

естрадіолу, а неправильне функціонування гіпоталамо-пітuitarно-яєчникової осі проявляється підвищеною секрецією лютеїнізуючого та зниженням концентрації фолікулостимулюючого гормону. Також ожиріння, що супроводжує СПКЯ, призводить до збільшення продукції прозапальних цитокінів та стимулює окислювальний стрес. Таким чином, надмірна вага та взаємопов'язаний з нею СПКЯ порушує цілий ряд патологічних процесів як репродуктивного, так і загального екстрагенітального плану, що цілком може спричинити модулюючий вплив на центральну та периферичну нервові системи як прямого характеру, так і опосередковано.

**Ключові слова:** ожиріння, дисліпідемія, синдром полікістозу яєчників, адипоцитокіни, інсулінорезистентність.

#### MECHANISMS OF INTERRELATIONSHIP BETWEEN OBESITY AND DEVELOPMENT OF POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

Tkachenko S. S., Rodynskyi O. G., Reshetnikova Y. Yu.

**Abstract.** Polycystic ovary syndrome (PCOS) is characterized by chronic anovulation, hyperandrogenism and polycystic ovary syndrome. Numerous diseases are associated with this nosology, including infertility, metabolic syndrome, type 2 diabetes, neurological disorders. In particular these are sleep disorders, depression, muscle cramps of the extremities, impaired skin sensitivity, paresthesias, decreased strength and tone of skeletal muscles, etc. The aim of the work is to review scientific materials with a generalization of the influence of adipose tissue on the occurrence of polycystic ovary syndrome and its components, such as endocrine disorders. The complex interaction between obesity and PCOS affects both the etiology and treatment. Obesity plays a certain role in the occurrence of hyperinsulinemia and insulin resistance, which is one of the causes of PCOS. Adipose tissue performs an endocrine function, producing a whole family of adipocytokines. They are links in the process of hypothalamic hypogonadism, insulin resistance, dyslipidemia with a shift in the balance towards very low density lipoproteins, iron deficiency anemia, impaired follicular and extraovarian steroidogenesis due to modulation of aromatase activity in preadipocytes and follicular cells, which is manifested mainly by increased production of androgens and estradiol, and improper functioning of the hypothalamic-pituitary-ovarian axis is manifested by increased secretion of luteinizing hormone and a decrease in the concentration of follicle-stimulating hormone. Also, obesity, which accompanies PCOS, leads to an increase in the production of pro-inflammatory cytokines and stimulates oxidative stress. Thus, overweight and the associated PCOS disrupt a number of pathological processes of both reproductive and general extragenital plan, which may well cause a modulatory effect on the central and peripheral nervous systems both directly and indirectly.

**Key words:** obesity, dyslipidemia, polycystic ovary syndrome, adipocytokines, insulin resistance.

#### ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Tkachenko S. S.: <https://orcid.org/0000-0002-8828-8349> <sup>ABCDE</sup>

Rodynskyi O. G.: <https://orcid.org/0000-0002-8011-6104> <sup>AEF</sup>

Reshetnikova Y. Yu.: <https://orcid.org/0009-0001-0174-930X> <sup>ABD</sup>

#### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

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

#### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Tkachenko Serhii Serhiiovych / Ткаченко Сергій Сергійович

Dnipro State Medical University / Дніпровський державний медичний університет

Ukraine, 49044, Dnipro, 9 Vernadskoho str. / Адреса: Україна, 49044, м. Дніпро, вул. В. Вернадського 9

Tel.: +380950642471 / Тел.: +380950642471

E-mail: [dr.Tkachenkoss@gmail.com](mailto:dr.Tkachenkoss@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 статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 19.01.2025 / Стаття надійшла 19.01.2025 року

Accepted 29.04.2025 / Стаття прийнята до друку 29.04.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-2-177-129-142

UDC 001.891.5:796.015:612.015.3-053.7:797.2

Chernikova O. O., Osadcha O. I.

#### RESEARCH TRENDS ON OXIDATIVE STRESS AT YOUNG SWIMMING ATHLETES: ANALYTICAL ANALYSIS OF DATA FROM INTERNATIONAL SCIENTOMETRIC BASES

National University of Ukraine on Physical Education and Sport (Kyiv, Ukraine)

0205@ukr.net

*The paper presents the results of analytical analysis of scientific data placed in the Scopus scientometric database, in accordance with the research question posed to us: the specifics of oxidative stress formation in young athletes specializing in swimming. A review of the scientometric database data made it possible to identify 16 relevant*

*publications, close in content to the problem field of our research, and thematic modeling of their annotations made it possible to identify four key thematic sections - clusters. The content of each cluster was analyzed and compared with each other according to the following indicators: thematic focus of the cluster's research; characteristics of the methodological basis of the works included in the cluster; specifics of the contingent of those surveyed; a possible reference point for further research within this thematic cluster. Using SWOT analysis, we identified the strengths and weaknesses of each thematic section of research, formulated potential opportunities for expanding scientific research, and identified risk factors for conducting research within each cluster separately. Thus, our analytical analysis of scientific data made it possible to present the prospects of four separate directions of organizing and conducting research on oxidative stress in young athletes-swimmers.*

**Key words:** analytical analysis, oxidative stress, young athletes, swimming, thematic section, cluster, marker, musculoskeletal system, nutrition, research.

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

The study was carried out partially within the framework of the Research Plan of the National University of Physical Education and Sports of Ukraine on the topic: "Functional and psychological adaptation of the body of female athletes to heavy physical exertion" (state registration number 0121U108309).

#### Introduction.

Modern youth sports are characterized by a constant increase in the intensity and volume of training loads, which places specific demands on the body of athletes, especially in the age period that is burdened by growth and development processes [1].

Given the insufficient formation of the physiological systems of the young organism, excessive physical exertion can become the main cause of the development of oxidative stress as a result of an imbalance between the formation of free radical compounds in the body and the activity of its antioxidant defense mechanisms [2].

The results of previous studies indicate that moderate formation of oxidative stress may be part of the normal, physiological adaptation processes of the athlete's body under the influence of physical exertion itself [3]. However, increased development of oxidative stress or its transition into a chronic form undoubtedly leads not only to a decrease in sports performance, but also to the creation of a potential threat to the athlete's health [4].

The multifactorial nature of risks, namely the energy intensity of physical activity, the complexity of performing technical techniques, the aquatic environment and the specifics of its purification with chlorine-containing components, draw attention to swimming as a potentially dangerous sport in terms of the formation and development of oxidative stress [5, 6].

Combining the specifics of the age period of the body's development and the increased risk from swimming as a sport in the projection of the prerequisites for the formation of oxidative stress, there is a need to address the issue of understanding the long-term consequences of the impact of training loads on the body of young athletes in certain sports [7, 8].

Despite the growing number of studies, there are still gaps in the aspects of substantiation and selection of methods for assessing oxidative stress; development and testing of antioxidant strategies taking into account the specifics of the sport, age and gender factors; establishing the reliability of biomarkers regarding the degree of development of oxidative stress and the adequacy of adaptive reactions in the body of athletes [9].

#### The aim of the study.

To conduct an analytical analysis of data from international scientometric databases (using the Scopus database as an example) to identify current research trends in the development of oxidative stress in young swimmers. The targeted direction of the study will allow us to identify key scientific directions, methodological approaches and current aspects of studying the problem field outlined by us and will reveal the prospects for further scientific activity in terms of optimizing the training process and supporting the health of young athletes.

#### Object and research methods.

To achieve the stated goal of the study, we used the following methods:

- bibliometric data analysis – a method for identifying and quantifying the main trends in the research field - used by us to identify key authors, the dynamics of publication activity and the most cited works of the Scopus scientometric database in accordance with the research question posed to us;
- Topic Modeling – a method of identifying hidden thematic structures and key concepts in voluminous text data (abstracts, keywords of scientific papers) – used by us to formulate the main, interconnected research topics and identify key aspects that characterize each topic (thematic section – cluster) separately for optimizing the understanding of its content;
- SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) – a method of synthesizing and grouping information obtained from previous studies – used by us for a comprehensive assessment of current trends in research on the origin and development of oxidative stress in young athletes, including those specializing in swimming.
- data systematization method – a comprehensive analytical method – included by us at all stages of the study to organize, classify and summarize the information obtained on the problematic issue of our study.

#### Research results and their discussion.

Bibliometric analysis of data from the Scopus scientometric database through its search engine with grouping of keywords by the topic of our study "oxidative stress-young athlete" and using a filter to limit the obtained sample by the sport "swimming" and excluding works with the organization of animal studies, revealed 16 relevant works (table).

The presented works cover a wide range of topics in the context of studying the development of oxidative stress in young athletes, including physiological mechanisms of adaptation of the human body to the influence of physical exertion of a sports nature; features of planning and selection of loads for people with disabilities;

**Table – Comparative table of relevance of works extracted from the scientometric database Scopus by research topic**

| №  | Author(s) (first/main)         | Title of work                                                                                                                                                                 | Year of work | Actual link (URL to the source)                                                                             | Number of citations (data from Scopus database) | Relevance to the subject of our study | Focus on relevance                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Varamenti, E. et al. [10]      | Redox Homeostasis and Inflammation Responses to Training in Adolescent Athletes: a Systematic Review and Meta-analysis                                                        | 2020         | <a href="https://doi.org/10.1186/s40798-020-00262-x">https://doi.org/10.1186/s40798-020-00262-x</a>         | 24                                              | High                                  | Directly investigates oxidative stress and inflammation in adolescent athletes based on a systematic review.                                            |
| 2  | Kabasakalis, A. et al. [11]    | Response of blood biomarkers to sprint interval swimming                                                                                                                      | 2020         | <a href="https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0747">https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0747</a>               | 16                                              | High                                  | Investigates biochemical markers (including those related to oxidative stress) in adolescent swimmers after short-distance training.                    |
| 3  | Belviranli, M. et al. [12]     | The association between irisin levels, element distribution and oxidative stress markers in adolescent swimmers                                                               | 2018         | <a href="https://doi.org/10.1515/hmbci-2018-0006">https://doi.org/10.1515/hmbci-2018-0006</a>               | 2                                               | High                                  | Directly investigates oxidative stress and antioxidant activity in adolescent swimmers.                                                                 |
| 4  | Dutra Lima, M.J. et al [13].   | The prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in non-asthmatic swimmers: a systematic review and meta-analysis                                                       | 2024         | <a href="http://dx.doi.org/10.4025/jphyseduc.v35i1.3525">http://dx.doi.org/10.4025/jphyseduc.v35i1.3525</a> | 0                                               | Middle                                | It concerns swimmers and their physiological responses to exercise, but does not directly address oxidative stress.                                     |
| 5  | Miguel-Ortega, Á. et al. [14]  | Endurance in Long-Distance Swimming and the Use of Nutritional Aids                                                                                                           | 2024         | <a href="https://doi.org/10.3390/nu16223949">https://doi.org/10.3390/nu16223949</a>                         | 1                                               | Middle                                | It examines the specifics of swimmers' nutritional physiology, with a projection on oxidative stress.                                                   |
| 6  | Theocha-ridis, A. et al. [15]  | Effects of post exercise protein supplementation on markers of bone turnover in adolescent swimmers                                                                           | 2020         | <a href="https://doi.org/10.1186/s12970-020-00350-z">https://doi.org/10.1186/s12970-020-00350-z</a>         | 12                                              | Middle                                | It investigates the effect of nutrition on bone metabolism in young swimmers                                                                            |
| 7  | Philippou, E. et al. [16]      | The impact of nutrition education on nutrition knowledge and adherence to the Mediterranean Diet in adolescent competitive swimmers                                           | 2017         | <a href="https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.023">https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.023</a>       | 52                                              | Middle                                | It investigates the nutrition of young swimmers as a key factor of antioxidant protection, but without a direct focus on oxidative stress.              |
| 8  | Seabra, A. et al. [17]         | Impact of Futsal and Swimming Participation on Bone Health in Young Athletes                                                                                                  | 2017         | <a href="https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0092">https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0092</a>               | 5                                               | Middle                                | It compares the impact of specific sports loads on the state of bone tissue in young swimmers                                                           |
| 9  | Agostinete, R.R. et al. [18]   | Bone tissue, blood lipids and inflammatory profiles in adolescent male athletes from sports contrasting in mechanical load                                                    | 2017         | <a href="https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180357">https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180357</a>     | 11                                              | Middle                                | Compares swimmers with other athletes, according to the profile of a typical pathological inflammatory process, which is related to oxidative stress.   |
| 10 | Zagatto, A.M. et al. [19]      | Effects of low-level laser therapy on performance, inflammatory markers, and muscle damage in young water polo athletes: a double-blind, randomized, placebo-controlled study | 2016         | <a href="https://doi.org/10.1007/s10103-016-1875-1">https://doi.org/10.1007/s10103-016-1875-1</a>           | 26                                              | Middle                                | Investigates markers of inflammation and muscle damage in young swimmers, which is associated with the development of physiological stress.             |
| 11 | Lyszczarz, R. et al. [20]      | Evaluation of saliva antioxidant activity for determining the state of dentition and oral hygiene in a group of young athletes                                                | 2002         | <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17474597/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17474597/</a>           | 5                                               | Middle                                | Investigates the antioxidant activity of the body of young swimmers, but through the context of oral hygiene and markers of oxidative stress in saliva. |
| 12 | Sañudo, B. et al. [21]         | Physical and Psychosocial Benefits of Sports Participation Among Children and Adolescents with Chronic Diseases: A Systematic Review                                          | 2024         | <a href="https://doi.org/10.1186/s40798-024-00722-8">https://doi.org/10.1186/s40798-024-00722-8</a>         | 3                                               | Low                                   | Investigates the impact of physical exertion of a sports nature on children and adolescents with disabilities.                                          |
| 13 | Vleck, V. et al. [22]          | The impact of triathlon training and racing on Athletes' General Health                                                                                                       | 2014         | <a href="https://doi.org/10.1007/s40279-014-0244-0">https://doi.org/10.1007/s40279-014-0244-0</a>           | 39                                              | Low                                   | Presents the specifics of the health status of athletes specializing in triathlon with a projection on oxidative stress.                                |
| 14 | Zwier-zchowska, A. et al. [23] | Determinants of the prevalence and location of musculoskeletal pain in elite Para athletes                                                                                    | 2022         | <a href="https://doi.org/10.1097/md.00000000000031268">https://doi.org/10.1097/md.00000000000031268</a>     | 8                                               | Low                                   | Focuses research on pain syndrome in athletes with disabilities as a consequence of oxidative stress                                                    |

|    |                           |                                                                                 |      |                                                                                                   |    |     |                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | Saritas, N. et al. [24]   | Effect of different levels of royal jelly on biochemical parameters of swimmers | 2011 | <a href="http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.1862">http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.1862</a>           | 19 | Low | Investigates the effect of royal jelly on the biochemical indicators of the swimmers' body and the prevention of oxidative stress...                           |
| 16 | Dickinson, J. et al. [25] | Nonpharmacologic Strategies to Manage Exercise-Induced Bronchoconstriction      | 2018 | <a href="https://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.012">https://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.012</a> | 9  | Low | Demonstrates the results of a general review of non-drug strategies for the treatment of bronchoconstriction as a consequence of oxidative stress in athletes. |

aspects of sports injuries; a modern view of the specifics of nutrition and dietary strategies in sports practice; updating the issue of body composition and health of the bone component of the musculoskeletal system; the concept of bronchoconstriction - a pathological condition caused by the action of inadequate physical exertion. The vast majority of studies were performed on young athletes (adolescents, children), which corresponds to the thematic projection of our study.

The methodological basis of the presented works is mainly a systematic review and meta-analysis (Sañudo et al. [21]; Miguel-Ortega et al. [14]; Dutra Lima et al. [13]; Varamenti et al. [10]), which indicates attempts to generalize existing knowledge and identify relevant patterns of the problem field of modernity. There are also original studies (Kabasakalis et al. [11]; Theocharidis et al. [15]; Belviranli et al. [12]; Seabra et al. [17]; Agostinete et al. [18]; Philippou et al. [16]; Zagatto et al. [19]; Saritas et al. [24]; Lyszczarz et al. [20]), which are based on randomized results of specially organized experiments.

A significant part of the work includes the results of studies with athletes specializing in swimming ((Dutra Lima et al. [13]; Kabasakalis et al. [11]; Theocharidis et al. [15]; Belviranli et al. [12]; Seabra et al. [17]; Agostinete et al. [18]; Philippou et al. [16]; Saritas et al., [24]; Lyszczarz et al. [20]), which allows a broader consideration of the physiological aspects of this sport and a focus on risk factors specific to the conditions of sports activity.

Some studies directly present the results of studying the relationship between the nature of physical activity and markers of oxidative stress (Varamenti et al. [10]; Kabasakalis et al. [11]; Belviranli et al. [12]), and also consider the impact of oxidative stress on the state of bone tissue and the activity of metabolic processes in the body of athletes (Theocharidis et al. [15]; Seabra et al. [17]; Agostinete et al. [18]).

The data obtained allowed us to proceed to thematic modeling - analysis of the content of annotations and keywords of 16 scientific publications of the Scopus scientometric database we selected in order to reveal the specifics of modern trends in the study of the development of oxidative stress in athletes. In the course of analytical work with this method, scientific publications, according to the specifics of the content of their research, were divided into four thematic sections - clusters.

FIRST CLUSTER: "Mechanism of physiological adaptation, oxidative stress and its biomarkers in the body of athletes" includes the study of the impact of multidirectional physical exertion on the athlete's body through the prism of the development and spread of oxidative stress and the importance of its timely diagnosis through reliable means - complex models of compositions of relevant biochemical markers. Thematic focus:

- redox homeostasis - study of the balance between prooxidant and antioxidant systems - study of the relationship between training loads (for example, interval

training of speed and strength direction) and the dynamics of changes in the digital values of oxidative stress markers (for example, protein carbonyls (PC), thiobarbituric acid (TBARS) and glutathione (GSH));

- metabolic and hormonal responses - study of the dynamics of metabolic indicators (for example, lactate, glucose) and hormonal profiles (for example, insulin, glucagon, cortisol) in response to the action of intense physical exertion;

- antioxidant capacity - study of the body's own and acquired antioxidant defense mechanisms by determining enzyme activity (for example, by indicators of superoxide dismutase (SOD), antioxidant capacity (TAC), levels of trace elements (Zn, Cu, Se)).

Methods of comparative data analysis for the first thematic cluster were based on controlled experimental studies based on blood sampling at different time intervals (before training, after training, during recovery) and quantitative assessment of biochemical parameters of the development of oxidative stress. The studies mainly included work with a contingent of young athletes and high-class athletes specializing in endurance sports.

Future research within this thematic cluster will provide an opportunity to further explore the long-term impact of systematic training on the functioning of individual organs and systems of the body, the individual variability of biochemical reactions, and the potential of targeted strategies for restoring the body after physical exertion, optimizing mechanisms of physiological adaptation, and minimizing the process of maladaptation.

SECOND CLUSTER: "Sports loads in established pathologies and management of sports injuries" highlights the therapeutic and preventive effect of physical exertion and considers critical issues of the frequency of sports injuries and their accompaniment. Thematic focus:

- adaptive sports - studies include the results of systematic reviews on the assessment of the physical, psychological, and social benefits of physical exertion of a sports nature for children and adolescents with disabilities, including the risk of developing oxidative stress;

- musculoskeletal system, pain syndrome, and disability - studies aimed at identifying the specifics of musculoskeletal damage and the development of pain syndrome; features of sports injuries, including among athletes with disabilities; development of inflammation in certain structures of the musculoskeletal system, as a possible consequence of oxidative stress;

- general health of athletes - studies are aimed at identifying the broader consequences of the impact of physical exertion of a sporting nature on the health of athletes, including the assessment of indicators of sudden death and the body's protection against pathogens during periods of intensive training, including the impact of the risk factor of oxidative stress.

In this cluster, the methodological basis is systematic reviews and meta-analyses. Studies are primarily focused on children and adolescents with disabilities, Paralympians and high-class athletes specializing in complex combined sports.

Future research may focus on developing individualized treatment programs for specific chronic injuries, identifying clear guidelines for injury prevention and rehabilitation of athletes with disabilities, including the risk of oxidative stress.

THIRD CLUSTER: "Nutritional strategies, body composition and bone tissue status of young athletes" includes research on the role of nutrition and its impact on body composition, bone mass formation during the period of growth and development of the body of young athletes specializing in aquatic sports, sports games and martial arts. Thematic focus:

- specifics of nutrition in endurance sports – studies consider the specific energy, physiological needs of swimmers-seniors, focusing on optimal body composition, nutrient needs during competitions and the effectiveness of the use of ergogenic supplements;

- bone metabolism and development of the bone component of the musculoskeletal system – studies study the impact of physical activity (using the example of sports such as swimming, sports games, martial arts) on the level of protein consumption after training and markers of bone metabolism, bone mineral density and bone mineral content in young athletes;

- issues of diet and specifics of nutritional support – studies assess the effectiveness of studying the specifics of nutrition and forming a system of knowledge on its optimization through the development of dietary programs taking into account the type of sports activity, age and gender;

- use of ergogenic aids – studies are aimed at assessing the impact of specific dietary supplements and pharmacological drugs on the biochemical processes of the body of athletes, including those specializing in swimming.

The methodological basis of this cluster is mostly represented by the results of a systematic review on the generalization of existing knowledge about nutritional needs in individual sports. Experimental studies are used specifically to assess the impact of ergogenic aids on individual processes in the body of athletes.

Further research within this thematic cluster is necessary to develop practical recommendations on the specifics of nutrition for athletes of different age groups and specializations, to understand the effectiveness of long-term use of various dietary programs and the features of the impact of ergogenic aids on increasing performance and optimizing the health of athletes, especially children and adolescents.

FOURTH CLUSTER: "Bronchoconstriction, inflammation and muscle damage in swimmers" reveals the issues of "respiratory health" and the development and implementation of recovery programs for athletes who train in the specific conditions of an artificial aquatic environment. Thematic focus:

- exercise-induced bronchoconstriction – studies quantify the prevalence of bronchoconstriction among swimmers who have no history of bronchospasm or asthma;

- inflammatory reactions and muscle damage – studies reveal the specificity of detecting inflammatory markers (e.g., interleukins, tumor necrosis factor-alpha) and indicators of muscle damage (e.g., creatine kinase, lactate dehydrogenase) after intense physical exertion, with subsequent determination of the effectiveness of therapeutic interventions, such as low-intensity laser therapy;

- recovery programs – studies address strategies to reduce the severity of physiological stress as a consequence of training loads and comprehensively promote recovery of the body, including the potential benefits of specific therapeutic agents.

The methodological basis of this thematic cluster is a systematic review and meta-analysis, primarily in the issue of studying the prevalence of bronchoconstriction and its management. Randomized, placebo-controlled trials have been used to evaluate the effectiveness of therapeutic interventions, in particular low-intensity laser therapy, in cases of detection and elimination of bronchoconstriction in athletes. The main contingent of studies within this cluster is healthy athletes specializing in aquatic sports.

Within this thematic cluster, research should continue to develop more accurate diagnostic tools for bronchoconstriction, explore personalized non-drug strategies for medical management of this phenomenon, and understand the unique physiological needs and environmental factors (e.g., chlorine exposure) in aquatic sports, as well as the risk of oxidative stress.

The last stage of our research included conducting a SWOT analysis of the content of four thematic clusters to establish key aspects of current research trends on our question, their advantages, challenges, potential development directions and existing obstacles.

The cluster "Physiological adaptation process, oxidative stress and biomarkers of the athlete's body" defines itself as a powerful research direction for understanding the biochemical processes of the athlete's body in response to the formation of oxidative stress. The strengths lie in a detailed review of the mechanisms of oxidative stress on the example of redox homeostasis, supported by the use of objective biomarkers (PC, TBARS, GSH, hormones, metabolites). A clear methodological base of controlled experiments ensures high quality data, and the focus on young athletes emphasizes the relevance of developing practical recommendations.

The weaknesses of the cluster include the complexity of interpreting individual variability of biochemical reactions; limited inclusion of the "full spectrum" of markers, which in turn creates an inferior reflection of all aspects of the athlete's adaptation process to physical exertion; the need for long-term research, since the current emphasis is mainly on studying acute, short-term reactions of the body.

The capabilities of the cluster are significant and include the development of individualized training programs and strategies for restoring the body after physical exertion based on biochemical profiles, integration with dietary models to optimize the adaptation process.

Among the risks of conducting research within this thematic cluster, it is worth highlighting ethical restrictions when working with young athletes, high financial costs for biochemical analyses and the complexity of

controlling all variable indicators in real training conditions.

The cluster "Sports loads in chronic diseases and management of sports injuries" is noted for its high social significance due to the emphasis on adaptive sports among children and adolescents with disabilities, contributing to their inclusion and improving the quality of life. Strengths also include the study of the specifics of injuries and a comprehensive approach to the health of athletes, including rare but important risks, such as a factor in sudden death in sports.

Weaknesses of the cluster include the limited direct experimental data, which may lead to insufficient understanding of the mechanisms of damage to the athlete's body and the occurrence of specific pathology, including the development of oxidative stress; the variability of the categories of "chronic diseases" makes it difficult to generalize the conclusions; although oxidative stress is mentioned as a "risk factor", its direct impact on injuries or the general health of athletes does not have the potential to be widely studied within this cluster.

Opportunities include the development of individualized training and rehabilitation programs for different groups of athletes with disabilities, increased interdisciplinary collaboration, and the implementation of results in the field of health care. There is also potential for the study of biomarkers of injuries associated with inflammation and oxidative stress.

Threats include insufficient funding for adaptive sports, a limited sample of participants for research, and the complexity of ethical and safety considerations when working with a special contingent of athletes.

The cluster "Nutritional Strategies, Body Composition, and Bone Health in Young Athletes" demonstrates an understanding of the critical role of nutrition in the development of young athletes. Its strengths lie in its focus on the critical age of bone mass formation and physiological development of the body. Relevance for different sports (swimming, sports games, martial arts) allows for a comparison of the effects of different mechanical loads. A comprehensive study of energy needs, body composition, bone metabolism, and the use of ergogenic aids provides a holistic approach, and the practical significance of the results is high for the development of practical recommendations.

Weaknesses include the difficulty of assessing long-term effects due to the limited duration of studies and the variability of ergogenic supplements, which makes it difficult to generalize the results of the study and their objectification. Insufficient attention to the psychological aspect of nutrition and eating behavior is also a gap.

Opportunities in this cluster include the development of detailed recommendations on the relationship between nutrition and oxidative stress to optimize antioxidant defenses, as well as monitoring biochemical markers to objectively assess the effectiveness of therapeutic interventions.

Threats include the spread of "fad" diets and unsubstantiated supplements, parental/coach pressure on nutrition, and insufficient education of all stakeholders on the principles of healthy eating.

### Conclusions.

Our studies clearly show a deep relationship between physiological processes, medical control strategies and specific nutritional aspects in the context of the development of oxidative stress in young athletes. This conceptual framework reflects both current scientific understanding and current challenges facing researchers today. The consistent emphasis on target groups such as "athletes", "swimmers" and "adolescents" in all the thematic clusters studied emphasizes that these groups have common, unique needs, which requires the use of a uniquely integrated, holistic approach.

Although in-depth knowledge and the development of effective intervention strategies provide a solid foundation for sports science, the research community recognizes the existence of significant difficulties. These challenges arise from the individual variability of physiological responses and adaptations, the unique developmental characteristics of young people at different stages of their development, and the urgent need for strict adherence to ethical principles both in the process of conducting scientific research and in its subsequent practical implementation.

### Prospects for further research.

Based on our findings and taking into account promising trends in the global scientific literature, future research in this area should prioritize several key areas:

Our further research should be aimed at developing highly individualized training, nutrition, and recovery programs that take into account the unique characteristics of each athlete. This includes an in-depth study of how biomarkers and advanced physiological monitoring methods can effectively guide the development of such adaptive programs. The ultimate goal is to optimize performance and overall health, as well as minimize the risks associated with overtraining and overexertion.

Given the particular focus on young athletes, long-term longitudinal studies are critical. These studies should systematically monitor the long-term and cumulative effects of intensive training loads, specific dietary strategies, and various therapeutic interventions on key indicators: overall growth, musculoskeletal health (including the skeletal system), and overall well-being of athletes into adulthood.

To effectively manage conditions such as exercise-induced bronchoconstriction (EIB), future research should focus on developing more ecologically valid diagnostic methods. These methods should replicate the specific sports environment, particularly aquatic sports, which have their own unique challenges. Investigations into novel non-pharmacological interventions for the treatment and prevention of EIB and other respiratory problems are also warranted.

It is essential to foster closer and more systematic collaboration between specialists from different fields: sports physiology, sports medicine, nutrition, and adaptive sports. This collaboration aims to ensure the effective transformation of theoretical knowledge obtained in basic research into practical skills and abilities, as well as the development of specific, evidence-based recommendations and interventions that will bring real and tangible benefits to all categories of athletes, regardless of their level of training or the presence of chronic conditions.

**ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕСУ У ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ-ПЛАВЦІВ: АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ МІЖНАРОДНИХ НАУКОМЕТРИЧНИХ БАЗ**

Національний університет фізичного виховання і спорту України (м. Київ, Україна)

0205@ukr.net

У роботі представлено результати аналітичного аналізу наукових даних, розміщених у наукометричній базі Scopus, відповідно до поставленого перед нами питання дослідження специфіки формування оксидативного стресу у юних спортсменів, які спеціалізуються у плаванні. Огляд даних наукометричної бази дав змогу виокремити 16 релевантних публікацій, наближених за змістом до проблемного поля наших досліджень, а тематичне моделювання їх анотацій дозволило виділити чотири ключові тематичні розділи – кластери. Зміст кожного кластеру нами було проаналізовано та порівняно між собою за наступними показниками: тематичний фокус досліджень кластеру; характеристика методологічної основи включених до кластеру робіт; специфіка контингенту обстежених; можливий орієнтир для подальших досліджень у межах даного тематичного кластеру. За допомогою SWOT-аналізу нами були визначені сильні та слабкі сторони кожного тематичного розділу досліджень, сформульовано потенційні можливості щодо розширення наукового пошуку і виявлено ризик-фактори для здійснення досліджень в межах кожного кластеру окремо. Таким чином, проведений нами аналітичний аналіз наукових даних дав змогу представити перспективи чотирьох окремих напрямів організації та проведення досліджень оксидативного стресу у юних спортсменів-плавців.

**Ключові слова:** аналітичний аналіз, оксидативний стрес, юні спортсмени, плавання, тематичний розділ, кластер, маркер, опорно-руховий апарат, харчування, дослідження.

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

Дослідження виконано частково в межах Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України за темою «Функціональна та психологічна адаптація організму спортсменок до великих фізичних навантажень» (номер державної реєстрації 0121U108309).

**Вступ.**

Сучасний юнацький спорт характеризується постійним зростанням інтенсивності та обсягів тренувальних навантажень, що висуває специфічні вимоги до організму спортсменів, особливо у віковому періоді, що обтяжений процесами росту та розвитку [1].

Враховуючи недостатню сформованість фізіологічних систем юного організму, надмірні фізичні навантаження можуть стати головною причиною розвитку оксидативного стресу як наслідку дисбалансу між утворенням вільнорадикальних сполук в організмі та активністю його механізмів антиоксидантного захисту [2].

Результати попередніх досліджень свідчать про те, що помірне формування оксидативного стресу може бути частиною нормальних, фізіологічних адаптаційних процесів організму спортсмена під впливом самих фізичних навантажень [3]. Проте посилення розвитку оксидативного стресу або його перехід у хронічну форму безсумнівно призводить не тільки до зниження спортивної працездатності, а й створення потенційної загрози для стану здоров'я спортсмена [4].

Багатофакторність ризиків, а саме енергоємність фізичного навантаження, складність виконання технічних прийомів, водне середовище та специфіка його очищення хлорвмісними компонентами привертають увагу до плавання, як потенційно небезпечного виду спорту у питанні формування і розвитку оксидативного стресу [5, 6].

Об'єднання специфіки вікового періоду розвитку організму та підвищеного ризику з боку плавання як виду спорту у проекції передумов формування оксидативного стресу постає необхідність вирішення питання розуміння довгострокових наслідків впливу тренувальних навантажень на організм юних спортсменів в окремих видах спорту [7, 8].

Незважаючи на зростаючу кількість досліджень, досі існують пробіли в аспектах обґрунтування та підбору методів оцінки оксидативного стресу; розробці та апробації антиоксидантних стратегій з урахуванням специфіки виду спорту, вікових і статевих чинників; встановлення надійності біомаркерів щодо ступеня розвитку оксидативного стресу та адекватності адаптаційних реакцій в організмі спортсменів [9].

**Мета дослідження.**

Проведення аналітичного аналізу даних міжнародних наукометричних баз (на прикладі бази Scopus) за для виявлення сучасних тенденцій дослідження питання розвитку оксидативного стресу у юних спортсменів-плавців. Цільове спрямування дослідження дозволить визначити ключові наукові напрями, методологічні підходи та актуальні аспекти вивчення окресленого нами проблемного поля і розкриє перспективи подальшої наукової діяльності з огляду на оптимізацію тренувального процесу й підтримку здоров'я юних спортсменів.

**Об'єкт і методи дослідження.**

Для вирішення поставленої мети дослідження нами були використані наступні методи:

бібліометричний аналіз даних – метод виявлення та кількісної оцінки основних тенденцій у дослідницькому полі – використаний нами за для ідентифікації ключових авторів, динаміки публікаційної активності й найбільш цитованих робіт наукометричної бази даних Scopus відповідно до поставленого перед нами досліджуваного питання;

тематичне моделювання (Topic Modeling) – метод виявлення прихованих тематичних структур та ключових понять в об'ємних текстових даних (анотаціях, ключових словах наукових робіт) – задіяний нами для формулювання основних, взаємопов'язаних дослідницьких тем та визначення ключових аспектів, що характеризують кожну тему (тематичний розділ – кластер) окремо за для оптимізації розуміння її змістовного наповнення;

SWOT-аналіз (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) – метод синтезу та групування інформації, отриманої за результатами попередніх досліджень – застосований нами для комплексної оцінки сучасних тенденцій дослідження питання виникнення та розвитку оксидативного стресу у юних спортсменів, в тому числі у тих, хто спеціалізується у плаванні.

метод систематизації даних – всеохоплюючий аналітичний метод – включений нами на всіх етапах дослідження для впорядкування, класифікації та узагальнення отриманої інформації за проблемним питанням нашого дослідження.

#### Основна частина.

Бібліометричний аналіз даних наукометричної бази Scopus через її пошукову систему із групуванням ключових слів за тематикою нашого дослідження «оксидативний стрес-юний спортсмен» та задіянням фільтру для обмеження отриманої вибірки за видом спорту «плавання» і виключенням робіт із організації досліджень на тваринах, виявив 16 релевантних робіт (табл.).

Представлені роботи охоплюють широкий спектр тем в контексті дослідження розвитку оксидативного стресу у юних спортсменів, включаючи фізіологічні механізми адаптації організму людини до впливу фізичних навантажень спортивного характеру; особливості планування та підбору навантажень для осіб з інвалідністю; аспекти спортивного травматизму; сучасний погляд на специфіку харчування та дієтологічні стратегії у практиці спорту; актуалізація питання складу тіла та здоров'я кісткового компоненту опорно-рухового апарату; поняття бронхоконстрикції – патологічного стану, спричиненого дією неадекватного фізичного навантаження. Переважна більшість досліджень виконана на юних спортсменах (підлітках, дітях), що відповідає тематичній проекції нашого дослідження.

Методологічну основу представлених робіт переважно складають систематичний огляд та мета-аналіз (Sañudo et al. [21]; Miguel-Ortega et al. [14]; Dutra Lima et al. [13]; Varamenti et al. [10]), що свідчить про спроби узагальнити наявні знання та виявити відповідні закономірності проблемного поля сучасності. Присутні також оригінальні дослідження (Kabasakalis et al. [11]; Theocharidis et al. [15]; Belviranli et al. [12]; Seabra et al. [17]; Agostinete et al. [18]; Philippou et al. [16]; Zagatto et al. [19]; Saritas et al. [24]; Lyszcza et al. [20]), які спираються на рандомізовані результати спеціально організованих експериментів.

Значна частина робіт включає результати проведення досліджень зі спортсменами, які спеціалізуються у плаванні (Dutra Lima et al. [13]; Kabasakalis et al. [11]; Theocharidis et al. [15]; Belviranli et al. [12]; Seabra et al. [17]; Agostinete et al. [18]; Philippou et al. [16]; Saritas et al., [24]; Lyszcza et al. [20]), що дозволяє більш широко розглянути фізіологічні аспекти да-

ного виду спорту та акцентувати увагу на ризик-факторах специфічності умов здійснення спортивної діяльності.

Деякі дослідження безпосередньо представляють результати вивчення взаємозв'язку між характером фізичних навантажень та маркерами оксидативного стресу (Varamenti et al. [10]; Kabasakalis et al. [11]; Belviranli et al. [12]), а також розглядають вплив оксидативного стресу на стан кісткової тканини та активність метаболістичних процесів організму спортсменів (Theocharidis et al. [15]; Seabra et al. [17]; Agostinete et al. [18]).

Отримані дані дозволили нам перейти до тематичного моделювання – аналізу змісту анотацій та ключових слів виокремлених нами 16 наукових публікацій наукометричної бази даних Scopus за для розкриття специфіки сучасних тенденцій дослідження розвитку оксидативного стресу у спортсменів. У ході аналітичної роботи з даним методом, наукові публікації відповідно до специфіки змісту їх досліджень, були розділені на чотири тематичних розділи – кластери.

ПЕРШИЙ КЛАСТЕР: «Механізм фізіологічної адаптації, оксидативний стрес та його біомаркери в організмі спортсменів» включає дослідження впливу різноспрямованих фізичних навантажень на організм спортсмена через призму розвитку та поширення оксидативного стресу і важливості його вчасної діагностики шляхом надійних засобів – комплексних моделей композицій відповідних біохімічних маркерів. Тематичний фокус:

- редокс-гомеостаз – дослідження балансу між прооксидантними та антиоксидантними системами – вивчення взаємозв'язку тренувальних навантажень (до прикладу, інтервальні тренування швидко-силового спрямування) та динаміки змін цифрових значень маркерів оксидативного стресу (до прикладу карбоніли білку (PC), тіобарбітурової кислоти (TBARS) та глутатіону (GSH));

- метаболічні та гормональні відповіді – дослідження динаміки метаболічних показників (до прикладу, лактату, глюкози) та гормональних профілів (до прикладу інсуліну, глюкагону, кортизолу) у відповідь на дію інтенсивних фізичних навантажень;

- антиоксидантна ємність – дослідження власних та набутих антиоксидантних механізмів захисту організму, шляхом визначення ферментної активності (до прикладу за показниками супероксиддисмутази (SOD), антиоксидантної ємності (TAC), рівня мікроелементів (Zn, Cu, Se)).

Методи порівняльного аналізу даних для першого тематичного кластеру обґрунтували контрольні експериментальні дослідження на основі забору крові у різні проміжки часу (до тренування, після тренування, під час відновлення) і кількісної оцінки біохімічних параметрів розвитку оксидативного стресу. Дослідження переважно включали роботу з контингентом юних спортсменів та спортсменів високого класу, що спеціалізуються у видах спорту на витривалість.

Майбутні дослідження за змістом даного тематичного кластеру, дають можливість глибше вивчити довгостроковий вплив систематичних тренувань на роботу окремих органів і систем організму, індивідуальну варіабельність біохімічних реакцій та потенці-

Таблиця – Порівняльна таблиця релевантності робіт виокремлених з наукометричної бази Scopus за тематикою дослідження

| №  | Автор(и)<br>(перший/<br>основний) | Назва роботи                                                                                                                                                                  | Рік<br>ро-<br>бо-<br>ти | Актуальне посилання<br>(URL на джерело)                                                                     | Кількість<br>цитувань<br>(дані<br>з бази<br>Scopus) | Релеван-<br>ність до теми<br>нашого до-<br>слідження | Фокус за релевантністю                                                                                                                             |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Varamenti, E. et al. [10]         | Redox Homeostasis and Inflammation Responses to Training in Adolescent Athletes: a Systematic Review and Meta-analysis                                                        | 2020                    | <a href="https://doi.org/10.1186/s40798-020-00262-x">https://doi.org/10.1186/s40798-020-00262-x</a>         | 24                                                  | Висока                                               | Прямо досліджує оксидативний стрес та запалення у підлітків-спортсменів за результатами систематичного огляду.                                     |
| 2  | Kabasakalis, A. et al. [11]       | Response of blood biomarkers to sprint interval swimming                                                                                                                      | 2020                    | <a href="https://doi.org/10.1123/ijsspp.2019-0747">https://doi.org/10.1123/ijsspp.2019-0747</a>             | 16                                                  | Висока                                               | Досліджує біохімічні маркери (включаючи пов'язані з оксидативним стресом) у підлітків-плавців після тренування на коротких дистанціях.             |
| 3  | Belviranli, M. et al. [12]        | The association between irisin levels, element distribution and oxidative stress markers in adolescent swimmers                                                               | 2018                    | <a href="https://doi.org/10.1515/hmbci-2018-0006">https://doi.org/10.1515/hmbci-2018-0006</a>               | 2                                                   | Висока                                               | Безпосередньо вивчає оксидативний стрес та антиоксидантну активність у підлітків-плавців.                                                          |
| 4  | Dutra Lima, M.J. et al [13].      | The prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in non-asthmatic swimmers: a systematic review and meta-analysis                                                       | 2024                    | <a href="http://dx.doi.org/10.4025/jphyseduc.v35i1.3525">http://dx.doi.org/10.4025/jphyseduc.v35i1.3525</a> | 0                                                   | Середня                                              | Стосується спортсменів-плавців та фізіологічних реакцій їх організму на навантаження, проте не вивчає оксидативний стрес напряму.                  |
| 5  | Miguel-Ortega, Á. et al. [14]     | Endurance in Long-Distance Swimming and the Use of Nutritional Aids                                                                                                           | 2024                    | <a href="https://doi.org/10.3390/nu16223949">https://doi.org/10.3390/nu16223949</a>                         | 1                                                   | Середня                                              | Розглядає специфіку фізіології харчування плавців, з проєкцією на оксидативний стрес.                                                              |
| 6  | Theocha-ridis, A. et al. [15]     | Effects of post exercise protein supplementation on markers of bone turnover in adolescent swimmers                                                                           | 2020                    | <a href="https://doi.org/10.1186/s12970-020-00350-z">https://doi.org/10.1186/s12970-020-00350-z</a>         | 12                                                  | Середня                                              | Досліджує вплив харчування на метаболізм кісткової тканини у юних спортсменів-плавців                                                              |
| 7  | Philippou, E. et al. [16]         | The impact of nutrition education on nutrition knowledge and adherence to the Mediterranean Diet in adolescent competitive swimmers                                           | 2017                    | <a href="https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.023">https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.023</a>       | 52                                                  | Середня                                              | Досліджує харчування юних плавців, як ключовий фактор антиоксидантного захисту, проте без прямого спрямування на оксидативний стрес.               |
| 8  | Seabra, A. et al. [17]            | Impact of Futsal and Swimming Participation on Bone Health in Young Athletes                                                                                                  | 2017                    | <a href="https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0092">https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0092</a>               | 5                                                   | Середня                                              | Порівнює вплив специфіки спортивного навантаження на стан кісткової тканини у юних спортсменів-плавців                                             |
| 9  | Agostinete, R.R. et al. [18]      | Bone tissue, blood lipids and inflammatory profiles in adolescent male athletes from sports contrasting in mechanical load                                                    | 2017                    | <a href="https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180357">https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180357</a>     | 11                                                  | Середня                                              | Порівнює плавців з іншими спортсменами, за профілем типового патологічного процесу запалення, що є дотичним до оксидативного стресу.               |
| 10 | Zagatto, A.M. et al. [19]         | Effects of low-level laser therapy on performance, inflammatory markers, and muscle damage in young water polo athletes: a double-blind, randomized, placebo-controlled study | 2016                    | <a href="https://doi.org/10.1007/s10103-016-1875-1">https://doi.org/10.1007/s10103-016-1875-1</a>           | 26                                                  | Середня                                              | Досліджує маркери запалення та пошкодження м'язів у молодих спортсменів-плавців, що пов'язано з розвитком фізіологічного стресу.                   |
| 11 | Lyszczarz, R. et al. [20]         | Evaluation of saliva antioxidant activity for determining the state of dentition and oral hygiene in a group of young athletes                                                | 2002                    | <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17474597/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17474597/</a>           | 5                                                   | Середня                                              | Досліджує антиоксидантну активність організму юних плавців, але через контекст гігієни ротової порожнини та маркерів оксидативного стресу у слині. |
| 12 | Sañudo, B. et al. [21]            | Physical and Psychosocial Benefits of Sports Participation Among Children and Adolescents with Chronic Diseases: A Systematic Review                                          | 2024                    | <a href="https://doi.org/10.1186/s40798-024-00722-8">https://doi.org/10.1186/s40798-024-00722-8</a>         | 3                                                   | Низька                                               | Вивчає вплив фізичних навантажень спортивного характеру на дітей та підлітків з інвалідністю.                                                      |
| 13 | Vleck, V. et al. [22]             | The impact of triathlon training and racing on Athletes' General Health                                                                                                       | 2014                    | <a href="https://doi.org/10.1007/s40279-014-0244-0">https://doi.org/10.1007/s40279-014-0244-0</a>           | 39                                                  | Низька                                               | Представляє специфіку стану здоров'я спортсменів, які спеціалізуються в триатлоні з проєкцією на оксидативний стрес.                               |

|    |                                |                                                                                            |      |                                                                                                         |    |        |                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | Zwier-zchowska, A. et al. [23] | Determinants of the prevalence and location of musculoskeletal pain in elite Para athletes | 2022 | <a href="https://doi.org/10.1097/md.00000000000031268">https://doi.org/10.1097/md.00000000000031268</a> | 8  | Низька | Фокусує дослідження на больовому синдром у спортсменів з інвалідністю, як наслідок оксидативного стресу                                         |
| 15 | Saritas, N. et al. [24]        | Effect of different levels of royal jelly on biochemical parameters of swimmers            | 2011 | <a href="http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.1862">http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.1862</a>                 | 19 | Низька | Досліджує вплив маточного молочка на біохімічні показники організму плавців і профілактику оксидативного стресу.                                |
| 16 | Dickinson, J. et al. [25]      | Nonpharmacologic Strategies to Manage Exercise-Induced Bronchoconstriction                 | 2018 | <a href="https://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.012">https://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.012</a>       | 9  | Низька | Демонструє результати загального огляду немедикаментозних стратегій лікування бронхоконстрикції як наслідку оксидативного стресу у спортсменів. |

ал цілеспрямованих стратегій відновлення організму після фізичних навантажень, оптимізації механізмів фізіологічної адаптації та мінімізації процесу дезадаптації.

**ДРУГИЙ КЛАСТЕР:** «Спортивні навантаження при встановлених патологіях та менеджмент спортивних травм» висвітлює терапевтичний та профілактичний ефект фізичних навантажень та розглядає критичні питання частоти спортивних травм та їх супроводу. Тематичний фокус:

- адаптивний спорт – дослідження включають результати систематичних оглядів щодо оцінки фізичних, психологічних та соціальних переваг фізичних навантажень спортивного характеру для дітей та підлітків з інвалідністю, включаючи ризик розвитку оксидативного стресу;

- опорно-руховий апарат, больовий синдром та інвалідність – дослідження спрямовані на виявлення специфіки ураження опорно-рухового апарату та розвиток больового синдрому; особливості прояву спортивного травматизму, в тому числі серед спортсменів з інвалідністю; розвиток запалення в окремих структурах опорно-рухового апарату, як можливий наслідок виникнення оксидативного стресу;

- загальний рівень здоров'я спортсменів – дослідження спрямовані на виявлення ширших наслідків впливу фізичних навантажень спортивного характеру на здоров'я спортсменів включаючи оцінку показників раптової смерті та захисту організму від патогенів під час періодів інтенсивних тренувань, в тому числі впливу ризик-фактору оксидативного стресу.

В даному кластері методологічну основу складають систематичні огляди та мета-аналізи. Дослідження насамперед орієнтовані на дітей та підлітків з інвалідністю, паралімпіців і спортсменів високого класу, які спеціалізуються у складних комбінованих видах спорту.

Майбутні дослідження можуть бути зосереджені на розробці індивідуалізованих програм терапії при конкретних хронічних ураженнях, виявлення чітких керівних принципів щодо профілактики травм та реабілітації спортсменів з інвалідністю, в тому числі ризику виникнення і розвитку оксидативного стресу.

**ТРЕТІЙ КЛАСТЕР:** «Харчові стратегії, склад тіла та стан кісткової тканини юних спортсменів» включає дослідження ролі харчування та його впливу на склад тіла, формування кісткової маси протягом періоду росту і розвитку організму юних спортсменів, які спеціалізуються у водних видах спорту, спортивних іграх та єдиноборствах. Тематичний фокус:

- специфіка харчування у видах спорту на витривалість – дослідження розглядають специфічні енер-

гетичні, фізіологічні потреби плавців-стаєрів, зосереджуючись на оптимальному складі тіла, потребах у поживних речовинах під час змагань та ефективності використання ергогенних добавок;

- обмін речовин у кістковій тканині та розвиток кісткового компоненту опорно-рухового апарату – дослідження вивчають вплив фізичних навантажень (на прикладі таких видів спорту, як плавання, спортивні ігри, єдиноборства) на рівень споживання білку після тренувань та маркери обміну речовин у кістковій тканині, мінеральну щільність кісток та мінеральний вміст кісток у юних спортсменів;

- питання дієти та специфіки нутрієнтної підтримки – дослідження оцінюють ефективність вивчення специфіки харчування та формування системи знань щодо його оптимізації через розробку дієтичних програм з урахуванням виду спортивної діяльності, віку та статі;

- використання ергогенних засобів – дослідження спрямовані на оцінку впливу специфічних дієтичних добавок та фармакологічних препаратів на біохімічні процеси організму спортсменів, в тому числі і тих, хто спеціалізується у плаванні.

Методологічну основу даного кластеру в більшості представляють результати систематичного огляду щодо узагальнення наявних знань про харчові потреби в окремих видах спорту. Експериментальні дослідження, використовуються саме для оцінки впливу ергогенних засобів на окремі процеси організму спортсменів.

Подальші дослідження в межах даного тематичного кластеру необхідні для розробки практичних рекомендацій щодо специфіки харчування спортсменів різних вікових груп та спеціалізацій, для розуміння ефективності довгострокового використання різних дієтичних програм та особливостей впливу ергогенних засобів на підвищення роботоздатності і оптимізацію стану здоров'я спортсменів, особливо дітей та підлітків.

**ЧЕТВЕРТИЙ КЛАСТЕР:** «Бронхоконстрикція, запалення та ураження м'язів у спортсменів-плавців» розкриває проблематику «респіраторного здоров'я» та розробки і впровадження програм відновлення організму спортсменів, які тренуються в специфічних умовах штучного водного середовища. Тематичний фокус:

- бронхоконстрикція, спричинена фізичним навантаженням – дослідження кількісно оцінюють поширеність бронхоконстрикції серед спортсменів-плавців, які не мали в анамнезі випадків бронхоспазму або астми;

- запальні реакції та пошкодження м'язів – дослідження розкривають специфіку виявлення маркерів запалення (наприклад, інтерлейкіни, фактор некрозу пухлини-альфа) та показників пошкодження м'язів (наприклад, креатинкіназа, лактатдегідрогеназа) після інтенсивних фізичних навантажень, з подальшим визначенням ефективності терапевтичних втручань, таких як низькоінтенсивна лазерна терапія;

- програми відновлення – дослідження торкаються стратегій зменшення вираженості фізіологічного стресу як наслідку дії тренувальних навантажень та всебічного сприяння відновленню організму, включаючи потенційні переваги специфічних терапевтичних засобів.

Методологічною основою даного тематичного кластеру виступають систематичний огляд та мета-аналіз, першочергово у питанні вивчення поширеності бронхоконстрикції та управління даним явищем. Рандомізовані, плацебо-контрольовані дослідження використовувались для оцінки ефективності терапевтичних втручань, зокрема низькоінтенсивної лазерної терапії у випадках виявлення та усунення бронхоконстрикції у спортсменів. Основний контингент досліджень в межах даного кластеру складають здорові спортсмени, які спеціалізуються у водних видах спорту.

За даним тематичним кластером дослідження повинні бути продовжені у напрямі розробки більш точних діагностичних інструментів бронхоконстрикції, вивчення персоналізованих немедикаментозних стратегій управління медичним контролем даного явища, розуміння унікальних фізіологічних потреб та факторів навколишнього середовища (наприклад, вплив хлору) у водних видах спорту, також ризиком виникнення оксидативного стресу.

Останній етап наших досліджень включив проведення SWOT-аналізу змісту чотирьох тематичних кластерів за для встановлення ключових аспектів сучасних тенденцій дослідження за нашим питанням, їх переваг, викликів, потенційних напрямків розвитку та існуючих перешкод.

Кластер «Процес фізіологічної адаптації, оксидативний стрес та біомаркери організму спортсменів» визначає собою потужний дослідницький напрям розуміння біохімічних процесів організму спортсмена у відповідь на формування оксидативного стресу. Сильні сторони полягають у детальному огляді механізмів оксидативного стресу на прикладі редокс-гомеостазу, підкріпленому використанням об'єктивних біомаркерів (PC, TBARS, GSH, гормони, метаболіти). Чітка методологічна база контрольованих експериментів забезпечує високу якість даних, а фокус на юних спортсменів підкреслює актуальність розробки практичних рекомендацій.

Слабкі сторони кластера включають складність інтерпретації індивідуальної варіабельності біохімічних реакцій; обмеженість включення «повного спектру» маркерів, що в свою чергу створює неповноцінність відображення всіх аспектів процесу адаптації спортсмена до фізичних навантажень; потреба в довгострокових дослідженнях, оскільки поточний акцент сьогодення робиться переважно на вивченні гострих, короткочасних реакцій організму.

Можливості кластера значущі і включають розробку індивідуалізованих тренувальних програм і

стратегій відновлення організму після фізичних навантажень на основі біохімічних профілів, інтеграції з дієтологічними моделями для оптимізації процесу адаптації.

Серед ризиків здійснення досліджень в межах даного тематичного кластеру варто виділити етичні обмеження при роботі з юними спортсменами, високі фінансові витрати на біохімічні аналізи та складність контролю всіх змінних показників в умовах реальних тренувального процесу.

Кластер «Спортивні навантаження при хронічних захворюваннях та менеджмент спортивних травм» відзначається високою соціальною значущістю завдяки акценту на адаптивний спорт серед дітей та підлітків з інвалідністю, сприяючи їхній інклюзії та покращенню якості життя. Сильними сторонами також є вивчення специфіки травматизму та комплексного підходу до здоров'я спортсменів, включаючи рідкісні, але важливі ризики, як фактор раптової смерті у спорті.

Слабкі сторони кластеру включають обмеженість прямих експериментальних даних, що може призводити до недостатнього розуміння механізмів ураження організму спортсмена та виникнення конкретної патології, в тому числі і розвиток оксидативного стресу; варіабельність категорій «хронічних захворювань» ускладнює узагальнення висновків; хоча оксидативний стрес згадується як «ризик-фактор», його прямий вплив на травматизм або загальний стан здоров'я спортсменів не має потенційних можливостей широкого вивчення в межах даного кластеру.

Можливості включають розробку індивідуалізованих програм тренувань та реабілітації для різних груп спортсменів з інвалідністю, посилення міждисциплінарної співпраці та впровадження результатів у сферу охорони здоров'я. Також є потенціал для вивчення біомаркерів травм, пов'язаних із запаленням та оксидативним стресом.

Загрозами є недостатнє фінансування адаптивного спорту, обмежена вибірка учасників для досліджень та складність етичних і безпекових міркувань при роботі з особливим контингентом спортсменів.

Кластер «Харчові стратегії, склад тіла та здоров'я кісток у юних спортсменів» демонструє розуміння критичної ролі харчування у розвитку юних спортсменів. Його сильні сторони полягають у фокусі на критичному віці формування кісткової маси та фізіологічного розвитку організму. Актуальність для різних видів спорту (плавання, спортивні ігри, єдиноборства) дозволяє порівняти вплив різного механічного навантаження. Комплексне вивчення енергетичних потреб, складу тіла, кісткового обміну та використання ергогенних засобів забезпечує цілісний підхід, а практична значущість результатів є високою для розробки практичних рекомендацій.

Слабкими сторонами є складність оцінки довгострокового впливу через обмежену тривалість досліджень та варіабельність ергогенних добавок, що ускладнює узагальнення результатів дослідження та їх об'єктивізацію. Недостатня увага до психологічного аспекту харчування та харчової поведінки також є прогалиною.

Можливості цього кластера включають розробку деталізованих, рекомендацій щодо взаємозв'язку харчування та оксидативного стресу для оптимізації

антиоксидантного захисту, а також моніторинг біохімічних маркерів для об'єктивної оцінки ефективності терапевтичних втручань.

Загрозами є поширення «модних» дієт та неогрунтованих добавок, тиск батьків/тренерів щодо харчування та недостатня освіченість усіх зацікавлених сторін щодо принципів здорового харчування.

Кластер «Бронхоконстрикція, спричинена фізичним навантаженням, запалення та ураженням м'язів у спортсменів-плавців» вирізняється високою специфічністю для водних видів спорту, звертаючи увагу на унікальні виклики, пов'язані з хлором та водним середовищем. Його сильні сторони полягають в охопленні важливих проблем здоров'я (bronхоконстрикція, запалення, пошкодження м'язів), застосуванні сучасних терапевтичних методів та комбінації методологій (систематичні огляди та рандомізовані контрольовані дослідження).

Серед слабких сторін – складність діагностики бронхоконстрикції та її стандартизації, а також можливі обмеження апробованих терапевтичних засобів в окремих випадках. Важливо, що хоча оксидативний стрес згадується як «визначальний ризик-фактор», його прямий механізм та модуляція в контексті бронхоконстрикції та пошкодження м'язів можуть потребувати подальшого, більш глибокого вивчення саме в цьому кластері.

Можливості включають розробку персоналізованих стратегій менеджменту при бронхоконстрикції, оптимізацію відновлювальних протоколів з урахуванням специфіки виду спорту, вивчення впливу хлору на стан респіраторної системи організму та впровадження результатів у медичний супровід спортсменів.

Загрозами є недостатнє усвідомлення проблематики бронхоконстрикції та її симптомів, поширення недостовірної інформації щодо методів лікування та високі вимоги до досліджень з великою вибіркою та контролем змінних показників.

#### Висновки.

Наші дослідження чітко показують глибокий взаємозв'язок між фізіологічними процесами, стратегіями медичного контролю та специфічними аспектами харчування у контексті розвитку оксидативного стресу у юних спортсменів. Ця концептуальна рамка відображає як поточне наукове розуміння, так і актуальні виклики, що стоять перед дослідниками сучасності. Послідовний акцент на таких цільових групах, як «спортсмени», «плавці» та «підлітки» у всіх вивчених тематичних кластерах, підкреслює, що ці групи мають спільні, унікальні потреби, що вимагає застосування виключно інтегрованого, цілісного підходу.

Незважаючи на те, що глибокі знання та розроблені ефективні стратегії втручань становлять міцний фундамент для спортивної науки, дослідницька спільнота визнає наявність значних складнощів. Ці

складнощі виникають через індивідуальну варіабельність фізіологічних реакцій та адаптацій, унікальні особливості розвитку молодих людей на різних етапах їхнього становлення, а також через нагальну потребу суворого дотримання етичних принципів як у процесі проведення наукових досліджень, так і в їхній подальшій практичній реалізації.

#### Перспективи подальших досліджень.

Грунтуючись на отриманих нами висновках та враховуючи перспективні тенденції у світовій науковій літературі, майбутні дослідження у цій сфері мають надавати пріоритет кільком ключовим напрямкам:

Наші подальші дослідження повинні бути спрямовані на розробку високоіндивідуалізованих програм тренувань, харчування та відновлення, що враховуватимуть унікальні особливості кожного спортсмена. Це включає глибоке вивчення того, як саме біомаркери та передові методи фізіологічного моніторингу можуть ефективно скеровувати розробку таких адаптивних програм. Кінцева мета полягає в оптимізації роботоздатності та загального стану здоров'я, а також у мінімізації ризиків, пов'язаних із перетренованістю та перенапруженням.

З огляду на особливий фокус на юних спортсменах, довгострокові лонгітюдні дослідження набувають критичного значення. Ці дослідження мають систематично відстежувати тривалий та накопичувальний вплив інтенсивних тренувальних навантажень, специфічних дієтичних стратегій та різноманітних терапевтичних втручань на ключові показники: загальний ріст організму, здоров'я опорно-рухового апарату (включаючи кісткову систему) та загальне благополуччя спортсменів аж до їхнього дорослого віку.

Для ефективного управління такими станами, як бронхоконстрикція, спричинена фізичним навантаженням (EIB), майбутні дослідження повинні зосередитися на розробці більш екологічно достовірних діагностичних методів. Ці методи мають максимально точно відтворювати специфічне спортивне середовище, зокрема умови водних видів спорту, які мають свої унікальні виклики. Також виправдані дослідження нових немедикаментозних втручань для лікування та профілактики EIB та інших респіраторних проблем.

Надзвичайно важливо сприяти тіснішій та системній співпраці між фахівцями з різних галузей: фізіології спорту, спортивної медицини, нутріціології (харчування) та адаптивного спорту. Ця співпраця має на меті забезпечити ефективне перетворення теоретичних знань, отриманих у фундаментальних дослідженнях, у практичні уміння та навички, а також розробку конкретних, доказових рекомендацій та втручань, які принесуть реальну та відчутну користь усім категоріям спортсменів, незалежно від їхнього рівня підготовки чи наявності хронічних станів.

#### References / Література

1. Shakhlina L, Futorny S, Vladymyrov N, Maslova O, Chystyakova M, Chernikova O. Do pytannya pidhotovky yunikh sport-smeniv u suchasnomu sporti. Sport. medytsyna fiz. terapiya ta erhoterapiya. 2023;2:77-83. DOI: [10.32652/spmed.2023.2.77-83](https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.77-83). [in Ukrainian].
2. Shakhlina L, Futorni S, Sokha T, Maslova O, Chistyakova M, Chernyakova O, et al. Medical and biological fundamentals of young athletes' training. Slobozh. naukovy sport. visn. 2023;27(4):185-92. DOI: [10.15391/sns.v.2023-4.003](https://doi.org/10.15391/sns.v.2023-4.003).
3. Chernikova O, Osadcha O, Shmatova O, Barchuk M. Oksydatyvnyy stres–nehatyvnyy naslidok ekzohennoho vplyvu na orhanizm sport-smeniv. Sportyvna medytsyna, fizychna terapiya ta erhoterapiya. 2024;1:72-77. DOI: [10.32652/spmed.2024.1.72-77](https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.72-77). [in Ukrainian].
4. Avloniti A, Chatzinikolaou A, Deli CK, Vlachopoulos D, Gracia-Marco L, Leontini D, et al. Exercise-Induced Oxidative Stress Responses in the Pediatric Population. Antioxidants (Basel). 2017;6(1):6. DOI: [10.3390/antiox6010006](https://doi.org/10.3390/antiox6010006).

5. Osadcha O, Pavlova O. Ekologichna triada v sporti. Suchasnyy pohlyad. Sport. medytsyna fiz. terapiya ta erhoterapiya. 2021;1:31-34. DOI: [10.32652/spmed.2021.1.31-34](https://doi.org/10.32652/spmed.2021.1.31-34). [in Ukrainian].
6. Osadcha O, Borysova O, Futornyy S. Oksydantnyy stres u sporti. Sport. medytsyna fiz. terapiya ta erhoterapiya. 2023;2:19-22. DOI: [10.32652/spmed.2022.2.19-22](https://doi.org/10.32652/spmed.2022.2.19-22). [in Ukrainian].
7. Chernikova O, Osadcha O. Subyektivni oznaky proyavu oksydatyvnoho stresu u yunyk sport-smeniv, yaki spetsializuyutsya u plavanni. Sport. medytsyna fiz. terapiya ta erhoterapiya. 2024;2:39-45. DOI: [10.32782/spmed.2024.2.39-45](https://doi.org/10.32782/spmed.2024.2.39-45). [in Ukrainian].
8. Škrat S, Marčun R, Kern I, Šilar M, Šelb J, Fležar M, et al. Systemic and airway oxidative stress in competitive swimmers. Respir Med. 2018;137:129-33. DOI: [10.1016/j.rmed.2018.03.005](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.03.005).
9. Myatt L. Placental adaptive responses and fetal programming. J Physiol. 2006;572(1):25-30. DOI: [10.1113/jphysiol.2006.104968](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.104968).
10. Varamenti E, Tod D, Pullinger SA. Redox homeostasis and inflammation responses to training in adolescent athletes: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2020;6(1):34. DOI: [10.1186/s40798-020-00262-x](https://doi.org/10.1186/s40798-020-00262-x).
11. Kabasakalis A, Nikolaidis S, Tsalis G, Mougios V. Response of Blood Biomarkers to Sprint Interval Swimming. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2020;15(10):1442-1447. DOI: [10.1123/ijsp.2019-0747](https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0747).
12. Belviranli M, Okudan N, Karakuyu N. The association between irisin levels, element distribution and oxidative stress markers in adolescent swimmers. Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation. 2018;34(3):20180006. DOI: [10.1515/hmbci-2018-0006](https://doi.org/10.1515/hmbci-2018-0006).
13. Dutra Lima MJ, Dos Santos Vianna A, Costa JV, Paiva NS. The prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in non-asthmatic swimmers: a systematic review and meta-analysis. J Phys Ed. 2024;35(1):e-3525. DOI: [10.4025/jphyseduc.v35i1.3525](https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v35i1.3525).
14. Miguel-Ortega Á, Calleja-González J, Mielgo-Ayuso J. Endurance in Long-Distance Swimming and the Use of Nutritional Aids. Nutrients. 2024;16(22):3949. DOI: [10.3390/nu16223949](https://doi.org/10.3390/nu16223949).
15. Theodoridis A, McKinlay BJ, Vlachopoulos D, Josse AR, Falk B, Klenrou P. Effects of post exercise protein supplementation on markers of bone turnover in adolescent swimmers. J Int Soc Sports Nutr. 2020;17(1):20. DOI: [10.1186/s12970-020-00350-z](https://doi.org/10.1186/s12970-020-00350-z).
16. Philippou E, Middleton N, Pistos C, Andreou E, Petrou M. The impact of nutrition education on nutrition knowledge and adherence to the Mediterranean Diet in adolescent competitive swimmers. J Sci Med Sport. 2017;20(4):328-332. DOI: [10.1016/j.jsams.2016.08.023](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.023).
17. Seabra A, Fernandes RJ, Marques E, Moura M, Ubago-Guisado E, Hernando E, et al. Impact of Futsal and Swimming Participation on Bone Health in Young Athletes. J Hum Kinet. 2017;60:85-91. DOI: [10.1515/hukin-2017-0092](https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0092).
18. Agostinete RR, Duarte JP, Valente-Dos-Santos J, Coelho-E-Silva MJ, Tavares OM, Conde JM, et al. Bone tissue, blood lipids and inflammatory profiles in adolescent male athletes from sports contrasting in mechanical load. PLoS One. 2017;12(6):e0180357. DOI: [10.1371/journal.pone.0180357](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180357).
19. Zagatto AM, de Paula Ramos S, Nakamura FY, de Lira FS, Lopes-Martins RÁ, de Paiva Carvalho RL. Effects of low-level laser therapy on performance, inflammatory markers, and muscle damage in young water polo athletes: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. Lasers Med Sci. 2016;31(3):511-521. DOI: [10.1007/s10103-016-1875-1](https://doi.org/10.1007/s10103-016-1875-1).
20. Lyszczarz R, Stypułkowska J, Stepniowski M, Szot WM. Ocena aktywności antyoksydacyjnej śliny w odniesieniu do stanu uzębienia i higieny jamy ustnej w grupie młodych sportowców. Wiad Lek. 2002;55(1.2):768-772.
21. Sañudo B, Sánchez-Oliver AJ, Fernández-Gavira J, Gaser D, Stöcker N, Peralta M, et al. Physical and Psychosocial Benefits of Sports Participation Among Children and Adolescents with Chronic Diseases: A Systematic Review. Sports Med Open. 2024;10(1):54. DOI: [10.1186/s40798-024-00722-8](https://doi.org/10.1186/s40798-024-00722-8).
22. Vleck V, Millet GP, Alves FB. The impact of triathlon training and racing on athletes' general health. Sports Med. 2014;44(12):1659-1692. DOI: [10.1007/s40279-014-0244-0](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0244-0).
23. Zwierzchowska A, Gawel E, Rosolek B. Determinants of the prevalence and location of musculoskeletal pain in elite Para athletes. Medicine (Baltimore). 2022;101(42):e31268. DOI: [10.1097/MD.00000000000031268](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000031268).
24. Nazmi S, Kadir I, Serdar BY, Betuulmi C. Effect of different levels of royal jelly on biochemical parameters of swimmers. Afr J Biotechnol. 2011;10(52):10718-23. DOI: [10.5897/ajb11.1862](https://doi.org/10.5897/ajb11.1862).
25. Dickinson J, Amirav I, Hostrup M. Nonpharmacologic Strategies to Manage Exercise-Induced Bronchoconstriction. Immunol Allergy Clin North Am. 2018;38(2):245-258. DOI: [10.1016/j.iac.2018.01.012](https://doi.org/10.1016/j.iac.2018.01.012).

## ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕСУ У ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ-ПЛАВЦІВ: АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ МІЖНАРОДНИХ НАУКОМЕТРИЧНИХ БАЗ

Чернікова О. О., Осадча О. І.

**Резюме.** Сучасний юнацький спорт характеризується значним зростанням тренувальних навантажень, що висуває особливі вимоги до організму молодих спортсменів, які перебувають у процесі активного росту та розвитку. Незважаючи на зростаючу кількість досліджень, досі існують прогалини у розумінні та оцінці оксидативного стресу, розробці адаптивних антиоксидантних стратегій та достовірності біомаркерів, що є критично важливим для оптимізації тренувального процесу та збереження здоров'я.

Мета дослідження – проведення аналітичного аналізу даних міжнародних наукометричних баз (на прикладі бази Scopus) задля виявлення сучасних тенденцій дослідження питання розвитку оксидативного стресу у юних спортсменів-плавців.

Методи дослідження: бібліометричний аналіз даних, тематичне моделювання, SWOT-аналіз та метод систематизації даних.

Аналіз 16 релевантних публікацій у Scopus виявив чотири тематичні кластери. Перший кластер зосереджений на вивченні механізмів адаптації та специфіки розвитку оксидативного стресу, вивчаючи біомаркери та гормональні відповіді на навантаження, переважно у юних спортсменів. Другий кластер охоплює спортивні навантаження при хронічних захворюваннях та управління травмами, підкреслюючи соціальну значущість адаптивного спорту та специфіку травматизму. Третій кластер аналізує харчові стратегії, склад тіла та здоров'я кісток у юних спортсменів, розглядаючи енергетичні потреби та вплив дієт. Четвертий кластер присвячений бронхоконстрикції запаленню та ураженню м'язів у плавців, досліджуючи унікальні виклики водного середовища та методи відновлення.

Дослідження чітко показують взаємозв'язок фізіології, медичного контролю та харчування у контексті оксидативного стресу в юних спортсменів. Незважаючи на значну базу знань, існують складності, пов'язані з індивідуальною варіабельністю та етичними аспектами. Майбутні дослідження повинні бути зосереджені на персоналізованих підходах, довгострокових спостереженнях, удосконаленні діагностики та профілактики, а також на міждисциплінарній співпраці для впровадження наукових знань у практику.

**Ключові слова:** аналітичний аналіз, оксидативний стрес, юні спортсмени, плавання, тематичний розділ, кластер, маркер, опорно-руховий апарат, харчування, дослідження.

### RESEARCH TRENDS ON OXIDATIVE STRESS AT YOUNG SWIMMING ATHLETES: ANALYTICAL ANALYSIS OF DATA FROM INTERNATIONAL SCIENTOMETRIC BASES

Chernikova O. O., Osadcha O. I.

**Abstract.** Modern youth sports are characterized by a significant increase in training loads, which places special demands on the body of young athletes who are in the process of active growth and development. Despite the growing number of studies, there are still gaps in the understanding and assessment of oxidative stress, the development of adaptive antioxidant strategies and the reliability of biomarkers, which is critically important for optimizing the training process and maintaining health.

The aim of the study is to conduct an analytical analysis of data from international scientometric databases (using the Scopus database as an example) in order to identify current trends in research on the development of oxidative stress in young swimmers.

Research methods: bibliometric data analysis, thematic modeling, SWOT analysis and data systematization method.

An analysis of 16 relevant publications in Scopus revealed four thematic clusters. The first cluster focuses on the mechanisms of adaptation and the specifics of oxidative stress development, examining biomarkers and hormonal responses to stress, primarily in young athletes. The second cluster covers sports stress in chronic diseases and injury management, emphasizing the social significance of adaptive sports and the specifics of injury. The third cluster analyzes nutritional strategies, body composition and bone health in young athletes, considering energy needs and the impact of diets. The fourth cluster is dedicated to bronchoconstriction, inflammation and muscle damage in swimmers, exploring the unique challenges of the aquatic environment and recovery methods.

Research clearly shows the relationship between physiology, medical control and nutrition in the context of oxidative stress in young athletes. Despite the significant knowledge base, there are complexities associated with individual variability and ethical aspects. Future research should focus on personalized approaches, long-term follow-up, improved diagnostics and prevention, and interdisciplinary collaboration to translate scientific knowledge into practice.

**Key words:** analytical analysis, oxidative stress, young athletes, swimming, thematic section, cluster, marker, musculoskeletal system, nutrition, research.

#### ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Chernikova O. O.: <https://orcid.org/0000-0002-8441-8572><sup>ABCD</sup>

Osadcha O. I.: <https://orcid.org/0000-0001-5883-425X><sup>EF</sup>

#### Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

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

#### Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Chernikova Olga Oleksandrivna / Чернікова Ольга Олександрівна

National University of Ukraine on Physical Education and Sport / Національний університет фізичного виховання і спорту України

Ukraine, 03150, Kyiv, 1 Fizkultury str. / Адреса: Україна, 03150, м. Київ, вул. Фізкультури 1

Tel.: 0992708735 / Тел.: 0992708735

E-mail: [0205@ukr.net](mailto:0205@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 05.02.2025 / Стаття надійшла 05.02.2025 року*  
*Accepted 01.05.2025 / Стаття прийнята до друку 01.05.2025 року*