

**ВІДНОВЛЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ЗАПАСІВ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ЗАСОБАМИ ФІЗІОТЕРАПІЇ**

*В статті здійснений аналіз існуючих методів фізіотерапії, які застосовуються для відновлення процесів метаболізму та катаболізму в організмі людини. Розглянуто дію кожного фізичного чинника, адже специфічність впливу на організм визначається видом фізичної енергії, локалізацією впливу, глибиною проникнення в тканини, місцем поглинання енергії та видом тканини. У роботі визначені найбільш оптимальні терапевтичні методи за допомогою яких проходить найефективніше та природне збагачення ресурсів організму людини. Під час виконання дослідження були використані загальнонаукові методи дослідження, спеціалізовані посібники та матеріали, які торкаються досліджуваної проблеми.*

**Ключові слова:** ресурси організму, клітина, метаболізм, біохімічні запаси, катаболізм, методи фізіотерапії, організм людини.

Організм людини утворений різноманітними тканинними та клітинними структурами. Клітини, тканини і органи організму утворюють собою складну систему, яка може функціонувати лише у відповідному внутрішньому середовищі. Для забезпечення такого середовища в організмі на відносно постійному рівні підтримуються кров'яний тиск, температура, вміст білків, вуглеводів, іонів натрію, калію, хлору тощо. Внутрішнім середовищем є кров, що рухається по судинам і пронизує весь людський організм, де безперервно проходить обмін речовин (метаболізм). В процесі метаболізму відбувається розчеплення складних органічних сполук (катаболізм), яке супроводжується виділенням необхідної енергії для життєвих процесів організму.

Процеси катаболізму і метаболізму в організмі відбуваються тільки при контактній взаємодії біологічних субстанцій. Тому наявність механічних функцій клітин і біологічних молекул є необхідною умовою для більшості біологічних і особливо імунологічних реакцій. Для того, щоб реакція відбулась, потрібно безпосереднє зближення взаємодіючих компонентів і їх просторова орієнтація відносно один одного. Механічні коливання присутні в організмі не тільки завдяки пульсації серця (це інфразвукові частоти) і судинно-м'язової активності (звукові частоти), але і завдяки механічному впливу зовнішнього середовища. Внаслідок гемодинамічного бар'єра пульсові коливання у м'язовому просторі значно знижені. У цих випадках виникає потреба у покращенні кровопостачання.

Виходячи з вище зазначеного, виникла необхідність в аналізі існуючих методів фізіотерапії, які застосовують для відновлення процесів метаболізму та катаболізму в організмі людини, та визначити який з цих методів у більшій мірі відповідає природному.

У всьому світі все більш актуальною стає проблема порушення обміну речовин в організмі людини. Адже від його налагодженої роботи залежить постачання наших клітин корисними речовинами. Історія досліджень хвороб обміну речовин у людини переконливо показує, що першими в даній галузі були клініцисти, що описали наприкінці минулого і на початку нинішнього сторіччя деякі з цих патологій. Знаменита концепція А. Гаррода про уроджені порушення обміну як про певні метаболічні блоки, сформульована ще в 1908 р., стимулювала біохімічні дослідження в цьому напрямку, особливо широкий розвиток вони одержали в останні 2-3 десятиріччя. До нинішнього часу накопичений величезний матеріал з біохімічної характеристики багатьох хвороб обміну, без чого неможлива чітка діагностика і лікування.

Застосування фізичних факторів з лікувальною метою відноситься до глибокої давнини. Ще Гіппократ, Авіценна застосовували для лікування фізіотерапію (ФТ). Розвиток природничих наук (фізики, фізіології, біології) став основою сучасної ФТ. Відкриття в 19 ст. явища електромагнітної індукції дало початок електротерапії. Велику увагу застосування фізичних факторів в медицині надавали видатні вітчизняні вчені. До кінця XVIII століття в клініках Московського університету порівняно широко застосовувалася електротерапія. Пізніше, у 1825 р. В.М. Нікітін описав використання з лікувальною метою природних і штучно приготованих мінеральних ванн. М.Я. Мудров, Ф.І. Іноземцев в 1 половині XIX ст. широко застосовували гідротерапію. Велику роль у розвитку фізіотерапії зіграв інститут фізичних методів лікування у Севастополі, який очолив професор О.Ю.Щербак. У цьому інституті розвивалося рефлексологічний напрямок у вивченні фізіологічних механізмів дії фізичних агентів. На основі ідей О.Ю.Щербака був створений ряд нових лікувальних методів:

гальванічний комір за Щербаком, метод "іонних рефлексів", які в даний час не втратили свого значення.

Кров - це основний переносник поживних речовин і кисню в організмі. Порушення її циркуляції може викликати незворотні процеси в наших органах, тому що всі вони пронизані кровоносними судинами. В якій області б не порушувалося кровообіг в організмі, воно неодмінно викликає зменшення дихання і живлення клітин. Внаслідок такого кисневого голодування частина клітин може загинути, а частина з них перестане виконувати свої основні функції. Як результат - страждає весь організм.

Обмін речовин і енергії — основа процесів життєдіяльності організму. У всіх організмів, від найпримітивніших до найскладнішого — людського організму, обмін речовин і енергії — основа життя. В організмі людини, в його органах, тканинах, клітинах іде безперервний процес творення, утворення складних речовин із простіших. Одночасно з цим відбувається розпад, окислення складних органічних речовин, які входять до складу клітин організму. Робота органів супроводжується безперервним оновленням їх: одні клітини гинуть, інші їх замінюють. У дорослої людини протягом доби «гине» близько 25 г крові. Ріст, оновлення клітин організму можливі тільки в тому разі, якщо в організм безперервно надходять кисень і поживні речовини за допомогою ресурсів організму.

Загалом розрізняють [1, 3, 6] три види ресурсів організму: біохімічні, біофізичні та кліткові, що забезпечують нормальну діяльність організму на клітинному рівні так як всі органи і тканини складаються з клітин.

Біохімічні ресурси (білки, вуглеводи, жири, амінокислоти тощо) призначені для формування кліткових ресурсів. Ці компоненти за функціональним призначенням поділяють на енергетичні, будівельні та утилізаційні.

Біофізичні ресурси (температура, тиск, мікровібрація) призначені забезпечувати безпосереднє зближення взаємодіючих компонентів та їх просторову орієнтацію один стосовно одного.

Клітинні ресурси характеризують кількість здорових функціональних клітин та енергоресурси, які містяться в них [6]. Виконуючи функцію, клітини витрачають енергоресурси і при певних умовах, їх заповнюють. Функціональна активність клітин супроводжується виділенням продуктів метаболізму в міжклітинний простір, звідки вони повинні бути виведені через венозну і лімфатичну мережу судин. На процес заповнення клітинами енергоресурсів поширюється фундаментальний закон близькодії [3, 7]: будь-яка взаємодія матерії (наприклад, речовин і клітин) відбувається лише при безпосередньому контакті один з одним.

Всі види ресурсів тісно взаємопов'язані між собою. В процесі відновлення клітинами ресурсів беруть участь і витрачаються як клітинні, так і біохімічні та біофізичні ресурси.

Недостатність будь-якого з них веде до уповільнення відновлення клітинних ресурсів організму, погіршення стану його тканин, розвитку патології і старіння. Своєчасне виявлення і компенсація недостатності того чи іншого ресурсу – основний принцип терапії.

Відновлення енергетичних витрат клітин здійснюється за рахунок кровопостачання. Кров складається з плазми і формених елементів. Основним постачальником біохімічних ресурсів клітинам є еритроцити. Вони не тільки здійснюють транспортування кисню, але і адсорбують з плазми крові амінокислоти, ліпіди і переносять їх до тканин.

Покращення кровотоку можна здійснити двома основними шляхами: медикаментозним – шляхом введення спеціальних препаратів, що розріджують кров, і терапевтичним – шляхом впливу визначального фізичного параметра на конкретну область організму.

Особлива роль у діагностиці, лікуванні, реабілітації та профілактики різних видів захворювань та їх ускладнень належить фізичним методам. В сучасній фізіотерапії застосовуються природні і переформовані фізичні чинники, одержувані за допомогою спеціальних апаратів. Клінічні й експериментальні дослідження [3], проведені в останні роки показали, що фізичні чинники можуть доповнювати або замінити багато методів медикаментозної терапії на всіх етапах лікування і реабілітації хворих.

Кожний фізичний чинник має специфічну дію. Специфічність впливу на організм визначається видом фізичної енергії, локалізацією впливу, глибиною проникнення в тканини, місцем поглинання енергії та видом тканини (її біофізичною і біохімічною структурою, функціональною активністю).

Сучасні терапевтичні методи ґрунтуються на використанні наступних фізичних явищ: електричний струм; магнітне поле; світловий потік; вібраційні та звукові коливання.

Вибір методу фізіотерапії залежить від загального стану організму, специфіку патологічного процесу, його клінічні прояви, стадії і фази розвитку захворювання, статі, віку та

нервово - психічного стану.

Електролікування є одним з основних і найбільших розділів сучасної апаратної фізіотерапії, який розвивається і вдосконалюється разом з розвитком радіоелектроніки, експериментальної, клінічної медицини. В даний час поряд з традиційними методами лікування використовують постійний електричний струм (гальванізація, лікарський електрофорез), широке розповсюдження отримали методи впливу імпульсним електричним струмом постійного і змінного напрямків. Особливо інтенсивно розвиваються методи електролікування з використанням електричного та магнітного полів постійного і змінного напрямків, а також електромагнітного поля змінного напрямку.

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним та біологічним ефектами. Термічна дія струму полягає в нагріванні тканини, випаровуванні вологи, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходженню струму та часу проходження. Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної речовини (її електролізі), в тому числі і крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, призводить до порушення біохімічних процесів у тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму. Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. Під час проходження постійного струму в організмі відбуваються фізико-хімічні процеси (електроліз, поляризація), які прискорюють метаболізм та покращують тканини. Активуються ферментні системи, процеси синтезу і обміну речовин. Крім того, коливання глобулярних білків, гліколіпідів і фосфоліпідів, які складають мембрани клітин призводить до підвищення дисперсності білків і фосфоліпідів, проникності клітинних мембран і підвищення активності іонтранспортних систем мембрани.

В основу електрофізіотерапії покладено процеси гальванізації, дарсонвалізації, франклінізації тощо.

Тканини людини являють собою складний біоелектричний ланцюг із своєрідних провідників. Тканинна рідина, клітинні включення, багаті солями, білкові молекули, колоїдні частки, що несуть на собі електричні заряди, в основному забезпечують повну електропровідність тканин. Всі змінні електричні коливання, особливо вище 500 кГц, мають велику проникаючу здатність, оскільки ємкісний опір тканин втрачає своє значення. Змінні електричні коливання не викликають електролізу під електродами. Вони не викликають зміни іонної концентрації всередині клітинних структур, на відміну від постійного струму. В той же час змінні коливання поглинаються тканинами і це супроводжується утворенням ендогенного тепла. При коливальних рухах заряджені частки зіштовхуються між собою, в результаті виникаючого тертя утворюється тепло.

Підсумовуючи можна прийти до наступних висновків:

– фізіологічний механізм дії електротерапії пов'язаний зі збудженням скорочення м'язових клітин під дією імпульсів електричного струму, що викликає мікрівібрації тканин в цільовій області;

– мікрівібрації збуджуються за рахунок активного витрачання накопичених м'язовими клітинами ресурсів, тому електротерапія не є ресурсною допомогою.

Магнітотерапія здійснює вплив на лінійний рух крові. Однойменні частки починають рухатись паралельними напрямками дозволяючи крові проникати у дрібні кровоносні судини. Дія магніту збільшує швидкість руху крові, але зменшує тиск на кровоносні судини. Це призводить до поліпшення периферійного кровопостачання, відновлення функцій системи кровообігу та дає ефективний вплив на стінки вени і її клапани.

Магнітне поле при захворювань вен допомагає: поліпшити здатність стінок венозних клапанів; сприяє нормалізації потоку крові; кисневий баланс крові стає активнішим; пришвидшує процеси обміну; зменшує ризик застою крові.

До нових методів магнітотерапії відносять: загальну термомагнітотерапію, фотоманітотерапію, гідромагнітотерапію.

Індуктотермія - метод лікувального застосування магнітного поля, що виникає навколо витків індуктора при проходженні по ньому змінного струму високої частоти (13,56 мГц).

Під впливом індуктотермії в тканинах виникають вихрові струми, сила яких обернено пропорційна електричному опору тканин. Тому вихрові струми й обумовлене ними тепло найбільш інтенсивно утворюються в рідких середовищах (кров, лімфа) і в тканинах з найбільшим вмістом води (м'язи, органи). Глибина теплового впливу при індуктотермії 6-8 см. Утворення тепла залежить від сили струму і часу впливу. Теплова реакція носить поширений

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

характер. Під впливом індуктотермії посилюється кровообіг, проявляється судинорозширювальна, поліпшується трофіка, посилюється фагоцитарна активність лейкоцитів, розсмоктуюча дія, знижується АТ.

Мікрохвильова терапія (надвисокочастотна - НВЧ) - метод використання для лікування мікрохвиль різноманітного діапазону частот. Використовується частота 2375 МГц (довжина хвилі 12,6 см) - сантиметрові хвилі (СМХ) і частота 460 МГц (довжина хвилі 65 см) - дециметрові хвилі (ДМХ).

Під впливом поля НВЧ підвищується температура тканин, посилюється кровообіг, розширюється просвіт капілярів, збільшуються окислювально-відновлювальні процеси, збільшується споживання кисню.

Ця терапія впливає переважно на патологічно змінені органи і системи, не впливаючи на нормально функціонуючі.

Світлолікування - метод фізіотерапії, при якому з лікувальною і профілактичною метою застосовуються електромагнітні коливання оптичного діапазону як видимого, так і в невидимого спектра. Світло має властивості як електромагнітної хвилі, так і потоку часток (квантів). Між довжиною хвилі й енергією кванта існує обернена залежність - чим коротше довжина хвилі, тим більше енергія кванта.

В основі біологічної дії світла лежить поглинання енергії світлового потоку тканинами організму і перетворення її в інші види енергії, насамперед у теплову і хімічну, які справляють на організм як загальну, так і місцеву дію.

Під час дії ультрафіолетового випромінювання на організм людини за рахунок фотоелектричного ефекту в шкірі відбуваються складні фотохімічні і фотобіологічні процеси. Вони проявляються розпадом білка (фотоліз), утворенням більш складних речовин (фотосинтез) або речовин із новими фізико-хімічними властивостями (фотоізомеризація). У місці поглинання утворюються вільні радикали, посилюється ферментативна активність, звільняються або знову утворюються біологічно активні речовини (гістамін, серотонін, ацетилхолін тощо).

Під впливом ультрафіолетових променів поліпшується скорочувальна здатність міокарда, знижується гіпоксія, відновлюється функція зовнішнього дихання за рахунок зменшення частоти і збільшення глибини дихання, нормалізуються процеси згортання, збільшується вміст еритроцитів, підвищується гемоглобін крові, сповільнюється ШОЕ, поліпшуються показники ліпідного обміну.

Лазеротерапія - вплив на хворого електромагнітними хвилями оптичного діапазону. Випромінювання лазерів являє собою електромагнітні хвилі з такими властивостями, як монохроматичність (наявність у спектрі тільки однієї довжини хвилі), когерентність (випромінювання електромагнітних хвиль, які збігаються за частотою і фазами і посилюють один одного), незначне розсіювання потоку випромінювання або паралельність його, що дає можливість при фокусуванні одержати дуже високу щільність потужності на поверхні, яка опромінюється.

В даний час у фізіотерапії застосовують випромінювання лазерів у червоній і інфрачервоній частині спектра з довжиною хвилі від 620 до 1300 нм. При таких довжинах хвиль діапазон терапевтичної дії найбільш широкий, а глибина проникнення випромінювання в тканинах - максимальна. У дії лазерного променя має значення його теплова енергія, тиск світла, вплив електромагнітного поля, фотохімічний, фотоелектричний ефекти тощо.

Механізм біологічної дії ультразвуку обумовлений трьома чинниками: механічним, термічним і фізико-хімічним.

Низькочастотний ультразвук викликає глибокий мікромасаж тканин, посилення мікроциркуляції і місцевого кровообігу, підвищення судинної і епітеліальної проникності, зміну активності ферментів і швидкості біосинтетичних процесів, стимуляцію компенсаторно-приспосувальних і захисних реакцій організму.

На початку 21 століття в медичній практиці з'явився новий вид терапії, який застосовують для глибокого мікромасажу на клітковому рівні методом фонування організму акустичними і мікровібраційними коливаннями. Мета фонування - відновлення дефіциту біологічної мікровібрації тканин в проблемній чи пов'язаній з нею області організму.

При повному спокої і розслабленні мікровібраційний фон характеризується нормою і патологією [6] і відображає стан ресурсів організму. При фізичному навантаженні мікровібрація тканин значно посилюється (рис. 1., адекватно збільшуючи приплив крові і відтік продуктів метаболізму.

Фізична властивість віброакустичної дії полягає у її здатності покращити наскрізний

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

кровоток і лімфотік. В основі цього явища лежить два фізичних ефекти: перший - зниження судинного опору руху крові при впливі мікрівібрації визначеної звукової частоти (кожному діаметру судини відповідає своя оптимальна частота), другий - ефект гідродинамічного насоса у венах. Він виникає завдяки наявності клапанів, які під впливом мікрівібрації забезпечують не хаотичний, а спрямований рух крові. В результаті дослідження механізму периферичного кровообігу, було встановлено [1], що м'язові волокна тремтять зі звуковою частотою. Від такого тремтіння у венах утворюється з однієї сторони розрідження, а з іншої тиск - своєрідний гідродинамічний насос, який і забезпечує прискорений відтік крові.

Таким чином, якщо мікрівібрація - це фізичний фактор, який лежить в основі роботи кровообігу організму і служить для зниження периферичного опору капілярної сітки та підсилення венозного відтоку, то, якщо внаслідок якихось причин м'язові волокна перестають тремтіти, то доцільно застосувати зовнішню мікрівібрацію до відновлення нормального кровообігу.

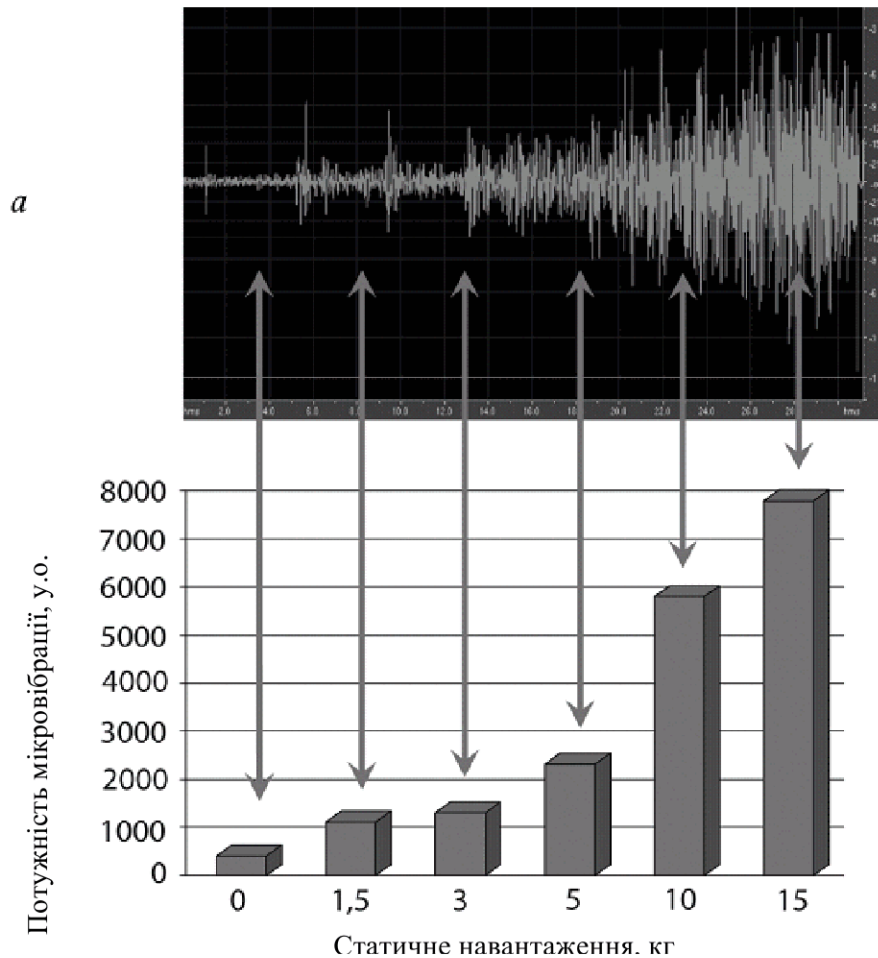


Рис. 1. Амплітудна характеристики (а) і покази міотремографа (б) залежно від статичного навантаження організму людини

Враховуючи великий розкид механічних властивостей молекул, клітин, судин і тканин, бажаним є вплив мікрівібраціями з неперервною змінювальною частотою і амплітудою, причому акустичний діапазон з інфразвуковою модуляцією краще корелює з механічними властивостями елементів тканини, ніж інші частоти.

На основі проведеного вище аналізу енергоресурсів організму, існуючих методів фізіотерапії, які застосовують для відновлення процесів метаболізму та катаболізму в організмі людини, беручи до уваги їх переваги і недоліки, зроблено наступні висновки.

Розрізняють три види ресурсів організму: біохімічні, біофізичні та кліткові. Провівши аналогію з виробничою сферою людської діяльності, було встановлено, що біохімічні ресурси є сировиною, яку потрібно переробити організму у енергію, біофізичні ресурси утворюють технологічний процес перетворення цієї сировини, а клітковий ресурс утворює своєрідний акумулятор енергії, де накопичується, зберігається і з звідки видається необхідна для функціонування організму енергія. Біофізичний ресурс формується за допомогою температури, тиску і мікрівібрації організму. Мікрівібрація утворюється за рахунок скорочувальної активності м'язових клітин. Цей чинник є незамінним ресурсом всіх живих організмів.



## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

При повному спокої і розслабленні мікрівібраційний фон характеризується нормою і патологією та відображає стан ресурсів організму. Дефіцит біологічних мікрівібрацій, як правило, носить локальний характер. Тотальним він стає з віком, а також трапляється при хронічній втомі, переохолодженні, перевтомі від інтенсивних і тривалих навантажень, після тривалого стресу.

Проаналізувавши терапевтичні методи, що ґрунтуються на фізичних властивостях та явищах, виділено два принципово різних методів компенсації дефіциту біологічної мікрівібрації:

- за рахунок збудження м'язів електричним струмом (електротерапія);
- за рахунок зовнішнього джерела мікрівібрації (фонотерапія).

Перший метод не можна віднести до ресурсної підтримки організму, і його можливості обмежені, оскільки витрачається енергія м'язових клітин. Крім того, застосування електротерапії може викликати пошкодження м'язових та нервових клітин, і її не можна застосовувати до пацієнтів, які не переносять дію електричного струму.

До ресурсної підтримки відноситься лише та, яка надається за рахунок зовнішнього джерела енергії. Існує можливість компенсації дефіциту і навіть збагачення тканин біологічними мікрівібраціями шляхом прямої їх передачі від джерела через контакт з тілом пацієнта. Мікрівібрації віброакустичного діапазону проникають на глибину до 10 см, що задовольняє потреби навіть у лікуванні внутрішніх органів. Саме цей метод дає можливість в лікуванні цілої низки захворювань і носить природній характер ресурсної підтримки.

### Інформаційні джерела

1. Аринчин Н. И. Периферические «сердца» человека. — Минск: Наука и техника, 1988.
2. Аринчин Н. И., Борисевич Г. Ф. Микронасосная деятельность скелетных мышц при их растяжении. — Минск: Наука и техника, 1986.
3. Иммунология и старение: сборник монографий / под ред. Т. Макинодана, Э. Юниса. — М.: Мир, 1980.
4. Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечнососудистой системы. — СПб.: Питер, 2000.
5. Стеценко Г.С., Пенішкевич Я.І., Гриценко В.І. Медична техніка. - Луцьк: Надстир'я, 2002.
6. Федоров В.А., Ковеленов А.Ю., Логинов Г.Н., Рябчук Ф.Н. Ресурсы организма. Новый подход к выявлению причин возникновения заболеваний и методам их лечения. — СПб.: СпецЛит, 2012.
7. Физические факторы и здоровье человека: труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов. — М.: МОРАГ–Экспо, 2002.

**Терлецкий Т.В., к.т.н., Королева А.Г.**

Луцкий национальный технический университет

### **ВОЗОБНОВЛЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ЗАПАСОВ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА СРЕДСТВАМИ ФИЗИОТЕРАПИИ**

*В статье представлен анализ существующих методов физиотерапии, которые применяются для восстановления процессов метаболизма и катаболизма в организме человека. Рассмотрены действие каждого физического фактора, ведь специфичность воздействия на организм определяется видом физической энергии, локализацией воздействия, глубиной проникновения в ткани, местом поглощения энергии и видом ткани. В работе определены наиболее оптимальные терапевтические методы с помощью которых проходит эффективно и естественное обогащение ресурсов организма человека.*

**Ключевые слова:** ресурсы организма, клетка, метаболизм, биохимические запасы, катаболизм, методы физиотерапии, организм человека.

**T. Terletskyi, A. Koroleva**

Lutsk National Technical University

### **RESTORATION OF BIOCHEMICAL STOCKS OF THE HUMAN BODY BY PHYSIOTHERAPEUTIC MEANS**

*The article presents an analysis of the existing methods of physiotherapy, which are used to restore metabolic processes and catabolism in the human body. The action of each physical factor is considered, because the specificity of the impact on the body is determined by the type of physical energy, the localization of the impact, the depth of penetration into the tissue, the place of energy absorption and the type of tissue. In the work, the most optimal therapeutic methods are determined with the help of which an effective and natural enrichment of the human body resources passes.*

**Key words:** body resources, cell, metabolism, biochemical reserves, catabolism, methods of physiotherapy, human body.