [1,9]. Більше того, ця взаємодія в ряді випадків носить резонансний характер. Все це створює передумови для факторів вибору поглинання енергії диференційованого їх використання. Вплив електротерапевтичними факторами веде до поліпшення центрального та периферичного кровообігу, мікроциркуляції і трофіки тканин, обміну речовин, нейрогуморальної регуляції і порушених імунних процесів. Багато з них мають безпечний, судинорегулюючу та протизапальну дію. Вони можуть бути також використані для стимуляції органів і тканин, виклику інших саногенетичних ефектів.

До хірургічних методів лікування епітеліальних новоутворень шкіри відносять також кюретаж і електрокоагуляцію, які, як правило, застосовують при невеликому (до 20 мм у діаметрі) розмірі пухлини і незначною її інфільтрацією. Вони є методом вибору при лікуванні папілом, кістозної форми базаліоми (від 5 до 10 мм у діаметрі), себорейного і сонячного кератозу, а також новоутворень з додатків шкіри невеликого розміру (5-10 мм в діаметрі). При кюретажі та електрокоагуляції (електрокодісекації) використовують електрокоагулятор. Ефективність лікування епітеліальних новоутворень шкіри цим методом, так само як і при хірургічному їх висіченні, залежить, головним чином, від розміру, вираженості інфільтрації та локалізації пухлин [9].

Перспективним методом лікування пухлин шкіри є радіохірургічний метод. На відміну від електрокоагуляції, що викликає термічне пошкодження тканин, він заснований на випаровуванні дотичних з електродом клітин [4]. Пошарове радіохірургічне видалення поверхневих новоутворень шкіри (епідермальних меланоцитарних невусів, вогнищ себорейного та сонячного кератозу, бородавок і т.д.) забезпечується використанням приладу в режимі випаровування (електродісекація), застосуванням петлеподібних електродів і багаторазовим точковим дотиком на кожній ділянці пухлини (техніка "радіопунктури"). При великих і глибоких новоутвореннях (наприклад, епідермальних меланоцитарних невусах або пухлинної формі базаліоми) застосовується режим електрокоагуляції або поєднання двох технік - різання і електрокоагуляції: виступаючу частину новоутворення зрізають за допомогою електродісекації - для цього обирається потік різання (Cutting) та використовується петле-

подібний електрод; електрокоагуляція виробляють в режимі електрокоагуляції (Coagulation) гудзико-подібними електродами. Метод призводить до швидкої епітелізації шкіри при низькій частоті рецидивів і гарному косметичному ефекті [12].

Розглянуто далеко неповний перелік фізичних факторів та методик на їх основі, але вже з цього ясно, що розробка та впровадження нових медичних технологій та методів неможлива без глибоких знань в області біофізики. При цьому слід пам'ятати, що будь-яка дія фізичного фактору (наприклад іонізуючого випромінювання) може призвести до побічних, небажаних ефектів. Щоб дія була адекватною і специфічною, необхідно вивчити вплив даного фізичного фактору на складові біосистеми та на можливі її дії.

**Література.** 1. Боголюбов В.М. Загальна фізіотерапія: Підручник. / В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко // М. - 2010. - С.240. 2. Вплив обробки проєкційних даних на якість реконструкції томографічних зображень. / М.В. Кононов, А.В. Нетреба, М.К. Новоселець, О.О. Судаков // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. - Фізико-математичні науки. - 2000. - № 2. - С.422-430. 3. Зенков Л.Р. Клінічна електроенцефалографія з елементами епілептіології / Л.Р. Зенков // - М. - Вища школа. - 2002. - С.4-82. 4. Киселёва Е.С. Лучевая терапия злокачественных опухолей / Е.С. Киселёва // - М. - 2012. - С.182. 5. Коновалов А.Н. Комп'ютерна томографія в нейрохірургічній клініці / А.Н. Коновалов, В.Н. Корнієнко // - М. - Медицина. - 2005. - С.15-62. 6. Медична і біологічна фізика / О.В. Чалий [та ін.] // Підручник для студентів вищих медичних закладів. - К. - "ВПОЛ". - 1999. - С.50-148. 7. Мурашко М.І. Рентгенівські промені. / М.І. Мурашко // -К. - Поліпром. -2000. - С.2-28. 8. Основи медичної та біологічної фізики / В.Ф. Боєчко, П.М. Григоришин, Л.Ю. Зав'янський [та ін.] // Навчальний посібник. - Чернівці. - 2012. - С.106-228. 9. Пономаренко Г.Н. Фізичні методи лікування / Г.Н. Пономаренко // - СПб. - 2012. - С.58. 10. Рыбакова М.К. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. / М.К. Рыбакова, М.Н. Алехин, В.В. Митьков // Эхокардиография. - Изд-во "Видор". - Москва. - 2008. - С.8-21. 11. Тканевые дозы при рентгенологических исследованиях. / И.Х. Рабин И.Х, Р.В. Ставицкий [и др.] // - М. - Высшая школа. - 2006. - С.22-31. Улащик В.С. Универсальная медицинская энциклопедия. Физиотерапия. / В.С. Улащик // Книжный дом. - 2008. - С.20-28. 12. Чернишук В.І. Кріохірургічне лікування в оториноларингології / В.І. Чернишук // Хмельницький. - ХНУ, - 2011. - С.65. 13. Шалимов С.А. Криохірургические методы лечения неперабельных опухолей органов брюшной полости. Начало / С.А. Шалимов // Здоровье Украины: газета. - 2003. 15.

Combined endovascular embolization and stereotactic radiosurgery in the treatment of arteriovenous malformations. / Blackburn S.L., Ashley W.W., Rich K.M. [et al.] // J. Neurosurg. - 2011. - 114(6). - P.1758-1767. 16. Murray G. A 10-year experience of radiosurgical treatment for cerebral arteriovenous malformations: a perspective from a series with large malformations. / Murray G., Brau R.H. // J. Neurosurg. - 2011. - 115(2). - P.337-346. 17. Radiosurgical treatment planning of AVM following embolization with Onyx: possible dosage error in treatment planning can be averted. / Shtraus N., Schifter D., Corn B. [et al.] // J. Neurooncol. - 2010. - 98(2). - P.271-276.

#### МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

*Д.І. Остафійчук, Л.Я. Федонюк\*, А.В. Гавенко*

**Резюме.** Рассмотрено и проанализировано основные диагностические, терапевтические и профилактические методы, которые основываются на использовании определённого физического фактора. Обосновано действие физического фактора в определённых методиках (лечебный эффект, физико-химический эффект, специфическое действие и др.).

**Ключевые слова:** физический фактор, лучевая терапия, электротерапия, физиотерапия, криотерапия, электроэнцефалография, компьютерная томография.

#### METHODS OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT IN MEDICINE USING PHYSICAL FACTORS

*D.I. Ostafiychuk, L.Ya. Fedonyuk \*A.V. Havenko*

**Abstract.** The most important biophysical aspects basing on action of physical factors in investigation of bio-medical systems are explained in this article. Basic diagnostic, therapeutic and preventive methods based on the use of certain physical factor are considered and analyzed. Effect of physical factor as the therapeutic effect, physicochemical effect, specific effect and others is substantiated.

**Key words:** physical factors, radiation therapy, electrotherapy, physiotherapy, cryotherapy, electroencephalography, computer tomography.

\*SHEE "I.Ya. Gorbachevsky Ternopil State Medical University, the Ministry of Public Health of Ukraine", Ternopil

Higher State Educational Establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University", Chernivtsi

*Clin. and experim. pathol. - 2015. - Vol.14, №3 (53). - P.186-189.*

*Надійшла до редакції 28.08.2015*

*Рецензент – проф. В.Ф. Мислицький*

*© Д.І. Остафійчук, Л.Я. Федонюк, А.В. Гавенко, 2015*