17. Ministry of Health of USSR. *Metodycheskie rekomendatsii po otsenke fizicheskogo razvitiya detey yasel'nogo i doskol'nogo vozrasta* [Guidelines for the Assessment of Physical Development of the Toddlers]. Kiev ; 1986 : 30 p. (in Russian).
18. Antomonov M.Yu. *Matematicheskaya obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh*. 2-e izd. [Mathematical Processing and Analysis of Medico-Biological Data. 2nd Ed.]. Kiev : Medinform ; 2018 : 579 p. (in Russian).
19. Platonova A.G. *Gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart i rezhim dnia ukrainiskikh shkol'nikov* [The State Educational Standard and the Day Regimen of the Ukrainian Schoolchildren]. In : *Zdravookhranenie i meditsynskie nauki. Materialy V natsional'nogo Kongressa po shkol'noy i universitetskoy meditsine* [Public Health and Medical Sciences. Materials of the V National Congress on School and University Medicine]. Moscow ; 2016 : 243-246 (in Russian).
20. Podrigalo L.V., Ermakov S.S., Platonova A.G., Rovnaya O.A., Podavalenko A.V. and Tolstoplet E.V. *Fiziologo-gigienicheskaya otsenka pedagogicheskikh tekhnologiy i obrazovatel'nykh innovatsiy, kak faktor sokhraneniya zdorovia shkol'nikov* [Physiological and Hygienic Assessment of Educational Technologies and Educational Innovations as a Factor of the Health Protection of Schoolchildren]. In : *Teoreticheskie i prikladnye problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya : Mater. konf.* [Theoretical and Applied Issues of Modern Science and Education: Conf. Mater.]. Kursk ; 2015 ; P. 1 : 192-196 (in Russian).
21. Platonova A., Podrigalo L., Yermakov S., Cieřlicka M. and Muszkieta R. *Collegium Antropologicum*. 2018 ; 42 (1) : 7-12.

<https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.215>

УДК 613.22:613.955

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗДОРОВ'Я МІСЬКИХ ДІТЕЙ 12-15 РОКІВ З УРАХУВАННЯМ ЩОДЕННОЇ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ

Слізарова О.Т., Антомонов М.Ю, Гозак С.В., Станкевич Т.В., Парац А.М.
ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзеєва НАМН України», м. Київ

Метою даного дослідження було створення методики прогнозування рівня здоров'я підлітків на основі показників гемодинаміки та тривалості рухової активності помірно-високого рівня.

Матеріал і методи досліджень У дослідження включені результати обстеження 98 учнів трьох київських шкіл віком 12-15 років, батьки яких дали інформовану згоду на проведення дослідження. Для встановлення тривалості рухової активності помірно-високого типу використовували адаптований опитувальник «*Quantification de L'Active Physique en Altitude Chez le Enfants*». Захворюваність вивчали шляхом викопіювання даних медичних карток. Вегетативний статус визначали за Індексом Кердо. Для розрахунку класифікаційних функцій з метою визначення шансів зниження здоров'я використовували дискримінантний аналіз.

Результати та їх обговорення У дискримінантну модель були включені окремі та комплексні показники функціонального та фізичного стану організму (пульс, систолічний та діастолічний артеріальний тиск, вага, зріст, індекс маси тіла, вегетативний індекс Кердо), а також тривалості тижневої рухової активності легкого та помірно-високого типу. Розрахунок моделі проводили за допомогою методики *forward stepwise* з урахуванням визначених показників. Підтвердження ефективності розрахованих функцій проводили шляхом крос-перевірки.

Висновки. Розроблена методика оцінки ризику для здоров'я підлітків з урахуванням оцінки функції вегетативної нервової системи та тривалості фізичного навантаження по-

мірно-високого рівня. Статистична достовірність методу підтверджена за критеріями доказової медицини (чутливість – 76,0%, специфічність – 90,2%, прогноз позитивного результату – 90,5%, прогноз негативного результату – 79,3%). Дана методика рекомендується, як інструмент первинної профілактики у заходах попередження розвитку неінфекційних хронічних захворювань. Застосування методики можливе як на індивідуальному, так і на популяційному рівнях з ймовірністю визначення шансів зниження здоров'я 90,5%.

Ключові слова: здоров'я підлітків, рухова активність, соціальні детермінанти, методика прогнозування здоров'я.

FORECAST OF HEALTH FOR URBAN CHILDREN AGED 12-15 YEARS TAKING INTO ACCOUNT DAILY MOTOR ACTIVITY

O.T. Yelizarova, M.Yu. Antomonov, S.V. Hozak, T.V. Stankevych, A.M. Parats
State Institution "O.M. Marzieiev Institute for Public Health, NAMSU", Kyiv

The purpose of the study was to develop a methodology for the development of the forecast of the health level in the adolescents on the basis of the hemodynamic indices and duration of moderate-high level motor activity.

Material and methods. The study contains the results of a survey of 98 students aged 12-15 years from three Kyiv schools whose parents gave informed consent to the study. An adapted "Quantification de L'Active Physique en Altitude Chez le Enfants" questionnaire was used to determine the duration of moderate-high motor activity. The incidence was studied by means of medical record copying. The vegetative status was determined by the Kerdo Index. A discriminant analysis was used to calculate the classification functions to determine the chances of health deterioration.

Results and discussion. The discriminant model included separate and comprehensive indicators of the functional and physical state of the organism (pulse, systolic and diastolic arterial pressure, weight, height, body mass index, vegetative Kerdo index), as well as the duration of weekly motor activity of light and moderately high types. The model was calculated with the help of the forward stepwise technique taking into account determined indicators. Confirmation of the efficiency of calculated functions was performed by cross-checking.

Conclusions. A methodology for the assessment of the health risk in the adolescents has been developed taking into account the assessment of the function of vegetative nervous system and duration of moderate-high physical load. The statistical reliability of the methodology was confirmed by the criteria of evidence-based medicine (sensitivity – 76.0%, specificity – 90.2%, forecast of positive result – 90.5%, forecast of negative result – 79.3%). This methodology is recommended as a tool for primary prophylaxis in the measures for the prevention of the development of noncommunicable chronic diseases. Application of the methodology is possible at both individual and population levels with a probability of 90.5% to determine the chance of health deterioration.

Keywords: adolescent health, motor activity, social determinants, methodology for health forecast.

В останні десятиліття спостерігається зростання кількості наукових досліджень впливу рухової активності (РА) на здоров'я населення. Вивчається як позитивний вплив РА, так і негативний вплив малоактивного способу життя [2,18,19,21]. Найкраще вивчені питання щодо дії РА помірно-високого типу на здоров'я дітей та підлітків [6,15,18]. Також детально вивчається комбінований вплив факторів режиму дня на окремі індикатори здоров'я [5,7].

Поряд з цим, спостерігається дефіцит робіт, оснований на вивченні впливу рухової активності на функціональні особливості вегетативної нервової системи, яка забезпечує гомеостатичні властивості організму шляхом регуляції взаємозв'язку центральної нервової систе-

ми та внутрішніх органів. Дисфункція вегетативної нервової системи є базою багатьох соматичних захворювань і, навіть, підвищує ризик смерті від серцево-судинних захворювань [2,3,9,17,20].

Дослідження показують порушення вегетативного тону у дітей з ожирінням [9,10,11,21]. Також наші власні дослідження [22,23] та дослідження Brzęk A et al. [4] дозволили встановити зниження адаптивності у дітей з різними варіантами порушення постави. Поряд з цим, отримані докази покращення постави, нормалізація маси тіла та артеріального тиску у дітей та підлітків з ожирінням та захворюваннями кістково-м'язової системи при застосуванні дозованого і контрольованого фізичного навантаження [8,9,12,13].

Отже, прогнозування ризику для здоров'я підлітків з урахуванням функціонального стану організму та тривалості фізичного навантаження для включення у комплекс заходів первинної профілактики розвитку неінфекційних хронічних захворювань є актуальним.

Метою даного дослідження є створення методики прогнозування рівня здоров'я на основі показників гемодинаміки та тривалості рухової активності помірно-високого рівня.

Матеріал і методи досліджень. У дослідження включені результати обстеження 98 учнів трьох київських шкіл віком 12-15 років, батьки яких дали інформовану згоду на проведення дослідження. Для встановлення тривалості рухової активності помірно-високого типу (MVPA) використовували адаптований опитувальник «Quantification de L'Active Physique en Altitude Chez le Enfants» [1]. Захворюваність вивчали шляхом викопіювання даних медичних карток.

На основі показників артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, маси тіла, довжини тіла, насиченості крові киснем, оцінки самопочуття та захворюваності було визначено комплексний показник здоров'я (ПЗК) [16]. Градації показника визначали по міжквартильному розмаху з розподілом на низький (n=25), середній (n=48) та високий (n=25) рівні. Вегетативний індекс Кердо розраховували за методикою [14]. Для розрахунку класифікаційних функцій з метою визначення шансів зниження здоров'я, дискримінантний аналіз проводили з урахуванням групи з низьким (n=25) та високим (n=25) рівнями ПЗК.

Визначення класифікаційних функцій та перевірку їх ефективності проводили у два етапи. На першому етапі були побудовані класифікаційні функції та класифікаційна матриця для двох третин вибірки (n=34). На другому етапі дослідження проводили перевірку ефективності розрахованих функцій шляхом крос-перевірки (n=16). На першому етапі враховували дослідження з 1-го по 59-й номер, а на другому – з 60-го по 98-й.

Аналітичні параметри чутливості тесту розраховували за рекомендаціями Москаленко В.Ф. та співавт. [24].

Розрахунки проведені за допомогою модуля *General Discriminant Analysis* програми STATISTICA 8.0.

Результати та їх обговорення. У початкову дискримінантну модель були включені окремі та комплексні показники функціонального та фізичного стану організму (пульс, систолічний та діастолічний артеріальний тиск, вага, зріст, індекс маси тіла, вегетативний індекс Кердо), а також тривалість тижневої LPA та MVPA. Розрахунок моделі проводили за допомогою методики *forward stepwise*.

Розрахована дискримінантна модель включає чотири показники: вегетативний індекс Кердо, вік, стать та тривалість тижневої MVPA ($F=14,3$; $p<0,001$). Розрахована змінна «стать» була включена у модель як дихотомічна величина зі значеннями «хлопець=0», «дівчина=1». Інші показники мали кількісні значення.

Характеристики кожного показника в моделі та рівні значимості приведені на рис.1. Найбільше значення для моделі за лямбдою Вілкса має тривалість MVPA (0,570), найменше – вегетативний індекс Кердо (0,382).

Рисунок 1. Предиктори оцінки рівня комплексного показника здоров'я у міських підлітків.

Формування моделі дозволило отримати дві класифікаційні функції (формули 1.1, 1.2.):

$$y_1 = 15,7 \times x_1 + 0,245 \times x_2 - 10,8 \times x_3 - 0,001 \times x_4 - 114,9, \quad (1.1.)$$

$$y_2 = 14,2 \times x_1 + 0,162 \times x_2 - 4,7 \times x_3 + 0,01 \times x_4 - 98,1, \quad (1.2.)$$

де x_1 – вік дитини у роках;

x_2 – вегетативний індекс Кердо;

x_3 – стать (0=хлопець, 1=дівчина);

x_4 – тривалість рухової активності помірно-високого типу, хв/тиждень;

y_1 – класифікаційна функція для групи дітей з низьким рівнем ПЗК;

y_2 – класифікаційна функція для групи дітей з високим рівнем ПЗК.

При умові $y_1 > y_2$, отримуємо високі шанси дитини до зниження рівня здоров'я, що потребує додаткового диспансерного обстеження та перегляду особливостей режиму дня. При умові $y_1 < y_2$, отримуємо низькі шанси дитини до зниження рівня здоров'я, що не потребує втручання у режим дня.

На першому етапі дослідження було встановлено, що за допомогою даної моделі було вірно прокласифіковано усі 8 випадків з низьким рівнем ПЗК, тобто чутливість моделі становить 100,0%. У групі з високим рівнем ПЗК правильно визначено 24 випадки, до хибних результатів віднесено 2. Отже, специфічність моделі становить 92,3%.

Після кросс-перевірки на меншій частині вибірки ми отримали абсолютно аналогічні результати. Всі випадки з низьким рівнем ПЗК було прокласифіковано вірно, а у групі з високим рівнем ПЗК було невірно визначено 1 випадок з 12. Тобто чутливість і специфічність моделі відповідно залишились на рівні 100,0% та 92,3%.

З метою уточнення результатів та розрахунку ймовірнісних характеристик тесту, для кожного підлітка з дослідженої вибірки ($n=98$) були розраховані значення y_1 та y_2 і порівняні між собою. Серед підлітків, які мають середній рівень ПЗК ($n=48$), $27,1 \pm 6,4\%$ мають високі шанси зниження рівня ПЗК, а $72,9 \pm 6,4\%$ – низькі шанси зниження рівня ПЗК.

Для визначення параметрів чутливості тесту було сформовано дві групи з високими шансами зниження ПЗК ($n=21$) та з низькими шансами зниження ПЗК ($n=29$) для порівняння з реальними низькими та високими рівнями ПЗК (табл.1). Порівнявши отримані значення з реальним рівнем ПЗК, ми виявили, що модель правильно визначила високі шанси зниження ПЗК у 19-ти підлітків (істинно позитивний результат), а у двох осіб встановлено хибний по-

зитивний результат. Вірно визначено шанси на високий рівень показника ПЗК у 23-х підлітків, а хибно – у 6-ти.

Розраховані параметри чутливості тесту на основі отриманих результатів представлені у табл.1.

Таблиця 1. Параметри чутливості тесту.

Шанси мати низький рівень здоров'я	Рівень ПЗК		Рівень ПЗК	
	Низький	Високий	Низький	Високий
Високі	Істинно позитивний (a)	Хибно позитивний (b)	19	2
Низькі	Хибно негативний (c)	Істинно негативний (d)	6	23
Чутливість тесту (Se)=a/(a+c)= 76,0%; Специфічність (Sp)=d/(b+d)=92,0%; Прогноз позитивного результату (+PV)=a/(a+b)=90,5%; Прогноз негативного результату (– PV)=d/(c+d)=79,3%				

Визначено, що частка підлітків з правильно оціненими шансами зниження ПЗК (чутливість тесту) становить 76,0%, частка підлітків з вірно оціненими шансами на відсутність шансів зниження ПЗК становить 92,0%. Розрахована прогностична цінність результатів свідчить про те, що шанси підлітка на зниження ПЗК при $y_1 > y_2$ дорівнюють 90,5%, а шанси підлітка на високий рівень ПЗК при $y_1 < y_2$ дорівнюють 79,3%.

Оскільки, придатним до застосування є тести, чутливість і специфічність яких вища 50,0% [25], дана методика може бути використана у практичній роботі лікарів, педагогів.

Висновки

Розроблена методика оцінки ризику для здоров'я підлітків з урахуванням оцінки функції вегетативної нервової системи та тривалості фізичного навантаження помірно-високого рівня. Статистична достовірність методу підтверджена за критеріями доказової медицини (чутливість – 76,0%, специфічність – 90,2%, прогноз позитивного результату – 90,5%, прогноз негативного результату – 79,3%). Дані методика рекомендується, як інструмент первинної профілактики у заходах попередження розвитку неінфекційних хронічних захворювань. Застосування методики можливе як на індивідуальному, так і на популяційному рівнях з ймовірністю визначення шансів зниження здоров'я 90,5%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Barbosa N., Sanchez C.E., Vera J.A. et al. A physical activity questionnaire: Reproducibility and validity. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2007. Vol. 6. P. 505-518.
2. Booth F.W., Roberts C.K., Laye M.J. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol*. 2012. Vol. 2(2). P. 1143-211. doi: 10.1002/cphy. C 110025.
3. Broyles S.T., Denstel K.D., Church T.S., Chaput J.P., Fogelholm M., Hu G., Kuriyan R., Kurpad A. et al. The epidemiological transition and the global childhood obesity epidemic. *Int J Obes Suppl*. 2015. Vol. 5(Suppl 2). P. 3-8. doi: 10.1038/ijosup. 2015. 12.
4. Brzęk A., Knapik A., Sołtys J., Gallert-Kopyto W., Famuła-Waż A., Plinta R. Body posture and physical activity in children diagnosed with asthma and allergies symptoms: A report from randomized observational studies. *Medicine (Baltimore)*. 2019. Vol. 98. №7. E14449. doi: 10.1097/MD.00000000000014449.
5. Carson V., Tremblay M.S., Chaput J.P., Chastin S.F. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016. Vol. 41. P. 294-302. doi: 10.1139/apnm-2016-0026.

6. Chaput J.P., Gray C.E., Poitras V.J., Carson V., Gruber R., Olds T., Weiss S.K., Connor Gorber S. et al. Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016. Vol. 41. P. 266-82. doi: 10.1139/apnm-2015-0627.
7. Chastin S.F., Palarea-Albaladejo J., Dontje M.L., Skelton D.A. Combined Effects of Time Spent in Physical Activity, Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers: A Novel Compositional Data Analysis Approach. *PLoS One.* 2015. Vol. 10(10). E0139984. doi: 10.1371/journal.pone.0139984.
8. Eather N., Morgan P.J., Lubans D.R. Improving the fitness and physical activity levels of primary school children: results of the Fit-4-Fun group randomized controlled trial. *Prevent. Med.* 2013. Vol. 56(1). P.12–19. doi:10.1016/j.ypmed.2012.10.019.
9. Endes K., Köchli S., Zahner L., Hanssen H. Exercise and Arterial Modulation in Children: The EXAMIN YOUTH Study. *Front Physiol.* 2019. Vol.1. P. 10-43. doi:10.3389/fphys.2019.00043.
10. Eyre E.L., Duncan M.J., Birch S.L., Fisher J.P. The influence of age and weight status on cardiac autonomic control in healthy children: a review. *Auton Neurosci.* 2014. Vol. 186. P. 8-21. doi: 10.1016/j.autneu.2014.09.019.
11. Grandemange M., Costet N., Doyen M., Monfort C., Michineau L., Saade M.B. et al. Blood Pressure, Heart Rate Variability, and Adiposity in Caribbean Pre-pubertal Children. *Front Pediatr.* 2019. Vol. 10. P. 267-269. doi: 10.3389/fped.2019.00269.
12. Hurtig-Wennlof A., Ruiz J.R., Harro M., Sjöstrom M. Cardiorespiratory fitness relates more strongly than physical activity to cardiovascular disease risk factors in healthy children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehab.* 2007. Vol. 14(4). P. 575-581. doi:10.1097/HJR.0b013e32808c67e3.
13. Janssen I., Leblanc A.G. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010. Vol. 7. 40. doi: 10.1186/1479-5868-7-40.
14. Kérdő I. Ein aus Daten der Blutzirkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage. *Acta neurovegetativa.* 1966. Vol.29. №2. P. 250-268.DOI:10.1007/BF01269900.
15. Poitras V.J., Gray C.E., Borghese M.M., Carson V., Chaput J.P. et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016. Vol. 41(6 Suppl 3). P. 197-239. doi: 10.1139/apnm-2015-0663.
16. Полька Н.С., Гозак С.В., Єлізарова О.Т., Станкевич Т.В., Парац А.М. Новітній підхід до оцінювання здоров'я підлітків у гігієнічних дослідженнях. *Журнал НАМН України.* 2019. Т. 25. №3. С. 227-231.
17. Santos-Magalhaes A.F., Aires L., Martins C., Silva G., Teixeira A.M., Mota J., Rama L. Heart rate variability, adiposity, and physical activity in prepubescent children. *Clin Auton Res.* 2015. Vol. 25(3). P.169-178. doi: 10.1007/s10286-015-0277-y.
18. Saunders T.J., Gray C.E., Poitras V.J., Chaput J.P., Janssen I., Katzmarzyk P.T. et al. Combinations of physical activity, sedentary behaviour and sleep: relationships with health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016. Vol. 41. Suppl 3. P.283-293. doi: 10.1139/apnm-2015-0626.
19. Seidell J.C., Halberstadt J. The global burden of obesity and the challenges of prevention. *Ann Nutr Metab.* 2015. Vol. 66. Suppl 2. P.7-12. doi: 10.1159/000375143.
20. Shaffer F., McCraty R., Zerr C.L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Front Psychol.* 2014. Vol. 5. P.1040. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01040.
21. Silvetti M.S., Drago F., Ragonese P. Heart rate variability in healthy children and adolescents is partially related to age and gender. *Int J Cardiol.* 2001. Vol. 81. №2-3. P.169-74.
22. Гозак С.В. Єлізарова О.Т., Парац А.М., Філоненко О.О. Вплив факторів організації навчального процесу на вегетативний тонус учнів середнього шкільного віку. *Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 64. С. 265-271.*

23. Гозак С.В., Елизарова Е.Т. Особенности вегетативного тонуса у школьников с нарушением осанки. *Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. Минск*, 2013. Вып. 23. С. 107-110.
24. Москаленко В.Ф., Булах І.Є., Пузанова О.Г. Методологія доказової медицини. К.: Медицина, 2014. 200 с.
25. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. Пер. с англ. под ред. С.Е. Башинского, С.Ю. Варшавского. М. : Медиа Сфера, 2004. 347 с.

REFERENCES

1. Barbosa N., Sanchez C.E., Vera J.A. et al. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2007 ; 6 : 505-518.
2. Booth F.W., Roberts C.K. and Laye M.J. *Compr Physiol*. 2012 ; 2(2) : 1143-211. doi: 10.1002/cphy.c110025.
3. Broyles S.T., Denstel K.D., Church T.S., Chaput J.P., Fogelholm M., Hu G., Kuriyan R., Kurpad A. et al. *Int J Obes Suppl*. 2015 ; 5(2) : 3-8. doi: 10.1038/ijosup.2015.12
4. Brzęk A., Knapik A., Sołtys J., Gallert-Kopyto W., Famuła-Wąz A. and Plinta R. *Medicine (Baltimore)*. 2019 ; 98 (7) : E14449. doi: 10.1097/MD.00000000000014449.
5. Carson V., Tremblay M.S., Chaput J.P. and Chastin S.F. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016 ; 41 : 294-302. doi: 10.1139/apnm-2016-0026.
6. Chaput J.P., Gray C.E., Poitras V.J., Carson V., Gruber R., Olds T. et al. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016 ; 41 : 266-282. doi: 10.1139/apnm-2015-0627.
7. Chastin S.F., Palarea-Albaladejo J., Dontje M.L. and Skelton D.A. *PLoS One*. 2015 ; 10(10) : E0139984. doi: 10.1371/journal.pone.0139984.
8. Eather N., Morgan P.J. and Lubans D.R. *Prevent. Med*. 2013 ; 56(1) : 12-19. doi:10.1016/j.ypmed.2012.10.019.
9. Endes K., Köchli S, Zahner L. and Hanssen H. *Front Physiol*. 2019 ; 1 : 10-43. doi:10.3389/fphys.2019.00043.
10. Eyre E.L., Duncan M.J., Birch S.L. and Fisher J.P. *Auton Neurosci*. 2014 ; 186 : 8-21. doi: 10.1016/j.autneu.2014.09.019.
11. Grandemange M., Costet N., Doyen M., Monfort C., Michineau L., Saade M.B. et al. *Front Pediatr*. 2019 ; 10 : 267-269. doi: 10.3389/fped.2019.00269.
12. Hurtig-Wennlof A., Ruiz J.R., Harro M. and Sjostrom M. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehab*. 2007 ; 14(4) : 575-581. doi:10.1097/HJR.0b013e32808c67e3.
13. Janssen I. and Leblanc A.G. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010 ; 7 : 40. doi: 10.1186/1479-5868-7-40.
14. Kérdö I. *Acta Neurovegetativa*. 1966 ; 29 (2) : 250-268. DOI:10.1007/BF01269900.
15. Poitras V.J., Gray C.E., Borghese M.M., Carson V., Chaput J.P., Janssen I. et al. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016 ; 41(6 Suppl 3) : 197-239. doi: 10.1139/apnm-2015-0663.
16. Polka N.S., Hozak S.V., Yelizarova O.T., Stankevych T.V. and Parats A.M. *Zhurnal NAMN Ukrainy*. 2019 ; 25 (3) : 227-231 (in Ukrainian).
17. Santos-Magalhaes A.F., Aires L., Martins C., Silva G., Teixeira A.M., Mota J. and Rama L. *Clin Auton Res*. 2015 ; 25(3) : 169-178. doi: 10.1007/s10286-015-0277-y.
18. Saunders T.J., Gray C.E., Poitras V.J., Chaput J.P., Janssen I., Katzmarzyk P.T., Olds T. et al. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016 ; 41 (3) : 283-293. doi: 10.1139/apnm-2015-0626.
19. Seidell J.C. and Halberstadt J. *Ann Nutr Metab*. 2015 ; 66 (2) : 7-12. doi: 10.1159/000375143.
20. Shaffer F., McCraty R. and Zerr C.L. *Front Psychol*. 2014 ; 5 : 1040. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01040.
21. Silvetti M.S., Drago F., and Ragonese P. *Int J Cardiol*. 2001 ; 81 (2-3) : 169-74.
22. Hozak S.V., Yelizarova O.T., Parats A.M. and Filonenko O.O. Vplyv faktoriv orhanizatsii navchalnoho protsesu na vehetatyvnyi tonus uchniv serednoho shkilnoho viku [Influence of Factors of Educational Process Organization on Vegetative Tone of Secondary School Stu-

- dents]. In : Hihiiena naselenykh mist [Hygiene of Settlements]. Kyiv ; 2014 ; 64 : 265-271 (in Ukrainian).
23. Gozak S.V. and Yelizarova E.T. Osobennosty vehetativnoho tonusa u shkolnykov s narushenyem osanky [Features of Vegetative Tonus in Schoolchildren with Posture Disorders]. In : *Zdorovie i okruzhayushchaya sreda [Health and Environment : Coll. Sci. Works]*. Minsk ; 2013 ; 23 : 107-110 (in Russian).
 24. Moskalenko V.F., Bulakh I.Ye. and Puzanova O.G. Metodolohiia dokazovoi medytsyny [Methodology of Evidence-Based Medicine]. Kyiv : Medytsyna ; 2014 : 200 p. (in Ukrainian).
 25. Fletcher R., Fletcher S. and Wagner E. Klinicheskaya epidemiologiya. Osnovy dokazatelnoy meditsyny [Clinical Epidemiology. Fundamentals of Evidence-Based Medicine]. Moscow : Media Sfera ; 2004 : 347 p. (in Russian).

<https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.222>

УДК 616-053.2-001.28-008.9:612.015.31:546.41:546.18-06:614.73:621.039.004.6

PHYSICAL DEVELOPMENT AND CALCIUM-PHOSPHORUS METABOLISM IN THE CHILDREN FROM THE REGIONS AFFECTED THE CHORNOBYL NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT

¹Yu.I. Bandazhevskiy, ²N.F. Dubova

¹Ecology and Health Coordination and Analytical Centre, Ivankiv

²National P.L. Shupyk Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv

The purpose of the study was to determine the association between the physical development and calcium, phosphorus and ¹³⁷Cs radionuclides in the organisms of the children living in the regions affected the Chornobyl nuclear power plant accident.

Material and methods. 520 children, living in Ivankiv and Polissya regions of the Kyiv oblast, were examined. The average age of the schoolchildren was 14.0±0.07 years. The Rohrer index was used as a criterion for the assessment of the state of physical development (PD) of the child. Radiometric, anthropometric, spectrometric, mathematical and statistical methods were used for the study.

Results. Among the examined children, living in the regions affected the Chornobyl nuclear power plant accident, the cases of harmonious PD made up 66.9 %. The cases of disharmonious high PD were detected in 63.95 % of the children in the group with disharmonious PD.

There was no association between the PD of the examined children and the content of general calcium in blood. At the same time, the association was observed between the PD of those children and content of phosphorus in blood. The proportion of hypophosphatemia cases in the groups of the children with harmonious and disharmonious high PD development was statistically higher than the proportion of cases where the content of phosphorus in blood was within the reference range. The content of ¹³⁷Cs radionuclides and phosphorus in blood was reliably higher in the children with disharmonious low PD than in the children with harmonious and disharmonious high PD. The results of the statistical studies confirm the inverse correlative relationships between the indicators of ¹³⁷Cs, phosphorus values and PD.

The body weight decrease in the adolescents, living in the areas affected the Chornobyl nuclear power plant accident, is associated with an increase of the content of ¹³⁷Cs radionuclides in the organism and phosphorus in blood.

Conclusions. The obtained results indicate the negative effect of incorporated ¹³⁷Cs radionuclides on the PD of child's organism.

Keywords: the Rohrer's index, physical development, Cs-137 radionuclides, hypophosphatemia, correlative relationship, radiation-contaminated territory.