

**STUDY OF PHASE TRANSITIONS IN NATURAL HYDROGELS AS A BASIS FOR BIOACTIVE WOUND DRESSINGS TO CREATE PROTOCOLS FOR THEIR LONG-TERM STORAGE****Gurina T. M., Polyakova A. L., Seliuta A. A.**

**Abstract.** The article presents the data on phase transitions of 1% aqueous solutions of natural hydrogels (high and low molecular weight hyaluronic acid,  $\lambda$ ,  $\kappa$ - and  $\iota$ -carrageenans, sodium alginate, and methyl cellulose with different molecular weights), which are most often used for bioactive wound dressings and in manufacturing other products for practical medicine.

Temperature intervals of phase transitions associated with glass transition and specifically their glass transition temperature  $T_g$  were determined using the standard experimental method: thermomechanical analysis. The whole temperature intervals of glass transition for the studied 1% aqueous solutions of natural hydrogels were found to be within the range above  $-40^\circ\text{C}$ , that was important for determining the temperatures for long-term storage of gel coatings at low temperatures (in particular, in low-temperature refrigerators). The research have shown the phase transition of 1% aqueous solution of hyaluronic acid into the glassy state to depend on molecular weight. For 1% aqueous solutions of methyl cellulose, no dependence on its molecular weight was observed. The glass transition temperatures  $T_g$  of 1% aqueous solutions of three types of carrageenans ( $\lambda$ -,  $\kappa$ -, and  $\iota$ -carrageenan) were almost identical.

The data about phase-structural transformations that occur in hydrogels during freeze-thawing enable to improve the protocols for long-term storage of the substances containing natural hydrogels and will be useful in designing the freeze-drying regimen for hydrogel carriers.

Gel-forming substances from some biologically active polymers of natural origin may be used as a component within cryoprotective solutions in cryopreservation of biological objects.

**Key words:** natural hydrogels, hyaluronic acid, sodium alginate, methyl cellulose, carrageenan, wound dressings, phase transition, glass transition temperature.

**ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:**Gurina T. M.: <https://orcid.org/0000-0001-8204-7985><sup>AEF</sup>Polyakova A. L.: <https://orcid.org/0000-0002-8692-3820><sup>BCD</sup>Seliuta A. A.: <https://orcid.org/0000-0002-5633-7038><sup>BC</sup>**Conflict of interest / Конфлікт інтересів:**

The Authors declare no conflict of interest. / Автори статті заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Corresponding author / Адреса для кореспонденції**

Polyakova Anna Leonidivna / Полякова Ганна Леонідівна

Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine / Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України

Ukraine, 61016, Kharkiv, 23 Pereyaslavska str. / Адреса: Україна, 61016, м. Харків, вул. Переяславська 23

Tel.: +380686079167 / Тел.: +380686079167

E-mail: [poliakova79ann@gmail.com](mailto:poliakova79ann@gmail.com)

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

*Received 20.07.2024 / Стаття надійшла 20.07.2024 року*  
*Accepted 19.11.2024 / Стаття прийнята до друку 19.11.2024 року*

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-178-184

UDC 616.8:616.711-007.5-053.6

**Dychko D. V., Dychko O. A.****THE INFLUENCE OF A PHYSICAL EXERCISE PROGRAM ON THE OPTIMIZATION OF DISORDERED GENERAL IMMUNOLOGICAL REACTIVITY IN ADOLESCENTS WITH SCOLIOSIS**

State higher educational institution "Donbas State Pedagogical University" (Sloviansk, Ukraine)

[v.v.dichko@ukr.net](mailto:v.v.dichko@ukr.net)

*The article is devoted to studying the influence of physical exercise programs on optimising the impaired general immunological reactivity of adolescents with scoliosis.*

*The study aimed to investigate the effect of a physical exercise program on optimising the impaired general immunological reactivity of boys and girls aged 15-17 with scoliosis in a secondary school.*

*Adolescents (28 boys and 26 girls) aged 15-17 with scoliosis were examined. They performed a developed complex program of physical exercises to optimise their body's impaired general immunological reactivity.*

*The conducted program of physical exercises in children with scoliosis aged 15-17 years in terms of immunohematological indicators characterizing the general immunological reactivity of the body showed a positive effect in*

girls with scoliosis. Thus, in girls, the index of the ratio of lymphocytes, monocytes, and leukocyte shift index – by 18.90%, neutrophil-lymphocyte ratio, as well as a decrease in the index of the ratio of lymphocytes and eosinophils, which is positive. At the same time, in boys with scoliosis, after physical exercises, the index of the ratio of eosinophils and lymphocytes increases, which indicates the activation of hypersensitivity reactions of the immune system of boys with scoliosis.

When comparing the immunological reactivity of boys and girls with scoliosis after a complex of physical exercises, it should be noted that these exercises are more effective in girls with scoliosis aged 15-17.

**Key words:** adolescents, 15-17 years, scoliosis, general immunological reactivity, physical exercises.

### Connection of the publication with planned research works.

The study is a fragment of the research work “Study of adaptive reactions of the organism formed under the influence of various factors of nature and society”, state registration number 0115U003314.

### Introduction.

Scoliosis is a complex three-dimensional deformity of the vertebral column that can occur at any age, both in idiopathic and secondary forms, especially in children. Treatment of scoliosis requires a multidisciplinary approach involving various specialists, such as rheumatologists, radiologists, orthopedists, and prosthetists. Imaging is the main diagnostic method that helps to identify secondary causes, monitor patients and assess the need for surgery. Scoliosis assessment includes obtaining frontal and lateral radiographs of the vertebral column in a standing position, followed by analysis of its coronal and sagittal planes. Adolescent idiopathic scoliosis requires regular monitoring, in particular with the help of low-radiation stereoradiography [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Since scoliosis has a multifactorial aetiology, its conservative treatment requires a comprehensive approach. Physiotherapy and exercise therapy have been shown to be effective in rehabilitating patients [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

A person's ability to adapt to physical and social stress depends on their general somatic condition, fitness, and the functioning of key body systems: cardiovascular, nervous, respiratory, and muscular. These systems interact with each other and ensure the body's homeostasis, as well as through the endocrine glands and the hypothalamic-pituitary system [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Physical exercises have a positive effect on the course of scoliosis and on optimizing the body's impaired general immunological reactivity, which emphasizes the importance of their use in the comprehensive rehabilitation of children [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

### The aim of the study.

To determine the influence of a physical exercise program on optimizing the impaired general immunological reactivity of secondary school boys and girls aged 15-17 with scoliosis.

### Object and research methods.

The study's basis was the Oleksiyev-Druzhkivka general education sanatorium boarding school of I-III degrees No. 13 for children with scoliosis. As part of the study, we examined adolescents (28 boys and 26 girls) aged 15-17 with scoliosis.

All adolescents performed the developed comprehensive program of physical exercises, taking into account age, gender, and the depth of the degree of disorder. To determine the effectiveness of this method in adolescents aged 15-17 with scoliosis, the effect of long-

term rehabilitation on the optimization of the impaired general immunological reactivity of the children's body was studied.

Statistical processing of the data obtained was carried out according to well-known methods of variable statistics with the determination of mean values (M) and standard error of the arithmetic mean ( $\pm m$ ). The reliability of data for independent samples was calculated using the Student t-test. The difference was considered significant at  $p < 0.05$  [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

The work was carried out following the provisions of the Council of Europe Convention for the Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being about Biomedicine (1997), the Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 52nd Assembly of the World Medical Association (2000), the Universal Declaration on Bioethics and Human Rights adopted by the resolution of the UNESCO General Conference (2005), the principles of the Declaration of Helsinki (1964) and in compliance with the current regulatory requirements of Ukraine. The Medical Ethics Committee approved the study [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Before the study, the parents of all children provided written consent to conduct examinations of their children using the data obtained in our work [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

### Research results and their discussion.

The **table** shows the results of studying the effect of a complex of physical exercises on immunohematological indicators characterizing the immunological reactivity of the body of adolescents with scoliosis aged 15-17 years of school age.

The conducted program of physical exercises in children with scoliosis aged 15-17 years, according to immunohematological indicators characterizing the general immunological reactivity of the body, showed a positive effect on the immunological reactivity of the body in girls with scoliosis. Thus, in boys with scoliosis aged 15-17, the immune reactivity index, lymphocyte index, leukocyte shift index, neutrophil-lymphocyte ratio and allergy index do not change, which is evidence of the absence of an adverse effect of exercise. At the same time, in boys with scoliosis, after exercise, the index of the ratio of eosinophils to lymphocytes increases by 3.15 times, which indicates the activation of hypersensitivity reactions of the immune system of boys with scoliosis. In addition, there is a decrease in the index of the ratio of lymphocytes and eosinophils by 44.77%, the index of the ratio of lymphocytes and monocytes – by 4.92%, the index of the ratio of lymphocytes and ESR – by 36.77%, which contributes to the formation of a tendency to normalize the immune reactivity of the body of boys with scoliosis aged 15-17 years by 3.08%.

The effect of a complex of physical exercises on the general immunological reactivity of the body of girls with

Table – Influence of the exercise program on the immunological reactivity of the body of children with scoliosis aged 15-17 years

Indicators	Unit of measurement	After study			Before study			P1	P2
		boys (n=15)	girls (n=15)	p	boys (n=13)	girls (n=11)	p		
Lymphocyte index	c.u.	0,43±0,02	0,45±0,02	>0,05	0,43±0,02	0,52±0,93	<0,05	>0,05	>0,05
Ratio of lymphocytes and monocytes	c.u.	4,27±0,18	6,36±0,27	<0,05	4,48±0,18	5,12±0,19	<0,05	>0,05	<0,05
Ratio of lymphocytes and eosinophils	c.u.	15,86±0,31	17,56±0,27	<0,05	22,70±0,12	19,29±0,09	<0,001	<0,01	<0,05
Leukocyte shift index	c.u.	0,93±0,08	1,95±0,09	>0,05	1,93±0,02	1,64±0,02	<0,01	>0,05	<0,05
Neutrophil-lymphocyte ratio	c.u.	2,32±0,12	2,21±0,10	>0,05	2,31±0,09	0,91±0,07	<0,05	>0,05	<0,05
Lymphocyte to ESR ratio index	c.u.	4,27±0,17	5,58±0,18	<0,01	5,84±0,18	5,40±0,15	>0,05	<0,01	>0,05
Ratio of eosinophils and lymphocytes	c.u.	0,063±0,011	0,060±0,01	>0,05	0,02±0,01	0,95±0,02	<0,05	<0,01	<0,05
Allergy index	c.u.	0,78±0,06	0,81±0,07	>0,05	0,71±0,04	0,87±0,06	<0,05	>0,05	>0,05
Index of immune reactivity	c.u.	4,54±0,21	6,72±0,22	<0,01	4,68±0,19	5,39±0,21	<0,05	>0,05	<0,05

Notes: P – the degree of reliability of developmental differences between boys and girls in each group of children. P<sup>1</sup> – the degree of development between boys and girls after exercise. P<sup>2</sup> – the degree of difference between girls after the program compared to girls before the exercise program.

scoliosis aged 15-17 years was more effective. Thus, the level of immunological reactivity of the body increases in girls by 24.68%, which is confirmed by an increase in the lymphocyte; monocytes by 24.22%, leukocyte shift index by 18.90%, neutrophil-lymphocyte ratio by 2.43 times, as well as a decrease in the lymphocyte to eosinophil ratio by 9.85%, eosinophil to lymphocyte ratio by 15.83 times and allergy index by 7.41%, which is positive.

Comparing the state of the immunological reactivity of the body of boys and girls with scoliosis after a set of physical exercises, it should be noted that these exercises are more effective in girls with scoliosis. Thus, in girls, the level of the index of immune reactivity of the body is higher by 48.02% compared to boys. In girls with scoliosis aged 15-17 years, the index of the ratio of lymphocytes and monocytes is 48.95% higher, the index of the ratio of lymphocytes and eosinophils – by 10.84%, the index of the ratio of lymphocytes and ESR

– by 30.68%, and the allergy index – by 3.85%, which indicates a decrease in allergies in girls. In addition, in girls with scoliosis, a slight decline in the neutrophil-lymphocyte ratio by 4.98% and the ratio of eosinophils to lymphocytes by 5.0% was found.

#### Conclusions.

Thus, it was found that the effect of a complex of physical exercises on the general immunological reactivity of the body of girls was more effective than in boys with scoliosis aged 15-17 years. The level of the index of immune reactivity of the body is higher in girls compared to boys, the index of the ratio of lymphocytes and monocytes is also higher in girls, and a slight decrease in the neutrophil-lymphocyte ratio was found in girls with scoliosis.

#### Prospects for further research.

The results obtained in this article are the basis for the next stage of rehabilitation research in this area.

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-178-184

УДК 616.8:616.711-007.5-053.6

Дичко Д. В., Дичко О. А.

### ВПЛИВ ПРОГРАМИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ НА ОПТИМІЗАЦІЮ ПОРУШЕНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ ІМУНОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ОРГАНІЗМУ ПІДЛІТКІВ ЗІ СКОЛІОЗОМ

Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет»  
(м. Слов'янськ, Україна)

v.v.dichko@ukr.net

Стаття присвячена вивченню впливу програми фізичних вправ на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму підлітків зі сколіозом.

Мета дослідження полягала у вивченні впливу програми фізичних вправ на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму хлопчиків та дівчаток віком 15-17 років зі сколіозом загальноосвітньої школи.

Були обстежені підлітки (28 – хлопчиків та 26 дівчатки) віком 15-17 років хворих на сколіоз, які виконували крозроблену комплексну програму фізичних вправ на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму.

Проведена програма фізичних вправ у дітей із сколіозом віком 15-17 років за імуно-гематологічним показником, що характеризує загальну імунологічну реактивність організму, показала позитивний вплив у дівчат із сколіозом. Так, у дівчаток підвищується індекс співвідношення лімфоцитів; моноцитів, індексу зсуву лейкоцитів – на 18,90%, нейтрофільно-лімфоцитарного коефіцієнту, а також зниження індексу співвідношення лімфоцитів та еозинофілів, що є позитивним. Разом з тим, у хлопчиків із сколіозом після проведених фізичних вправ зростає індекс співвідношення еозинофілів і лімфоцитів, що свідчить про активізацію реакцій гіперчутливості імунної системи організму хлопчиків із сколіозом.

Порівнюючи стан імунологічної реактивності організму хлопчиків і дівчаток із сколіозом після проведеного комплексу фізичних вправ слід зауважити більшу ефективність цих вправ у дівчаток із сколіозом віком 15-17 років.

**Ключові слова:** підлітки, 15-17 років, сколіоз, загальна імунологічна реактивність, фізичні вправи.

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.**

Дослідження є фрагментом НДР «Вивчення адаптаційних реакцій організму, що формуються під впливом різноманітних факторів природи та суспільства», № державної реєстрації 0115U003314.

**Вступ.**

Сколіоз – це складна тривимірна деформація хребта, що може виникати в будь-якому віці, як у ідіопатичній, так і у вторинній формі, особливо у дітей. Лікування сколіозу вимагає мультидисциплінарного підходу із залученням різних фахівців, таких як ревматологи, рентгенологи, ортопеди та протезисти. Візуалізація є основним методом діагностики, який допомагає виявляти вторинні причини, моніторити хворих та оцінювати необхідність хірургічного втручання. Оцінка сколіозу включає отримання фронтальних і бічних рентгенограм хребта в стоячому положенні з подальшим аналізом його корональної і сагітальної площин. Підлітковий ідіопатичний сколіоз вимагає регулярного моніторингу, зокрема за допомогою стереорентгенографії з низьким рівнем опромінення [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Оскільки сколіоз має багатофакторну етіологію, його консервативне лікування потребує комплексного підходу. Фізіотерапія та ЛФК показали свою ефективність у реабілітації пацієнтів [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Здатність людини адаптуватися до фізичних і соціальних навантажень залежить від її загального соматичного стану, тренуваності, а також функціонування ключових систем організму: серцево-судинної, нервової, дихальної та м'язової. Гомеостаз організму забезпечується через їхню взаємодію, а також через залози внутрішньої секреції і гіпоталамо-гіпофізарну систему [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Фізичні вправи мають позитивний вплив як на перебіг сколіозу, так і на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму, що підкреслює важливість їхнього застосування у комплексній реабілітації дітей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

**Мета дослідження.**

Визначення впливу програми фізичних вправ на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму хлопчиків та дівчаток віком 15-17 років зі сколіозом загальноосвітньої школи.

**Об'єкт і методи дослідження.**

Базою дослідження виступила Олексієво-Дружківська загальноосвітня санаторна школа інтернат I-III ступенів № 13 для дітей, хворих на сколіоз. В рамках роботи нами були обстежені підлітки (28 – хлопчиків та 26 дівчатки) віком 15-17 років хворих на сколіоз.

Всі підлітки виконували розроблену комплексну програму фізичних вправ з врахуванням віку, статі і глибини ступеня порушення показників. Для визначення ефективності використання цього методу у підлітків віком 15-17 років зі сколіозом, було вивчення впливу тривалої реабілітації на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму дітей.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за загальновідомими методами варіабельної статистики з визначенням середніх величин (M) і стан-

дартної помилки середньої арифметичної величини ( $\pm m$ ), достовірність даних для незалежних вибірок розрахувати за t-критерієм Student, різницю вважали достовірною при  $p < 0,05$  [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Робота була виконана згідно з положеннями Конвенції Ради Європи «Про захист прав та гідності людини в аспекті біомедицини» (1997), «Етичних принципів медичних наукових досліджень із залученням людських суб'єктів» прийнятих 52-ю Асамблеєю Всесвітньої медичної Асоціації (2000), «Загальної декларації про біоетику та права людини», прийнятої резолюцією Генеральної конференції ЮНЕСКО (2005), принципами Гельсінської декларації (1964) та з дотриманням чинних нормативних вимог України. Дослідження було схвалено комісією з питань медичної етики [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Перед початком дослідження батьки всіх дітей надали письмову згоду на проведення обстежень дітей з використанням отриманих даних у нашій роботі [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Результати вивчення впливу комплексу фізичних вправ на імунно-гематологічні показники, що характеризують імунологічну реактивність організму підлітків із сколіозом віком 15-17 років шкільного віку, наведені у таблиці.

Проведена програма фізичних вправ у дітей із сколіозом віком 15-17 років за імунно-гематологічним показником, що характеризують загальну імунологічну реактивність організму, показала позитивний вплив на імунологічну реактивність організму у дівчат із сколіозом. Так, у хлопчиків із сколіозом віком 15-17 років не змінюється індекс імунної реактивності, лімфоцитарний індекс, індекс зсуву лейкоцитів, нейтрофільно-лімфоцитарний коефіцієнт та індекс алергізації, що є свідченням відсутності негативного впливу проведених фізичних вправ. Разом з тим, у хлопчиків із сколіозом після проведених фізичних вправ зростає у 3,15 разів індекс співвідношення еозинофілів і лімфоцитів, що свідчить про активізацію реакцій гіперчутливості імунної системи організму хлопчиків із сколіозом. Крім того, спостерігається зниження індексу співвідношення лімфоцитів та еозинофілів на 44,77%, індексу співвідношення лімфоцитів і моноцитів – на 4,92%, індексу співвідношення лімфоцитів і ШОЕ – на 36,77%, що сприяє формуванню тенденції до нормалізації імунної реактивності організму хлопчиків із сколіозом віком 15-17 років на 3,08%.

Більш ефективним виявився вплив комплексу фізичних вправ на загальну імунологічну реактивність організму дівчаток із сколіозом віком 15-17 років. Так, у дівчаток підвищується рівень імунологічної реактивності організму на 24,68%, що підтверджується зростанням індексу співвідношення лімфоцитів; моноцитів на 24,22%, індексу зсуву лейкоцитів – на 18,90%, нейтрофільно-лімфоцитарного коефіцієнту – у 2,43 рази, а також зниженням індексу співвідношення лімфоцитів та еозинофілів на 9,85%, індексу співвідношення еозинофілів і лімфоцитів – у 15,83 разів та індексу алергізації – на 7,41%, що є позитивним.

Порівнюючи стан імунологічної реактивності організму хлопчиків і дівчаток із сколіозом після проведе-

Таблиця – Вплив програми фізичних вправ на імунологічну реактивність організму дітей зі сколіозом у віці 15-17 років

Показники	Одиниця виміру	Після дослідження			До дослідження			P1	P2
		хлопчики (n=15)	дівчатка (n=15)	p	хлопчики (n=13)	дівчатка (n=11)	p		
Лімфоцитарний індекс	у.о.	0,43±0,02	0,45±0,02	>0,05	0,43±0,02	0,52±0,03	<0,05	>0,05	>0,05
Співвідношення лімфоцитів і моноцитів	у.о.	4,27±0,18	6,36±0,27	<0,05	4,48±0,18	5,12±0,19	<0,05	>0,05	<0,05
Співвідношення лімфоцитів і еозинофілів	у.о.	15,86±0,31	17,56±0,27	<0,05	22,70±0,12	19,29±0,09	<0,001	<0,01	<0,05
Індекс зсуву лейкоцитів	у.о.	0,93±0,08	1,95±0,09	>0,05	1,93±0,02	1,64±0,02	<0,01	>0,05	<0,05
Нейтрофільно-лімфоцитарний коефіцієнт	у.о.	2,32±0,12	2,21±0,10	>0,05	2,31±0,09	0,91±0,07	<0,05	>0,05	<0,05
Індекс співвідношення лімфоцитів і ШОЕ	у.о.	4,27±0,17	5,58±0,18	<0,01	5,84±0,18	5,40±0,15	>0,05	<0,01	>0,05
Співвідношення еозинофілів і лімфоцитів	у.о.	0,063±0,011	0,060±0,01	>0,05	0,02±0,01	0,95±0,02	<0,05	<0,01	<0,05
Індекс алергізації	у.о.	0,78±0,06	0,81±0,07	>0,05	0,71±0,04	0,87±0,06	<0,05	>0,05	>0,05
Індекс імунної реактивності	у.о.	4,54±0,21	6,72±0,22	<0,01	4,68±0,19	5,39±0,21	<0,05	>0,05	<0,05

**Примітка:** P – ступінь достовірності розвитку між хлопчиками і дівчатками в кожній групі дітей. P<sup>1</sup> – ступінь розвитку між хлопчиками і дівчатками після проведених фізичних вправ. P<sup>2</sup> – ступінь відмінності між дівчатками після проведеної програми в порівнянні з дівчатками до проведення фізичних вправ.

ного комплексу фізичних вправ слід зауважити більшу ефективність цих вправ у дівчаток із сколіозом. Так, у дівчаток рівень індексу імунної реактивності організму вищий на 48,02% у порівнянні з хлопчиками. Вищими у дівчат із сколіозом віком 15-17 років є індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів на 48,95%, індекс співвідношення лімфоцитів та еозинофілів – на 10,84%, індекс співвідношення лімфоцитів і ШОЕ – на 30,68%, а індекс алергізації – на 3,85%, що свідчить про пониження алергізації організму дівчаток. Крім того, у дівчат із сколіозом виявлено несуттєве зниження на 4,98% нейтрофільно-лімфоцитарного коефіцієнту, співвідношення еозинофілів і лімфоцитів – на 5,0%.

### Висновки.

Таким чином, встановлено, що більш ефективним виявився вплив комплексу фізичних вправ на загальну імунологічну реактивність організму дівчаток ніж у хлопчиків із сколіозом віком 15 – 17 років. Рівень індексу імунної реактивності організму вищий у дівчаток, у порівнянні з хлопчиками, також вищий у дівчат є індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів, у дівчат із сколіозом виявлено несуттєве зниження на нейтрофільно-лімфоцитарного коефіцієнту.

### Перспективи подальших досліджень.

Результати які отримані в цій статті, є основою для подальшого етапу реабілітаційного дослідження в цьому напрямку.

## References / Література

- Dychko OA. The influence of physical rehabilitation measures on the correction of impaired general immunological reactivity of the body in children with scoliosis aged 7-10 years. *Visnyk problem biolohiyi i medytsyny*. 2019;3,2(138):151-153.
- Dychko DV, Dychko OA, Bobyrev VE, Dychko VV, Shaida OG, Mukhina VV. Effectiveness of the influence of complex of physical exercises on the dynamics of work of the cardiovascular system according to performance tests in children with scoliosis. *Journal of the polish balneology and physical medicine association*. 2024;67(3):189-194. DOI: <https://doi.org/10.36740/ABAL202403106>
- Lacroix M, Khalifé M, Ferrero E, Clément O, Nguyen C, Feydy A. Scoliosis. *Seminars in musculoskeletal radiology*. 2023;27(5):529-544. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-1772168>
- Seleveciene V, Cesnaviciute A, Strukcinskiene B, Marcinowicz L, Strazdiene N, Genowska A. Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercise Methodologies Used for Conservative Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis, and Their Effectiveness: An Extended Literature Review of Current Research and Practice. *International journal of environmental research and public health*. 2022;19(15):9240. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19159240>.
- Berdishvsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercises – a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis and spinal disorders*. 2016;11:20. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13013-016-0076-9>.
- Dychko D, Dychko E, Nekhanevych O, Dychko V, Klimenko Y, Shaida N, et al. Reactive response of peripheral blood neutrophils of school-age adolescents with scoliosis. *Retos*. 2024;51:102-108.
- Yang H, Liu L, Hai Y, Kang N. Reliability and validity of the Chinese version of the Early-Onset Scoliosis Self-Report Questionnaire in children aged 8 to 18 years with early-onset scoliosis. *Translational pediatrics*. 2023;12(7):133-1351. DOI: <https://doi.org/10.21037/tp-22-659>.
- Dychko VV, Sheyko VI, Bobyrev, VE, Vasylevskiy VS. Cellular reactivity of the body of children aged 7-10 years with visual pathology. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*. 2018;2,4(147):380-382. DOI: <http://dx.doi.org/10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-380-382>.
- Dychko O A, Dychko DV, Klymenko OA, Melnyk IM, Burov YuV, Radzievsky VP, et al. The dynamics of cardiovascular system work according to the physical performance tests in children with scoliosis. *Bulletin of problems of biology and medicine*. 2021;4(162):302-305. DOI: <http://dx.doi.org/10.29254/2077-4214-2021-4-162-302-305>.
- Radziejowska M, Radziejowski P, Knotowicz J, Dereka T, Vasylyuk D, Kalabuchova A, et al. Lifestyle and physical condition parameters of primary school. *Zdravotnicke Listy*. 2021;9(3):19-26.
- Sydorchuk AR, Sydorchuk LP, Gutnitska AF, Dzhuryak VS, Kryvetska II, Sydorchuk RI, et al. Endothelium function biomarkers and carotid intima-media thickness changes in relation to NOS3 (rs2070744) and GNB3 (rs5443) genes polymorphism in the essential arterial hypertension. *Endocrine regulations*. 2022;56(2):104-114. DOI: <https://doi.org/10.2478/enr-2022-0012>.

## ВПЛИВ ПРОГРАМИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ НА ОПТИМІЗАЦІЮ ПОРУШЕНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ ІМУНОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ОРГАНІЗМУ ПІДЛІТКІВ ЗІ СКОЛІОЗОМ

Дичко Д. В., Дичко О. А.

**Резюме.** Сколіоз – це складна тривимірна деформація хребта, що може виникати в будь-якому віці, як у ідіопатичній, так і у вторинній формі, особливо у дітей. Лікування сколіозу вимагає мультидисциплінарного підходу із залученням різних фахівців, таких як ревматологи, рентгенологи, ортопеди та протезисти. Візуалі-

зація є основним методом діагностики, який допомагає виявляти вторинні причини, моніторити хворих та оцінювати необхідність хірургічного втручання.

*Мета дослідження* полягала у вивченні впливу програми фізичних вправ на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму хлопчиків та дівчаток віком 15-17 років зі сколіозом загальноосвітньої школи.

*Об'єкт і методи дослідження.* Базою дослідження виступила Олексієво-Дружківська загальноосвітня саторна школа інтернат I-III ступенів № 13 для дітей, хворих на сколіоз. В рамках роботи нами були обстежені підлітки (28 – хлопчиків та 26 дівчатки) віком 15-17 років хворих на сколіоз.

Всі підлітки виконували розроблену комплексну програму фізичних вправ з врахуванням віку, статі і глибини ступеня порушення показників. Для визначення ефективності використання цього методу у підлітків віком 15-17 років зі сколіом, було вивчення вплив тривалої реабілітації на оптимізацію порушеної загальної імунологічної реактивності організму дітей.

Після проведення розробленої програми фізичних вправ у хлопчиків із сколіозом віком 15-17 років не змінюється індекс імунної реактивності, лімфоцитарний індекс, індекс зсуву лейкоцитів, нейтрофіліно-лімфоцитарний коефіцієнт та індекс алергізації, що є свідченням відсутності негативного впливу проведених фізичних вправ. Разом з тим, у після проведених фізичних вправ зростає разів індекс співвідношення еозинофілів і лімфоцитів, що свідчить про активізацію реакцій гіперчутливості імунної системи організму хлопчиків із сколіозом. Крім того, спостерігається зниження індексу співвідношення лімфоцитів та еозинофілів, індексу співвідношення лімфоцитів і ШОЕ – на 36,77%, що сприяє формуванню тенденції до нормалізації імунної реактивності організму хлопчиків із сколіозом віком 15-17 років на 3,08%.

Більш ефективним виявився вплив комплексу фізичних вправ на загальну імунологічну реактивність організму дівчаток із сколіозом віком 15-17 років. Так, у дівчаток підвищується рівень імунологічної реактивності організму на 24,68%, що підтверджується зростанням індексу співвідношення лімфоцитів; моноцитів на 24,22%, індексу зсуву лейкоцитів – на 18,90%, нейтрофіліно-лімфоцитарного коефіцієнту – у 2,43 рази, а також зниженням індексу співвідношення лімфоцитів та еозинофілів на 9,85%, індексу співвідношення еозинофілів і лімфоцитів – у 15,83 разів та індексу алергізації – на 7,41%, що є позитивним.

Порівнюючи стан імунологічної реактивності організму хлопчиків і дівчаток із сколіозом після проведення комплексу фізичних вправ слід зауважити більшу ефективність цих вправ у дівчаток із сколіозом. Так, у дівчаток рівень індексу імунної реактивності організму вищий на 48,02% у порівнянні з хлопчиками. Вищими у дівчат із сколіозом віком 15-17 років є індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів на 48,95%, індекс співвідношення лімфоцитів та еозинофілів – на 10,84%, індекс співвідношення лімфоцитів і ШОЕ – на 30,68%, а індекс алергізації – на 3,85%, що свідчить про пониження алергізації організму дівчаток. Крім того, у дівчат із сколіозом виявлено несуттєве зниження на 4,98% нейтрофіліно-лімфоцитарного коефіцієнту, співвідношення еозинофілів і лімфоцитів – на 5,0%.

*Висновки.* Таким чином, встановлено, що більш ефективним виявився вплив комплексу фізичних вправ на загальну імунологічну реактивність організму дівчаток ніж у хлопчиків із сколіозом віком 15 – 17 років. Рівень індексу імунної реактивності організму вищий у дівчаток, у порівнянні з хлопчиками, також вищий у дівчат є індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів, у дівчат із сколіозом виявлено несуттєве зниження на нейтрофіліно-лімфоцитарного коефіцієнту.

**Ключові слова:** підлітки, 15-17 років, сколіоз, загальна імунологічна реактивність, фізичні вправи.

### THE INFLUENCE OF A PHYSICAL EXERCISE PROGRAM ON THE OPTIMIZATION OF DISORDERED GENERAL IMMUNOLOGICAL REACTIVITY IN ADOLESCENTS WITH SCOLIOSIS

Dychko D. V., Dychko O. A.

**Abstract.** Scoliosis is a complex three-dimensional deformation of the spine that can occur at any age, both in idiopathic and secondary forms, especially in children. Treatment of scoliosis requires a multidisciplinary approach involving various specialists, such as rheumatologists, radiologists, orthopedists and prosthetists. Visualization is the main method of diagnosis, which helps to identify secondary causes, monitor patients and assess the need for surgical intervention.

*The aim of the study* is to study the impact of the physical exercise program on the optimization of the disordered general immunological reactivity of the body of boys and girls at the age range of 15-17 years with scoliosis in a secondary school.

*Object and research methods.* As the part of the work, we examined adolescents at the age range of 15-17 years old with scoliosis.

All teenagers performed a developed complex program of physical exercises taking into account age, gender and the depth of the degree of violation of indicators. To determine the effectiveness of using this method in adolescents at the ages from 15 to 17 years with scoliosis, the effects of long-term rehabilitation on optimizing the disordered general immunological reactivity of the children's body were studied.

After carrying out the developed program of physical exercises in boys with scoliosis at the age of 15 to 17 years, the immune reactivity index, lymphocyte index, leukocyte shift index, neutrophil-lymphocyte coefficient, and allergy index do not change, which is evidence of the absence of a negative effect of physical exercises. In addition, there is a decrease in the index of the ratio of lymphocytes and eosinophils, the index of the ratio of lymphocytes and ESR – by 36.77%, which contributes to the formation of a tendency to normalize the immune reactivity of the body of boys with scoliosis at the age from 15 to 17 years by 3.08%.

The effect of a complex of physical exercises on the general immunological reactivity of the body of girls with scoliosis at the age from 15 to 17 years was more effective, the level of immunological reactivity of the body increases by 24.68%, which is confirmed by the increase in the lymphocyte ratio index; monocytes by 24.22%, leukocyte shift index – by 18.90%, neutrophil-lymphocyte ratio – by 2.43 times, as well as a decrease in the index of the ratio of lymphocytes and monocytes by 9.85%, the index of the ratio of eosinophils and lymphocytes – by 15.83 times and the allergy index – by 7.41%, which is positive.

Comparing the state of immunological reactivity of the body of boys and girls with scoliosis after a set of physical exercises, it should be noted that these exercises are more effective in girls with scoliosis.

**Conclusions.** Thus, it was established that the effect of a complex of physical exercises on the general immunological reactivity of the body of girls was more effective than that of boys with scoliosis at the age from 15 to 17 years. The level of the index of the body's immune reactivity is higher in girls compared to boys, the index of the ratio of lymphocytes and monocytes is also higher in girls, in girls with scoliosis an insignificant decrease in the neutrophil-lymphocyte ratio was detected.

**Key words:** adolescents, 15-17 years, scoliosis, general immunological reactivity, physical exercises.

**ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:**

Dychko D. V.: <https://orcid.org/0000-0003-0905-8228> <sup>ABDF</sup>

Dychko O. A.: <https://orcid.org/0000-0002-5300-6591> <sup>ACDE</sup>

**Conflict of interest / Конфлікт інтересів:**

The authors of the article confirm the absence of a conflict of interest. / Автори статті підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

**Corresponding author / Адреса для кореспонденції**

Dychko Vladyslav Viktorovych / Дичко Владислав Вікторович

State higher educational institution «Donbas State Pedagogical University» / ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Ukraine, 84100, Slavyansk, 48a Vchytel's'ka str. / Адреса: Україна, 84100, м. Слов'янськ, вул. Вчительська 48а  
Tel.: +380506104220 / Тел.: +380506104220

E-mail: [v.v.dichko@ukr.net](mailto:v.v.dichko@ukr.net)

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 10.07.2024 / Стаття надійшла 10.07.2024 року  
Accepted 13.11.2024 / Стаття прийнята до друку 13.11.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-4-175-184-190

UDC 616-092:617.75-053.5:796

<sup>1</sup>Dychko D. V., <sup>1</sup>Dychko O. A., <sup>1</sup>Klymenko Yu. S., <sup>2</sup>Kushakova N. I.,

<sup>3</sup>Chernenko S. O., <sup>1</sup>Dychko V. V., <sup>4</sup>Gavrylov Yu. V.

**INFLUENCE OF A PHYSICAL EXERCISE PROGRAM ON THE LEVEL OF REACTIVE RESPONSE OF PERIPHERAL BLOOD GRANULOCYTES OF CHILDREN WITH VISUAL DEFECTS**

<sup>1</sup>State higher educational institution "Donbas State Pedagogical University" (Sloviansk, Ukraine)

<sup>2</sup>Donetsk National Medical University (Kropyvnytskyi, Ukraine)

<sup>3</sup>Donbas State Mechanical Engineering Academy (Kramatorsk, Ukraine)

<sup>4</sup>Lesya Ukrainka Volyn National University (Lutsk, Ukraine)

[v.v.dichko@ukr.net](mailto:v.v.dichko@ukr.net)

*The article is devoted to the effect of the developed physical exercise program on the level of reactive response of neutrophil granulocytes of peripheral blood of visually impaired children at the age range from 10 to 16 years. The aim of the study is to study the impact of a physical exercise program on the level of general immunological reactivity of the body of visually impaired children at the age range from 10 to 16 years. The study was conducted among 105 children at the age between 10 and 16 with visual impairments (boys and girls) under the supervision of medical staff of the institution. A method of physical exercises was used for these children, and plans were developed taking into account age and gender. A complex of physical culture exercises leads to a tendency of increasing the reactive response of peripheral blood NG, which contributes to the maintenance of the body's non-specific and immune reactivity, ESR and other immunological and hematological indicators at an appropriate level, and the index of the ratio of lymphocytes and monocytes decreases. Thus, the used method of physical exercises in children with visual impairments at the age range of 10-16 years has a positive effect on the level of the reactive response of peripheral blood NG, as well as improving the functioning of indicators of non-specific adaptation, and also increasing the reactive response of peripheral blood NG.*

**Key words:** visual impairment, children, physical exercises, reactive response, peripheral blood.