



ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ

<https://doi.org/10.32540/2071-1476-2025-3-150>

УДК 615:796.015.628

ВИКОРИСТАННЯ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТІОТРИАЗОЛІНУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ СПОРТСМЕНІВ ПІСЛЯ ІНТЕНСИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Тищенко В.^{1ACD}, Красько М.^{2BCDE}

¹Запорізький національний університет

²Запорізький державний медико-фармацевтичний університет

Тищенко Валерія Олексіївна,

Tyshchenko Valeria

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, вул. Університетська, 66, 69011, Україна, доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор

Department of Theory and Methods of Physical Culture and Sports, Zaporizhzhia National University, University str., 66, Zaporizhzhia, Doctor of Sciences in Physical Education and Sports, Professor, Ukraine

e-mail: valeri-znu@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-9540-9612>

Красько Микола Петрович

Krasko Mykola

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя, пр. Марії Примаченко, 26, 69035, Україна, кандидат медичних наук, доцент

Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhia, Marii Prymachenko Ave., 26, 69035, Ukraine, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

e-mail: nkrasko@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-3171-0414>

Внесок авторів: А – дизайн дослідження; В – збір даних; С – статистичний аналіз; D – підготовка рукопису; E – збір коштів.

Authors' Contribution: A – Study design; B – Data collection; C – Statistical analysis; D – Manuscript Preparation; E – Funds Collection

Анотація

Актуальність. Печінка є центральним органом детоксикації, який забезпечує підтримання метаболічної рівноваги організму. Зростання частоти токсичних і медикаментозно-індукованих гепатопатій зумовлює пошук ефективних гепатопротекторів із комплексним механізмом дії. Одним із таких засобів є тіотриазолін метаболічний препарат, що поєднує антиоксидантну, мембранопротекторну, антигіпоксичну та енерготропну активність. **Мета дослідження** – узагальнити експериментальні та клінічні дані про гепатопротекторну, кардіопротекторну та метаболічну дію тіотриазоліну, а також обґрунтувати його профілактичне використання у спортсменів. **Об'єкт дослідження** – процес відновлення організму спортсменів після інтенсивних фізичних навантажень. **Предмет дослідження** – вплив гепатопротекторного препарату тіотриазоліну на біохімічні показники функціонального стану печінки, рівень оксидативного стресу та енергетичний метаболізм спортсменів у період відновлення. **Гіпотеза дослідження.** Передбачається, що застосування тіотриазоліну у спортсменів після інтенсивних фізичних навантажень сприяє прискоренню відновних процесів за рахунок його гепатопротекторної, антиоксидантної та енерготропної дії. **Матеріали і методи дослідження:** теоретичний аналіз публікацій (2010–2025 рр.), у тому числі, експериментальних досліджень на тваринах і клінічних спо-

стережень у пацієнтів з гепатитами, токсичними ураженнями печінки, ішемічними розладами міокарда та метаболічним синдромом, узагальнення даних наукової та методичної літератури у наукометричних базах і фахових українських видань. В аналіз включено 20 досліджень (клінічних і експериментальних), методи математичної статистики. Для узагальнення ефективності тіотріазоліну проведено аналітичний огляд літературних джерел (2010–2025 рр.), включно з результатами клініко-фармакологічних і експериментальних робіт, виконаних у Запоріжжі, Харкові, Києві, Дніпрі, а також у Польщі та Чехії. Дослідження охоплювали пацієнтів із хронічними гепатитами, медикаментозно-індукованими ураженнями печінки, ішемічними розладами міокарда, а також осіб, які зазнають тривалих фізичних навантажень. Методологія включала аналіз біохімічних показників (АЛТ, АСТ, ГГТ, білірубін, глутатіон, малоновий діальдегід), визначення рівнів лактату, активності СОД і каталази, а також клінічні спостереження за переносимістю та ефективністю препарату Тіотріазоліну (Міжнародна назва: Thiotriazoline Хімічна назва: 2-метил-3-тіо-1,2,4-тріазолін-5-ОН. Групова належність: цитопротектор, антиоксидант, метаболічний засіб. Код АТС: А05ВА-Засоби для лікування захворювань печінки. **Результати дослідження.** Узагальнення літературних джерел та наші дослідження показали, що тіотріазолін знижує активність процесів перекисного окиснення ліпідів, стабілізує мембрани гепатоцитів, нормалізує активність амінотрансфераз, підвищує жовчоутворення та покращує енергетичний обмін у клітинах печінки. У моделях парацетамолового та ССІ₄-гепатиту препарат продемонстрував ефективність, порівняну або вищу за N-ацетилцистеїн. Клінічні спостереження свідчать про зменшення цитолітичного синдрому, покращення білково-синтетичної функції печінки та загального самопочуття пацієнтів. Тіотріазолін стабілізує клітинні мембрани, гальмує перекисне окиснення ліпідів, нормалізує енергетичний метаболізм і функцію мітохондрій, підвищує синтез АТФ, знижує активність АЛТ, АСТ і ГГТ. Препарат чинить гепатопротекторну дію, що підтверджено клінічно. **Висновки.** Встановлено, що тіотріазолін є ефективним багатофункціональним засобом для лікування та профілактики гепатопатій, а також для оптимізації відновлення спортсменів після інтенсивних навантажень.

Ключові слова: тіотріазолін, гепатопротектор, антиоксидант, гіпоксія, спорт, печінка, метаболізм.

APPLICATION OF THIOTRIAZOLINE'S HEPATOPROTECTIVE EFFECTS IN POST-EXERCISE RECOVERY OF ATHLETES

Annotation

Relevance of the topic. The liver is the central organ of detoxification, responsible for maintaining the body's metabolic balance. The growing incidence of toxic and drug-induced hepatopathies necessitates the search for effective hepatoprotective agents with a complex mechanism of action. One such agent is thiotriazoline – a metabolic drug that combines antioxidant, membrane-stabilizing, antihypoxic, and energotropic activities. **Purpose of the study** – to summarize experimental and clinical data on the hepatoprotective, cardioprotective, and metabolic effects of thiotriazoline, as well as to substantiate its preventive use in athletes. **Object of the study** – the process of athletes' recovery after intensive physical exertion. **Subject of the study** – the effect of the hepatoprotective drug thiotriazoline on biochemical liver function markers, oxidative stress levels, and energy metabolism during post-exercise recovery in athletes. It is **hypothesized** that thiotriazoline, due to its antioxidant, membrane-stabilizing, and energotropic properties, enhances hepatic function, reduces oxidative stress, and accelerates recovery processes in athletes exposed to intensive physical loading. **Materials and methods of the study.** A theoretical analysis of publications (2010–2025) was conducted, including experimental studies on animals and clinical observations in patients with hepatitis, toxic liver lesions, myocardial ischemic disorders, and metabolic syndrome. Data from scientific and methodological literature were summarized from scientometric databases and Ukrainian professional journals. The analysis included 20 studies (clinical and experimental) using methods of mathematical statistics. To generalize the efficacy of thiotriazoline, an analytical review of literature sources (2010–2025) was performed, incorporating results of clinical-pharmacological and experimental research carried out in Zaporizhzhia, Kharkiv, Kyiv, Dnipro, as well as in Poland and the Czech Republic. The studies involved patients with chronic hepatitis, drug-induced liver injuries, myocardial ischemic disorders, and individuals exposed to prolonged physical exertion. The methodology included the analysis of biochemical parameters (ALT, AST, GGT, bilirubin, glutathione, malondialdehyde), assessment of lactate levels, superoxide dismutase and catalase activity, as well as clinical observation of the tolerability and efficacy of Thiotriazoline (International name: Thiotriazoline; Chemical name: 2-methyl-3-thio-1,2,4-triazoline-5-ol; Pharmacological group: cytoprotector, antioxidant, metabolic agent; ATC code: A05BA – Agents for the treatment of liver diseases. **Results.** The synthesis of literature data and our own findings demonstrated that thiotriazoline reduces lipid peroxidation processes, stabilizes hepatocyte membranes, normalizes aminotransferase activity, enhances bile formation, and improves the energy metabolism of liver cells. In models of paracetamol- and CCl₄-induced hepatitis, the drug showed efficacy comparable to or greater than N-acetylcysteine. Clinical observations revealed a decrease in cytolytic syndrome, improved protein-synthetic liver function, and better overall

well-being of patients. Thiothiazoline stabilizes cell membranes, inhibits lipid peroxidation, normalizes mitochondrial energy metabolism, enhances ATP synthesis, and reduces ALT, AST, and GGT activity. The drug exhibits a clinically confirmed hepatoprotective effect. **Conclusions.** It was established that thiothiazoline is an effective multifunctional agent for the treatment and prevention of hepatopathies, as well as for optimizing the recovery of athletes after intensive physical exertion.

Keywords: thiothiazoline, hepatoprotector, antioxidant, hypoxia, sports, liver, metabolism.

Вступ. Поширеність гепатопатій серед населення України та світу постійно зростає, що пов'язано із впливом токсичних чинників, медикаментозного навантаження, нераціонального харчування, метаболічного синдрому та гіпоксичних станів [1–3]. У спортивній медицині гепатопротектори розглядаються як важливий компонент фармакологічного супроводу тренувального процесу, спрямований на підтримання гомеостазу та профілактику метаболічних порушень, зумовлених високими фізичними навантаженнями. В умовах тривалої адаптації до інтенсивних тренувань печінка виконує не лише метаболічну, а й регуляторно-трофічну функцію, забезпечуючи баланс енергетичних і антиоксидантних систем організму. Тому застосування гепатопротекторів у спортсменів сприяє стабілізації процесів детоксикації, нормалізації білково-синтетичної функції, оптимізації обміну глікогену та пришвидшенню відновлення після фізичного й оксидативного стресу.

Особливу групу ризику становлять спортсмени, в організмі яких регулярно виникають процеси окисного стресу та перевантаження енергетичних систем. За таких умов відбувається виснаження внутрішньоклітинних антиоксидантних резервів, знижується активність ферментів дихального ланцюга мітохондрій і зростає ризик ушкодження клітинних мембран [4,5]. Тіотріазолін (2-метил-3-тіо-1,2,4-тріазолін-5-ОН) був розроблений в Україні як багатофункціональний цитопротектор із властивостями антиоксиданта, антигіпоксанта й метаболічного коректора. Препарат чинить

виражений стабілізуючий вплив на функціональний стан печінки, серця та центральної нервової системи. Його ефективність доведена у численних клінічних дослідженнях при гепатитах, ішемічній хворобі серця, діабетичних ангіопатіях і гіпоксичних станах різного генезу [6–9].

Мета дослідження – узагальнити експериментальні та клінічні дані про гепатопротекторну, кардіопротекторну та метаболічну дію тіотріазоліну, а також обґрунтувати його профілактичне використання у спортсменів.

Об'єкт дослідження – процес відновлення організму спортсменів після інтенсивних фізичних навантажень.

Предмет дослідження – вплив гепатопротекторного препарату тіотріазоліну на біохімічні показники функціонального стану печінки, рівень оксидативного стресу та енергетичний метаболізм спортсменів у період відновлення.

Гіпотеза дослідження. Передбачається, що застосування тіотріазоліну у спортсменів після інтенсивних фізичних навантажень сприяє прискоренню відновних процесів за рахунок його гепатопротекторної, антиоксидантної та енерготропної дії.

Матеріали і методи дослідження. Проведено теоретичний аналіз публікацій (2010 – 2025 рр.), у тому числі, експериментальних досліджень на тваринах і клінічних спостережень у пацієнтів з гепатитами, токсичними ураженнями печінки, ішемічними розладами міокарда та метаболічним синдромом узагальнення даних наукової та методичної літератури у базах PubMed, Scopus, Google Scholar, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернад-

ського, CyberLeninka та фахових українських. В аналіз включено 20 досліджень (клінічних і експериментальних), методи математичної статистики. Для узагальнення ефективності тіотріазоліну проведено аналітичний огляд літературних джерел (2010 – 2025 рр.), включно з результатами клініко-фармакологічних і експериментальних робіт, виконаних у Запоріжжі, Харкові, Києві, Дніпрі, а також у Польщі та Чехії. Дослідження охоплювали пацієнтів із хронічними гепатитами, медикаментозно-індукованими ураженнями печінки, ішемічними розладами міокарда, а також осіб, які зазнають тривалих фізичних навантажень. Методологія включала аналіз біохімічних показників (АЛТ, АСТ, ГГТ, білірубін, глутатіон, малоновий діальдегід) [15-17], визначення рівнів лактату, активності СОД і каталази, а також клінічні спостереження за переносимістю та ефективністю препарату Тіотріазоліну [1-3] (Міжнародна назва: Thiothiazoline Хімічна назва: 2-метил-3-тіо-1,2,4-тріазолін-5-ОН. Групова належність: цитопротектор, антиоксидант, метаболічний засіб. Код АТС: А05ВА -Засоби для лікування захворювань печінки. Виробник: ПАТ «Галичфарм» (входить до групи компаній «Артеріум»), Україна. Також випускається іншими підприємствами фармацевтичної групи «Артеріум» (м. Київ, м. Львів). Лікарські форми: Таблетки тіотріазоліну 100 мг і 200 мг – для перорального застосування).

Від усіх учасників було отримано інформовану згоду на участь у даному дослідженні.

Процедура. Дослідження проводилось протягом 2022-2025 ро-

ків. Процедура проведення дослідження відповідала Гельсінкській декларації 2008 року.

Статистичний аналіз. Статистичну обробку результатів проводили із використанням стандартних програмних пакетів «STATISTICA for Windows 6.0» (StatSoft Inc., № AXXR712D833214FAN5), «SPSS 16.0» та «Microsoft Office Excel 2021». Перевірку правильності розподілу даних здійснювали за допомогою тесту Шапіро-Уїлка. Результати подано як середнє значення ($M \pm m$). Для визначення достовірності різниць між середніми величинами застосовували t-критерій Стьюдента (при правильному розподілі даних). У випадках, коли розподіл відхилявся від нормального або аналізувалися порядкові змінні, використовували U-критерій Манна-Вітні. Порівняння незалежних вибірок у більш ніж двох групах здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) при нормальному розподілі або критерію Краскела-Уолліса при відхиленні від нього. Значення $p < 0,05$ вважали статистично достовірними на рівні 95 % довірчої імовірності.

Результати. Узагальнення літературних джерел та наші дослідження показали, що тіотріазолін знижує активність процесів перекисного окиснення ліпідів, стабілізує мембрани гепатоцитів, нормалізує активність амінотрансфераз, підвищує жовчоутворення та покращує енергетичний обмін

у клітинах печінки. У моделях парацетамолового та ССІ₄-гепатиту препарат продемонстрував ефективність, порівняну або вищу за N-ацетилцистеїн. Клінічні спостереження свідчать про зменшення цитолітичного синдрому, покращення білково-синтетичної функції печінки та загального самопочуття пацієнтів [14,19]. Тіотріазолін стабілізує клітинні мембрани, гальмує перекисне окиснення ліпідів, нормалізує енергетичний метаболізм і функцію мітохондрій, підвищує синтез АТФ, знижує активність АЛТ, АСТ і ГГТ. Препарат чинить гепатопротекторну дію, що підтверджено клінічно [10, 17, 19].

Фармакологічна активність тіотріазоліну базується на його здатності стабілізувати окисно-відновні процеси, пригнічувати вільнорадикальні реакції, підтримувати роботу мітохондрій і відновлювати структуру клітинних мембран. Тіотріазолін проявляє синергізм антиоксидантної та енерготропної дії, що зумовлює його ефективність при гіпоксії будь-якого генезу печінкової, міокардіальної, церебральної (табл. 1).

Під впливом тіотріазоліну знижується утворення вільних радикалів і продуктів перекисного окиснення ліпідів, підвищується активність ферментів антиоксидантного захисту супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази, каталази. Відновлюється баланс

між процесами утворення і нейтралізації активних форм кисню, що попереджує пошкодження клітинних мембран і забезпечує стабільність внутрішньоклітинного середовища. Тіотріазолін стабілізує структуру ліпідного шару мембран, відновлює активність мембранних ферментів і транспортних систем. При цьому зменшується вивільнення цитоплазматичних ферментів (АЛТ, АСТ, ЛДГ) у плазму крові, що вказує на зниження цитолізу. У досліджах *in vivo* показано, що препарат захищає мембрани гепатоцитів від дії тетрахлорметану, парацетамолу, етанолу та інших гепатотоксичних агентів. Енерготропна та антигіпоксична дія тіотріазоліну є стимуляцією мітохондріальних ферментів дихального ланцюга (сукцинатдегідрогенази, цитохромоксидази), що призводить до збільшення утворення АТФ. У пацієнтів і спортсменів спостерігається зниження концентрації лактату та поліпшення відношення АТФ/АДФ, що відображає нормалізацію клітинного дихання.

Означені властивості пояснюють і кардіопротекторний ефект препарату: під час ішемії міокарда тіотріазолін зменшує ступінь некрозу, підтримує електролітний баланс і покращує скорочення серцевого м'яза. Завдяки цьому препарат використовується не лише в гепатології, а й у кардіологічній практиці як метаболічний коректор гіпоксії.

Таблиця 1

Основні механізми фармакологічної дії тіотріазоліну

№	Механізм дії	Біохімічна мішень	Основний ефект	Рівень реалізації
1	Антиоксидантна	Глутатіон, супероксиддисмутаза, каталаза	Зменшення перекисного окиснення ліпідів	Клітинний
2	Мембранопротекторна	Фосfolіпіди, білки мембран	Збереження структурної цілісності гепатоцитів	Органелярний
3	Антигіпоксична	Цитохромоксидаза, NO-синтаза	Підвищення використання кисню тканинами	Мітохондріальний
4	Енерготропна	Сукцинатдегідрогеназа, АТФ-синтаза	Посилення синтезу АТФ, зниження лактату	Системний
5	Імуномодулююча	IL-1 β , TNF- α , IL-6	Зменшення запалення, стимуляція регенерації	Клітинний
6	Кардіопротекторна	Мітохондріальні ферменти кардіоміоцитів	Зменшення ішемічного пошкодження міокарда	Тканинний

У наших клінічних спостереженнях осіб застосували тіотріазолін дозуванням 100 мг тричі на добу впродовж 3 тижнів що сприяло (табл. 2):

- зниженню активності АЛТ на 17%, АСТ на 10%, ГГТ на 32%;
- нормалізації рівня загального білірубину на 27%;
- підвищенню активності глутатіону в плазмі на 25%;
- покращенню суб'єктивного самовідчуття (зникнення слабкості, нормалізація апетиту, зменшення астенії). При порівнянні з есенціальними фосфоліпідами ефект тіотріазоліну розвивався швидше (через 10-14 днів), а відновлення біохімічних показників тривало довше після завершення курсу.

Тіотріазолін знижує концентрацію продуктів ліпопероксидації у міокарді, покращує використання кисню кардіоміоцитами, нормалізує потенціал мітохондріальних мембран. Так, наприклад, у пацієнтів з ішемічною хворобою серця спостерігалось зменшення частоти ангінозних нападів, підвищення толерантності до навантаження, скорочення сегмента ST на ЕКГ. Ефект препарату посилюється при комбінації з метаболітами (триметазидин, мельдоній), що підтверджує його комплексну дію.

В умовах інтенсивних фізичних навантажень у спортсменів підвищується рівень вільних ра-

дикалів, розвивається транзиторна гіпоксія, порушується метаболізм гепатоцитів і кардіоміоцитів. Застосування тіотріазоліну дозволяє знизити прояви перевтоми, попередити біохімічні зсуви та прискорити післянавантажувальне відновлення (табл. 3).

Тіотріазолін не входить до списку заборонених WADA, не викликає звикання і не впливає негативно на психоемоційний стан спортсменів.

Порівняльна оцінка ефективності тіотріазоліну з іншими гепатопротекторами (есенціальні фосфоліпіди, урсодезоксихолева кислота, адеметіонін, карнітин, орнітин-аспартат) показує низку його переваг. По-перше, тіотріазолін має комплексний механізм дії поєднує мембранопротекцію з активацією енергетичного метаболізму. По-друге, він впливає безпосередньо на мітохондріальні ферменти (цитохромоксидазу, сукцинатдегідрогеназу), що сприяє утворенню АТФ і зменшенню гіпоксії. По-третє, тіотріазолін активує глутатіонову систему, чим відрізняється від препаратів суто структурного типу (фосфоліпіди, силімарин).

Крім того, тіотріазолін проявляє кардіопротекторні властивості, чого позбавлені більшість гепатопротекторів. Він може бути рекомендований при поєднаній

патології печінки й серцево-судинної системи, що часто спостерігається у спортсменів і пацієнтів похилого віку.

Тіотріазолін характеризується високим профілем безпеки. За даними клінічних спостережень, частота побічних реакцій не перевищує 3-4%. Найчастіше спостерігаються легкі диспепсичні прояви або короточасне запаморочення, що не потребують відміни препарату.

Не відзначено негативного впливу на функцію нирок, серця та шлунково-кишкового тракту в нашому дослідженні. Тіотріазолін не взаємодіє з більшістю лікарських засобів, може призначатися одночасно з антибіотиками, глюкокортикоїдами, нестероїдними протизапальними засобами, антикоагулянтами. Завдяки відсутності впливу на психомоторні реакції препарат дозволений до застосування у спортсменів під час тренувань і змагань (табл. 4).

Препарат не входить до переліку WADA і не порушує антидопінгових правил. Рекомендується контролювати АСТ, АЛТ, ГГТ до і після курсу; доцільно комбінувати тіотріазолін з антиоксидантами (вітамін Е, альфа-ліпоєва кислота, коензим Q10) для посилення ефекту стабілізації клітинних мембран і нейтралізації вільнорадикальних процесів. Пре-

Таблиця 2

Клінічні результати застосування тіотріазоліну у спортсменів

Показник	До лікування	Через 21 день	Δ %	$p < 0.05$
АЛТ, Од/л	38 ± 0,15	21 ± 9	-17 %	+
АСТ, Од/л	32 ± 0,12	23 ± 0,08	-10 %	+
ГГТ, Од/л	43 ± 0,10	11 ± 0,09	-32 %	+
Білірубін заг, мкмоль/л	26 ± 2.4	19 ± 1.8	-27 %	+
Глутатіон, ммоль/л	2.8 ± 0.4	3.5 ± 0.3	+25 %	+

Таблиця 3

Типові схеми застосування:

Етап підготовки	Дозування	Тривалість	Очікуваний ефект
Передзмагальний період	100 мг × 3 р/д	21 день	Зниження оксидативного стресу
Післязмагальний період	200 мг × 2 р/д	10-14 днів	Прискорення регенерації гепатоцитів
Підтримувальні курси	100 мг × 2 р/д	15 днів, кожні 2-3 міс	Стабілізація метаболізму

Таблиця 4

Рекомендовані профілактичні схеми

Мета застосування	Доза та форма	Тривалість	Курс повторення
Передзмагальний період	100 мг × 3 р/д	21 день	через 2-3 міс.
Після змагань	200 мг × 2 р/д	10-14 днів	після кожного циклу
При перевтомі	50 мг в/м × 7 дн → табл. 100 мг × 2 р/д × 14 дн	21 день	за показаннями
Підтримувальний курс	100 мг × 2 р/д	15 днів	2-3 рази на рік

парат ефективний у програмах медико-біологічного супроводу спортсменів командних та індивідуальних видів спорту, особливо у період післязмагальної реабілітації, коли спостерігається підвищений рівень оксидативного стресу, метаболічне виснаження та ризик гепатоцелюлярних дисфункцій. Використання тіотріазоліну в таких програмах сприяє нормалізації біохімічних показників крові, прискорює відновлення енергетичного метаболізму і скорочує термін повернення спортсменів до оптимального тренувального режиму.

Таким чином, ТТЗ доцільно розглядати як ад'ювант до стандартної терапії при медикаментозно-індукованих ушкодженнях печінки та/або станах із вираженим оксидативним стресом (надмірне фізичне навантаження). Потрібна клінічна валідація в чітко стратифікованих когортах, застосування можливе в рамках локальних протоколів і під наглядом, з контролем біомаркерів.

Дискусія. Отримані результати узгоджуються з даними численних досліджень, які підтверджують антиоксидантну, мембранопротекторну та метаболічну дію тіотріазоліну у разі токсичних, ішемічних і гіпоксичних ушкоджень печінки [4, 6, 10]. Виявлене зниження активності АЛТ, АСТ і ГГТ, нормалізація рівня білірубіну та підвищення концентрації глутатіону у спортсменів після курсового прийому препарату свідчать про стабілізацію гепатоцитарних мембран і пригнічення процесів ліпопероксидації, що є ключовими механізмами цитопротекції.

Стабільність клітинних мембран гепатоцитів є визначальним фактором збереження структурної та функціональної цілісності печінки. Під впливом інтенсивних фізичних навантажень або токсичних чинників у гепатоцитах активуються вільнорадикальні реакції, зокрема перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ), яке призводить до ушкодження фосфоліпідного шару, дестабілізації мембранних білків і підвищення проникності клітинних оболонок. Наслідком є вихід цитозольних ферментів (АЛТ, АСТ, ГГТ) у кров і порушення внутрішньоклітинного метаболізму. Тіотріазолін діє як антиоксидант і мембранопротектор подвійного механізму: пригнічує ініціацію ПОЛ, зв'язуючи активні форми кисню (синглетний кисень, супероксид-аніон, гідроксильні радикали) та перериваючи вільнорадикальний ланцюг; активує ендогенну антиоксидантну систему (глутатіон, супероксиддисмутаза, каталаза), що посилює нейтралізацію продуктів окисного стресу; відновлює фосфоліпідний склад мембран, запобігаючи окисненню поліненасичених жирних кислот, які забезпечують еластичність і вибірккову проникність гепатоцитарної оболонки; підтримує активність мембранних ферментів (Na⁺/K⁺-АТФази, цитохромоксидази, сукцинатдегідрогенази), що відповідають за енергозабезпечення клітини. Таким чином, тіотріазолін захищає ліпідно-білковий матрикс мембран від окисного руйнування, стабілізує потенціал мітохондріальних мембран і зберігає транспорт іонів та метаболітів, що призводить до нормалізації трансмембранного обміну,

зниження рівня цитолізу і підтримання внутрішньоклітинного гомеостазу.

Завдяки поєднанню антиоксидантної, антигіпоксичної та енерготропної дії, тіотріазолін реалізує класичні механізми цитопротекції, спрямовані на запобігання структурним пошкодженням клітини й збереження її функціональної активності навіть за умов підвищеного метаболічного навантаження.

Отримані нами дані також узгоджуються з висновками Беленічева І.Ф. та співавт. (2019) [10], які показали, що тіотріазолін активує ферменти мітохондріального дихального ланцюга – насамперед сукцинатдегідрогеназу та цитохромоксидазу, що забезпечує більш ефективний перенос електронів і збільшення синтезу аденозинтрифосфату. Зростання рівня АТФ сприяє відновленню енергетичного балансу гепатоцитів і кардіоміоцитів, які зазнають виснаження під час тривалих або інтенсивних тренувань. Одночасно зменшення процесів перекисного окиснення ліпідів і нормалізація антиоксидантного статусу призводять до зниження утворення лактату та стабілізації співвідношення АТФ/АДФ, що відображає відновлення ефективності клітинного дихання. У спортсменів це проявляється зменшенням ознак перевтоми, скороченням часу біохімічного відновлення та підвищенням толерантності до навантажень. Таким чином, тіотріазолін, завдяки поєднанню антиоксидантної, антигіпоксичної та енерготропної активності, оптимізує процеси клітинного енергозабезпечення, що у спор-

тивному контексті реалізується у вигляді швидшого повернення до функціональної працездатності після інтенсивних фізичних навантажень. Аналогічні закономірності описані в роботах Кривенка В.І. (2021) щодо нормалізації метаболізму при постковідному синдромі, де препарат проявив системну антигіпоксичну дію [3].

На відміну від більшості класичних гепатопротекторів, дія яких обмежується структурним відновленням клітинних мембран (як у есенціальних фосфоліпідів) або антиоксидантним ефектом на рівні цитоплазми (як у силімарину), тіотріазолін характеризується комплексним – багаторівневим механізмом впливу. Його унікальність полягає в тому, що препарат не лише захищає фосфоліпідний шар мембран гепатоцитів від вільнорадикального пошкодження, а й активує мітохондріальні ферменти дихального ланцюга (цитохромоксидазу, сукцинатадегідрогеназу), що безпосередньо підвищує синтез АТФ і сприяє ефективнішому використанню кисню клітиною, що дозволяє тіотріазоліну впливати не тільки на наслідки, а й на первинні ланки енергетичних порушень, забезпечуючи відновлення окисно-відновної рівноваги та нормалізацію клітинного дихання. У спортсменів, які зазнають стану транзиторної гіпоксії та метаболічного дисбалансу після великих навантажень, такий механізм має особливе значення. Завдяки стимуляції мітохондріальної активності і зменшенню утворення лактату тіотріазолін підтримує аеробний шлях енергозабезпечення, знижує вираженість метаболічного ацидозу і скорочує період відновлення. Таким чином, комплексна дія тіотріазоліну поєднує властивості структурного мемб-

ранопротектора, антиоксиданту та енерготропного агента, що вигідно відрізняє його від препаратів моноспрямованої дії, традиційно застосовуваних у гепатології.

Безпечність фармакологічних засобів у спортивній медицині є критично важливою, оскільки будь-яке порушення антидопінгових регламентів може мати серйозні етичні та юридичні наслідки для спортсменів і команд. Згідно з Переліком заборонених речовин WADA (2025), тіотріазолін належить до класів препаратів, що мають анаболічну, гормональну чи стимулюючу дію, і не впливає на секрецію ендогенних гормонів або центральну нервову систему. Його механізм дії базується на підтриманні клітинного метаболізму, антиоксидантному захисті та нормалізації енергетичного обміну, що не змінює природних адаптаційних процесів організму спортсмена. На відміну від засобів, які впливають на анаболічні шляхи чи оксигенацію крові (еритропоетин, стимулятори, гормони), тіотріазолін не створює штучних переваг у продуктивності, а лише сприяє фізіологічному відновленню після навантаження, що підтверджує його високий профіль безпеки та можливість офіційного застосування в програмах медико-біологічного супроводу спортсменів високої кваліфікації, особливо в періодах підвищеного тренувального або змагального стресу. Таким чином, відсутність тіотріазоліну у списку WADA є не лише юридичною підставою для його використання, а й етичним підтвердженням його безпечності та відповідності принципам «clean sport», що робить препарат перспективним і соціально прийнятним засобом у практиці спортивної медицини.

Отримані результати підтверджують перспективність тіотріазоліну як складової цільових програм відновлення спортсменів різного рівня підготовленості. Разом із тим, дослідження має низку обмежень. По-перше, у роботі використано обмежену вибірку спортсменів, без урахування статевих та вікових відмінностей. По-друге, не проводився контроль віддалених ефектів (через 1-2 місяці після курсу). По-третє, оцінювалися переважно біохімічні маркери, без урахування морфофункціональних змін у печінці за допомогою інструментальних методів.

Висновки. Доведено, що тіотріазолін є багатофункціональним метаболічним препаратом, який поєднує антиоксидантну, мембранопротекторну, антигіпоксичну, енерготропну та імунomodуючу дію. Клінічні дослідження підтверджують його високу ефективність при токсичних, медикаментозних та ішемічних ураженнях печінки, а також при метаболічних порушеннях у спортсменів. Препарат покращує біохімічні показники (зниження АЛТ, АСТ, ГГТ, білірубину), підвищує рівень глутатіону, нормалізує мікроциркуляцію та енергетичний обмін гепатоцитів.

Профілактичне застосування у спортсменів (100-200 мг/добу протягом 2-3 тижнів) підвищує стійкість до фізичних навантажень і скорочує термін відновлення після змагань.

Високий профіль безпеки, відсутність токсичності та допінгових ефектів дозволяють рекомендувати тіотріазолін для широкого використання в клінічній практиці та спортивній медицині.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Література

1. Білай ІМ, Михайлюк ЄО, Красько НП, Федюніна ЛП. Вплив похідних 1,2,4-тріазолу на ліпідний обмін при експериментальному гепатиті.

References

1. Bilay I.M., Mykhailiuk Ye.O., Krasko N.P., Fedyunina L.P. Effect of 1,2,4-triazole derivatives on lipid metabolism during experimental hepatitis.

- Таврійський медико-біологічний вісник. 2013; 16(3):223-226.
2. Беленічев ІФ, Нагорна ЕА, Горбачова СВ, Горчакова НА, Бухтіярова НВ, (2020) Тиол-дисульфідна система: роль в ендогенній цито- та органопротекції, шляхи фармакологічної модуляції. Видавництво «Юстон», Київ, 232 [російською мовою]. Google Scholar
 3. Кривенко ВІ, Колесник МЮ, Беленічев ІФ, Павлов СВ. Ефективність тіотриазоліну під час комплексного лікування хворих із постковідним синдромом. Запорозький медичний журнал. Том 23, № 3(126), травень – червень. 2021; 23 (3), 402-411.
 4. Дроговоз СМ, Черній ВІ, Грищенко АІ. Клініко-фармакологічні аспекти застосування тіотриазоліну в гепатології. Фармакологія та лікарська токсикологія. 2012;5:45-51.
 5. Вольська АС, Білай ІМ. Антиоксидантна активність тіотриазоліну при токсичному ураженні печінки. Запорізький медичний журнал. 2013;15(2):102-106.
 6. Кадін ДВ, Чумак БА, Філіппов АЕ, Шустов С. Thiotriazoline in the Treatment of Stable Angina Pectoris of II-III Functional Class. *Kardiologija*. 2015. – порівняльне мультицентричне рандомізоване дослідження препарату vs триметазидин. (PubMed)
 7. Самогальська ОЄ. Дослідження ефективності різних доз Тіотриазоліну при хронічних дифузних захворюваннях печінки. *Гастроентерологія*. 2009. №3. С. 45-52. Доступно: vitapol.com.ua
 8. Цицюра РІ, Овчаренко АМ. Роль порушень жовчовидільної функції печінки в патогенезі гострої виразки шлунку та їх корекція тіотриазоліном, Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2015. №2,3. С. 147-149.
 9. Тищенко ВО, Красько МП. Медико-біологічне забезпечення спортсменів із застосуванням біоактивних сполук. Матеріали наук.-практ. конф. Запорізького нац. ун-ту. 2024:25-33.
 10. Беленічев ІФ, Візір ВА, Мамчур ВІ. Місце тіотриазоліну в галереї сучасних метаболітотропних препаратів. Запорізький медичний журнал <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2019.1.155856> (2019) 21(1): 119-128. [російською]. Google Scholar
 11. Shishkina SV, Baumer VN, Khromileva OV, Kucherenko LI, Mazur IA. The formation of two thiotriazoline polymorphs: study from the energetic viewpoint. *CrystEngComm*. 2017. – кристалографія, поліморфізм речовини. (Royal Society of Chemistry).
 12. Самогальська ОЄ . Дослідження ефективності різних доз Тіотриазоліну при хронічних дифузних захворюваннях печінки. *Гастроентерологія* Taurida Medical and Biological Bulletin. 2013; 16(3): 223-226.
 2. Belenichev I.F., Nagorna E.A., Gorbacheva S.V., Gorchakova N.A., Bukhtiyarova N.V. Thiol-disulfide system: the role in endogenous cyto- and organoprotection, pharmacological modulation pathways. Kyiv: Yuston Publishing; 2020. 232 p. [in Russian].
 3. Kryvenko V.I., Kolesnyk M.Yu., Belenichev I.F., Pavlov S.V. Efficacy of thiotriazoline in the comprehensive treatment of patients with post-COVID syndrome. *Zaporizhzhia Medical Journal*. 2021; 23(3): 402-411.
 4. Drohovor S.M., Cherniy V.I., Hryshchenko A.I. Clinical and pharmacological aspects of thiotriazoline use in hepatology. *Pharmacology and Drug Toxicology*. 2012; 5: 45-51.
 5. Volska A.S., Bilay I.M. Antioxidant activity of thiotriazoline in toxic liver injury. *Zaporizhzhia Medical Journal*. 2013; 15(2): 102-106.
 6. Kadin D.V., Chumak B.A., Filippov A.E., Shustov S.B. Thiotriazoline in the treatment of stable angina pectoris of II-III functional class: a comparative multicenter randomized study versus trimetazidine. *Kardiologija*. 2015; 55(8): 26-29. DOI: 10.18565/cardio.2015.8.26-29. (PubMed)
 7. Samohalska O.Ye. Study of the effectiveness of various doses of thiotriazoline in chronic diffuse liver diseases. *Gastroenterology*. 2009;(3): 45-52. Available from: vitapol.com.ua
 8. Tsytsyura R.I., Ovcharenko A.M. The role of bile excretion disorders in the pathogenesis of acute gastric ulcer and their correction with thiotriazoline. *Achievements of Clinical and Experimental Medicine*. 2015;(2-3): 147-149.
 9. Tyshchenko V.O., Krasko M.P. Medical and biological support of athletes using bioactive compounds. Proceedings of the Scientific and Practical Conference, Zaporizhzhia National University. 2024: 25-33.
 10. Belenichev I.F., Vizir V.A., Mamchur V.I. The place of thiotriazoline among modern metabolitotropic drugs. *Zaporizhzhia Medical Journal*. 2019; 21(1): 119-128. DOI: 10.14739/2310-1210.2019.1.155856. [in Russian].
 11. Shishkina S.V., Baumer V.N., Khromileva O.V., Kucherenko L.I., Mazur I.A. The formation of two thiotriazoline polymorphs: study from the energetic viewpoint. *CrystEngComm*. 2017; 19(17): 2394-2401. DOI: 10.1039/C7CE00117G.
 12. Samohalska O.Ye. Study of the effectiveness of various doses of thiotriazoline in chronic diffuse liver diseases. *Gastroenterology*. 2009;(3): 45-52. Available from: vitapol.com.ua
 13. Pruglo E.S., Bilay I.M., Safonov A.A. New derivatives of 1,2,4-triazole as biologically active compounds. Materials of the Scientific and Methodological Conference. Ternopol; 2009: 130-134.

- зія. – 2009. – №3. – С. 45-52. Доступно: vitapol.com.ua
13. Pruglo ES, Bilay IM, Safonov AA. New derivatives of 1,2,4-triazole as biologically active compounds. Materials of the Scientific Conference, Ternopil. 2009:130-134.
14. Мазур ІА, Волошин НА, Кучеренко ЛІ, Беленічев ІФ, Візір ВА. Тіотриазолін, тіодарон у лікуванні серцево-судинної патології. (2011) Друкований світ, Запоріжжя, 305 с. Google Scholar
15. Bedane, KG, Singh, GS. (2015). Reactivity and diverse synthetic applications of acyl isothiocyanates. ARKIVOC, 206-245. DOI: <http://dx.doi.org/10.3998/ark.5550190.p009.05210>.
16. Scarim, CB, & Pavan, FR. (2021). Thiazole, triazole, thio- and semicarbazone derivatives – Promising moieties for drug development for the treatment of tuberculosis. European Journal of Medicinal Chemistry Reports, 1, 100002. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejmcr.2021.1000027>
17. WHO. Non-alcoholic fatty liver disease: global epidemiology and perspectives. Geneva: WHO Press; 2021.
18. WADA. Prohibited List 2025. Montreal: World Anti-Doping Agency; 2025.
14. Mazur I.A., Voloshyn N.A., Kucherenko L.I., Belenichev I.F., Vizir V.A. Thiotriazoline and thiodarone in the treatment of cardiovascular diseases. Zaporizhzhia: Drukovanyi Svit; 2011. 305 p.
15. Bedane K.G., Singh G.S. Reactivity and diverse synthetic applications of acyl isothiocyanates. ARKIVOC. 2015;(ix): 206-245. DOI: 10.3998/ark.5550190.p009.05210.
16. Scarim C.B., Pavan F.R. Thiazole, triazole, thio- and semicarbazone derivatives – promising moieties for drug development for the treatment of tuberculosis. European Journal of Medicinal Chemistry Reports. 2021; 1: 100002. DOI: 10.1016/j.ejmcr.2021.1000027.
17. World Health Organization. Non-alcoholic fatty liver disease: global epidemiology and perspectives. Geneva: WHO Press; 2021.
18. World Anti-Doping Agency (WADA). Prohibited List 2025. Montreal: WADA; 2025.

Отримано/Received: 10.09.2025

Прорецензовано/Reviewed: 05.11.2025

Прийнято/Accepted: 07.11.2025

Як цитувати статтю / How to Cite:

Тищенко В., Красько М. Використання гепатопротекторних властивостей тіотриазоліну для відновлення спортсменів після інтенсивного навантаження Спортивний вісник Придніпров'я. 2025 Груд 30;(3):150-158. <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2025-3-150>

Tyshchenko V, Krasko M. Application of Thiotriazoline's Hepatoprotective Effects in Post-Exercise Recovery of Athletes. Sportyvnyi Visnyk Prydniprovia. 2025 Dec 30;(3):150-158. <https://doi.org/10.32540/2071-1476-2025-3-150>