

МЕТОД БІОІНДИКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач І.А.

Вінницький національний технічний університет

Хмельницьке шосе 95, 21021, м. Вінниця

kostyukv88@gmail.com

Висвітлено методологічні основи визначення функціонального здоров'я населення шляхом біогальванізації активних точок та запропоновано способи використання одержаної інформації для побудови еколого-медичних карт місцевості забрудненої різними екополлютантами. *Ключові слова:* біогальванізація, функціональне здоров'я, еколого-медичне районування, екологічна безпека.

Метод биондикации экологически загрязненных территорий. Петрук Р.В., Костюк В.В., Трач И.А. Изложены методологические основы определения функционального здоровья населения путем биогальванизации активных точек и предложены способы использования полученной информации для построения эколого-медицинских карт местности загрязненной различными екополлютантами. *Ключевые слова:* Биогальванизация, функциональное здоровье, эколого-медицинское районирование, экологическая безопасность.

The method of biological indication of pollute dareas. Petruk R., Kostyuk V., Trach I. The methodological bases for determining the functional health of the population by means of biogalvanization of active points are described, and ways of using the received information for the construction of ecological medical maps of the area contaminated by different ecopolytutans are proposed. *Keywords:* biohalvanization, functional health, environmental-medical zoning, ecological safety.

Існує низка методів біоіндикації територій. Біоіндикація передбачає оцінку стану середовища за допомогою живих об'єктів. Живими об'єктами зазвичай виступають клітини, організми, популяції, спільноти. За їхньої допомоги можна проводити оцінку як абіотичних факторів (температура, вологість, кислотність, солоність, вміст поллютантів тощо), так і біотичних (життєва здатність організмів, їх популяцій і угруповань). Термін «біоіндикація» частіше використовують в європейській науковій літературі, а в американській його зазвичай замінюють аналогічною за змістом назвою «екотоксикологія»[1].

Біоіндикація базується на спостереженні за складом та чисельністю видів-індикаторів.

Метод біоіндикації заснований на вибірковому біологічному накопиченні речовин з навколишнього середовища організмами рослин і тварин. Найбільш небезпечними для біотичних спільнот є антропогенні забруднення ґрунту та водою важкими металами, радіонуклідами, деякими хлорорганічними похідними, оскільки накопичення цих речовин у живих організмах (як усім організмом, так і його окремими частинами) порушує нормальний метаболізм, впливає на біохімічні, цитологічні і фізіологічні процеси та загалом

погіршує стан і відтворюваність популяції [2].

Відомо багато способів дослідження людського організму та виявлення певних впливів довкілля на нього. Більшість методів є непрямими, а опосередкованими. Наприклад, дослідження концентрацій хімічних речовин та доз фізичних впливів у середовищі існування людини. Самі граничні концентрації, рівні дози (ГДК, ГДД, ГДР), зазвичай, розраховуються за допомогою летальних доз (ЛД) впливів певних факторів на піддослідні організми [3]: щури, миші, кури, кролики тощо. Зазвичай, граничні впливи напряму на людський організм не розраховуються, а тому і розкривають об'єктивно вплив факторів середовища на людину [4].

Найбільш якісно і точно виявити впливи довкілля можна лише на пряму на людину, проте це неможливо з використанням «концепції ГДК». Для ґрунтового дослідження впливу забрудненого і порушеного довкілля на людину варто проводити детальне дослідження всіх можливих параметрів здоров'я людини: біохімічне дослідження крові, зміни тиску, температури, генетичних впливів, загальне самопочуття людини та ін.

Загалом виявлення кореляції між різними (всіма) видами впливу на довкілля та порушеннями здоров'я людини на певній території є вкрай складною, хоча й є актуальною задачею.

Запропонований нами метод надає можливість використовувати для аналізу впливу екологічної порушеності територій на людський організм. В якості об'єкта дослідження пропонується використовувати дитяче населення. Здоров'я дитячого населення певної території більш об'єк-

тивно відображає екологічну порушеність території, оскільки діти не зловживають шкідливими звичками, не мають професійних хвороб, харчуються, зазвичай, більш якісною їжею, що дозволяє отримувати більш точну інформацію безпосередньо про екологічні впливи на здоров'я населення.

Отже, дослідження функціонального здоров'я дитячого населення з подальшим аналізом медико-екологічних впливів довкілля є вкрай актуальним завданням.

Суть методу біодіагностики і біоіндикації територій за допомогою аналізу функціонального здоров'я населення

Основним предметом дослідження методу еколого-медичного районування є комплексний стан вегетативної нервової системи (ВНС) дитячого організму і аналіз процесів, що на нього впливають.

Показники вегетативної (автономна) нервової система регулюють всі внутрішні процеси організму: функції внутрішніх органів і систем, залоз, кровоносних і лімфатичних судин, гладкої і частково поперечно смугастої мускулатури, органів чуття. Вони забезпечують гомеостаз організму, тобто відносну динамічну постійність внутрішнього середовища і стійкість його основних фізіологічних функцій (кровообіг, дихання, травлення, терморегуляція, обмін речовин, виділення, розмноження та ін.) Крім того, вегетативна нервова система виконує адаптаційно трофічну функцію – регуляцію обміну речовин стосовно до умов зовнішнього середовища [5].

Є ряд методів дослідження окремих показників стану вегетативної нервової системи, зокрема, метод клінортоста-

тичної проби та кардіоінтервалографії, дермографії, метод очно-серцевого рефлексу, гальванічного рефлексу та ін. Усі вони зводяться до процедур або дій, що дозволяють характеризувати тонус симпатичної і парасимпатичної іннервації конкретного органу чи системи і, відповідно, активність симпатичної і парасимпатичної складових вегетативної нервової системи.

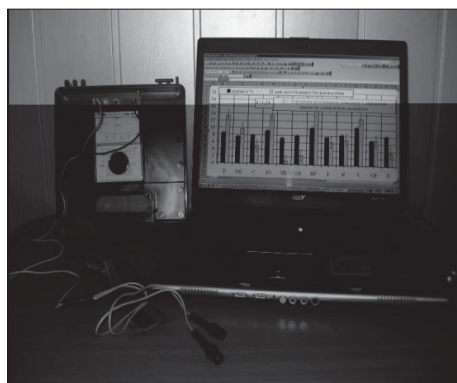


Рис. 1. Комп'ютеризована система Vitatest-24

Для досліджень використано метод біогальванізації активних точок з комп'ютеризованої системи Vitatest-24, що дозволяє реєструвати зміни активності ділянок вегетативної нервової системи і одержувати систематизовані дані, які підлягають подальшому комплексному аналізу. Особливістю цього методу і приладу є можливість реєструвати дані активності точок ВНС органів та систем організму, зокрема, легені (P), товстий (GI) та тонкий кишковик (IG), шлунок (E), селезінка і підшлункова залоза (RP), серце (C), нирки (R), сечовий міхур (V), печінка (F) та окремо стан лімфатичної системи (TR). Використовувані символи відповідають французькій системі позначення активних точок. Існує аль-

тернативна міжнародна система активних точок, проте форма позначення не впливає на суть і зміст активних точок. Одержані дані порівнюються з нормою і робиться висновок про ступінь відхилення від неї і рівень порушеності функціонального здоров'я [6].

Метод біодіагностики та прилади для його здійснення офіційно дозволені МОЗ України «Нова медична техніка і нові методи діагностики» (проток. № 5 від 25.12.91 р.; № 1.08-01 від 11.01.94 р.) та Вченою радою МОЗ України (проток. № 1.08-01 від 11.01.94 р.).

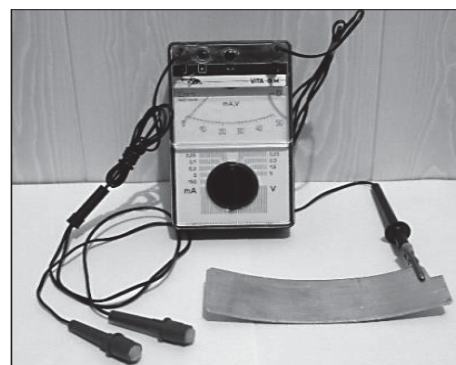


Рис. 2. Комплекс «VITA-01-M»

Особливості приладу VITA 01 M:

1. для функціонування приладу не використовуються зовнішні джерела енергії;
2. напруга в замкнутому колі не перевищує рівнів мембранних потенціалів (0,03 – 0,6 В);
3. завдяки компактності та ергономічності приладу його можна використовувати як для стаціонарних, так і для експедиційних досліджень.

Безпосередньо проведення експерименту проходить по етапах [7]:

1. підготовка приладу VITA-01-M для біодіагностики функціонально-енергетичної рівноваги організму;

2. локалізація репрезентативних біологічно активних зон (БАЗ), що частково представлені в таблиці 1;

3. підготовка діагностичних електродів ДЕ та АЕ: базовий електрод акцептор електронів (АЕ) – випукла пластинка з спеціального сплаву, попередньо покрита окисною плівкою (5 x 7 см); діагностичні електроди (ДЕ – донори електронів) у вигляді посрібленої пари, які розташовані в ебонітових чашках діаметром 1 см і обгорнуті поролоновими прокладками;

4. фіксація спеціальним паском через вологу прокладку (змочену

теплою водою або фізіологічним розчином) АЕ в пупковій області (центральна мезогастральна ділянка (0-зона) з натягом середньої щільності для створення стабільних умов обстеження. Останні звожуються за допомогою теплої води. В процесі тестування електроди ДЕ під прямим кутом з незначним тиском (на рівні дотику), одночасно контактують з кожною парою симетричних БАЗ на протязом 1-4 секунд до одержання стабільних показників. Через кожні три контакти з БАЗ електроди повторно змочуються в заздалегідь приготовленому розчині.

Таблиця 1

Репрезентативні активні зони, що використовуються для проведення вегетативної діагностики [8]

Активні зони	Топографія репрезентативних БАЗ
Н-1 (Р-9) Легені	На поперековій шкірній складці променево-зап'ясткового суглобу з променевої сторони променевої артерії
Н-2 (МС-7) Перикард	По середині поперекової складки променево-зап'ясткового суглобу, між сухожилками м'язів
Н-3 (С-7) Серце	В западині між горохоподібною та ліктьовою кістками на поперековій складці променево-зап'ясткового суглобу
Н-4 (ІГ-4) Тонкий кишковик	На внутрішньому (ліктьовому) краю кисті в проміжку між основою V п'ясткової кістки і кістками зап'ястка
Н-5 (TR-4) Три обігрівачі	На задній поверхні променево-зап'ясткового суглоба в западині між сухожиллям розгиначів пальців і V пальця
Н-6 (GI-5) Товстий кишковик	На променевому краю зап'ястка, між сухожиллями розгиначів великого пальця
F-1 (RP-3) Селезінка - ПШЗ	На медіальній стороні ступні, в западині позаду і знизу від головки I плесняка
F-2 (F-3) Печінка	На задній поверхні ступні, в самому вузькому місці між I та II плесняками
F-3 (R-3) Нирки	В западині посеред відстані між п'ятковим (Ахілловим) сухожиллям і медіальною маломілковою колодочкою
F-4 (V-65) Сечовий міхур	На латеральному боці ступні, в западині позаду і знизу від головки V плесняка
F-5 (VB-40) Жовчний міхур	Збоку і знизу латеральної сторони маломілкової колодочки, в западині зовнішнього боку сухожилля довгого розгинача пальців
F-6 (E-42) Шлунок	На самій високій частині спинки ступні, між суглобами II і III клинчастих кісток та II-III плесняків

Наведені в таблиці 1 дані розкривають лише 12 основних точок важливих для дослідження основних груп органів людини, хоча повний перелік точок містить понад 200 активних зон.

З одержаного масиву даних про стан функціонального здоров'я дитячого населення певної території та усередненої інформації про відхилення вегетативної нервової системи можна проводити аналіз можливих екологічних проблем території і її ступінь екологічної порушеності.

Для визначення нормальних значень вегетативних станів та відхилень від норми використано дані статистичних спостережень 14304 дітей різних статевих вікових груп. Аналізу підлягали не абсолютні значення показників, а відносне співвідношення сумарної симпатичної і парасимпатичної активності ВНС.

У таблиці 2 наведено основні діагностичні нормативи функціонального стану окремих систем [9].

Таблиця 2

Діагностичні нормативи функціонального стану систем

ФЕС	М, мкА	min, мкА	max, мкА	ФЕС	М, мкА	min, мкА	max, мкА
P	10.1	7.3	12.9	V	9.3	5.9	12.7
GI	7.8	5.3	10.2	R	7.6	5.5	9.7
E	7.7	5.0	10.3	MC	8.6	6.3	10.9
RP	9.5	6.1	13.1	TR	7.4	4.4	10.6
C	9.3	5.4	13.1	VB	6.2	3.7	8.6
IG	9.0	7.0	11.0	F	7.5	4.8	10.2

Масив експериментальних даних порівнюється з нормативами функціонального стану, після чого вираховується нормативний показник вегетативного гомеостазу за величини k (зона ФК – зона функціональної компенсації).

Ідеальними є значення, що відповідають зоні рівноваги, відхилення в зону парасимпатичної активності чи симпатичної активності свідчить про відхилення функціонального здоров'я.

Для визначення чисельного значення відхилення використовується коефіцієнт відхилення (k). За формулою (1):

$$k = \sum X(CA) / \sum X(PCA), \quad (1)$$

де $\sum X(CA)$ – сума діагностичних показників, що мають значення вищі

за M , $\sum X(PCA)$ – сума діагностичних показників, що мають значення нижчі за M ; M – діагностичний норматив для конкретної активної зони, мкА; X – виміряне значення активності конкретної активної зони, мкА.

Відповідно, при значеннях коефіцієнта відхилення від норми понад одиниці буде спостерігатися симпатична активність і при значеннях менше одиниці – парасимпатична активність (табл. 3).

По індивідуальних показниках відхилення вегетативного гомеостазу судити про екологічну ситуації в регіоні не можна. Проте, по групових показниках (які одержані по великій кількості осіб) можна робити висновки щодо рівня екологічної

Таблиця 3

Нормативні показники вегетативного гомеостазу по величині k

Парасимпатична Активність (ПСА)		Вегетативний гомеостаз			Симпатична активність (СА)	
		Зона ФК ПСА	Зона рівноваги	Зона ФК СА		
значна	виражена				виражена	значна
0,75 і <	0,76- 0,86	0,87-0,94	0,95-1,05	1,06-1,13	1,14-1,25	1,26 і >

Примітка: зона ФК - зона функціональної компенсації

порушеності територій. Для цього варто використовувати таблицю 4. Для визначення враховується сумар-

ний відсоток порушень гомеостазу у досліджуваних дітей конкретно взятої території.

Таблиця 4

Залежність функціонально екологічної порушеності території від стану усереднених відхилень вегетативної нервової системи

Оцінка напруги функціонально-екологічної ситуації регіону	Кількість порушень вегетативного гомеостазу у дітей (в %):		
	В зоні ПА	В зоні ВР	В зоні СА
Зона відносної функціонально-екологічної безпеки	15	70	15
Зона підвищеної функціонально-екологічної уваги	25	50	25
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної напруги	30	50	20
Зона з ознаками розвитку функціонально-екологічної катастрофи	45	40	15
Зона функціонально-екологічної катастрофи	65	25	10

Примітка: ПА – парасимпатична активність; ВР – вегетативна рівновага; СА – симпатична активність

Фактично вид комплексного відхилення функціонального здоров'я (симпатичний чи парасимпатичний) не має значення. Для оцінювання порушеності території особливе значення має відносна кількість порушення вегетативного гомеостазу, що визначається у відсотках.

Використання одержаних даних для побудови карт забруднення і подальшого аналізу

Для ефективного використання і аналізу даних функціонального

здоров'я населення певної території варто використовувати географічну прив'язку кожного випадку дослідження.

Важко заперечити той факт, що переважна більшість інформації по захворюваннях має географічний аспект і тому її можна просторово аналізувати і наочно представляти у вигляді карт, схем, діаграм, графіків та малюнків. Для ефективного аналізу і візуалізації просторової інформації існують потужні засоби – географічні інформаційні системи (ГІС), які не

лише дозволяють створювати електронні карти на основі високовмісних баз даних, але за допомогою різнопланового аналізу наявної просторової інформації вирішувати проблеми різної складності.

У Вінниці з 2001 року функціонує геоінформаційна система органів місцевого самоврядування міста Вінниці на базі ПЗ ГІС «Карта 2000» [10-12].

Сьогодні у складі МГІС Вінниці розгорнуть ГІС Сервер 2011. Основний продукт – ГВС «Карта 2011», що базується на ГІС пакеті «Панорама», дозволяє візуалізувати одержану інформацію для подальшого аналізу. Ці карти можна використовувати для нанесення даних з визначення функціонального здоров'я і побудови карт комплексного забруднення довкілля.

Метод картографування можна використовувати для глибокого аналізу різних параметрів довкілля, які можуть включати також стан лісових насаджень, мисливської теріофауни та ін.

Висновки

Наведений метод є унікальним і дозволяє провести екологічний аналіз території за допомогою цільової групи організмів – людини.

Метод дослідження є неінвазивний і мало затратний, що дозволяє проводити обстеження різних віково-статевих груп і отримувати дані з мінімальною статистичною похибкою.

Наведений метод не враховує такі суб'єктивні для різних людей показники як ГДК, ГДД, а тому оцінює вплив довкілля на кожного піддослідного об'єктивно за його можливостями протистояти антропогенним впливам.

Наведений метод є вкрай перспективним у біоіндикації територій забруднених радіонуклідами, хімічними засобами захисту рослин, територій з забрудненими об'єктами гідросфери і атмосфери, дозволяє оцінювати сумарні впливи всіх негативних факторів довкілля на здоров'я людини.

Література

1. Клименко М. О. Моніторинг довкілля / М. О. Клименко, А. М. Прищепа, Н. М. Вознюк. – К.: Академія, 2006. – 360 с.
2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
3. Edell DJ. 1986. A peripheral nerve information transducer for amputees: Long-term multichannel recordings from rabbit peripheral nerves. IEEE Trans Biomed Eng 33:203
4. Нагайчук В. В. Вплив біогальванізації на культуру *E. Coli* та гемолітичного стафілококу / В. В. Нагайчук // Вісник морфології. – 2010. – № 16(3). – С. 716-720.
5. Енциклопедія анатомії людини. – К., 2000.
6. Scott, Bryan O., "The principles and practice of electrotherapy and actinotherapy". Springfield, Ill., C.C. Thomas, c1959. 314 p.
7. Макац В.Г. Оцінка функціонального здоров'я і вегетативних порушень у дітей зони радіаційного контролю України при їх оздоровленні в умовах питного курорту Моршин (методичні рекомендації) // Вінниця – Баня Лісовицька, 2003, 55 с.
8. Судаков К.В. Функциональные системы организма. / К.В. Судаков. – М., Медицина 1987.
9. Макац В.Г. Биогальванизация в физио- и рефлексотерапии (экспериментально-клинические исследования) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Пятигорск. 1992. 47с.
10. Нова екологія: [Електронний ресурс]: – Геоінформаційні системи в екології – Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2374-1.html>.

11. КБ «Панорама: [Електронний ресурс]: – Создание геоинформационной системы органов местного самоуправления города Винница– Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru/projects/53.htm> (дата звернення: 12.12.2015).
12. С.М. Крижановський. Метод автоматизації розрахунку та візуалізації індексу загального забруднення міста / С.М. Крижановський, І.В. Давидова / Вісник ЖДТУ. 2013. № 4 (67)