

УДК 678.048:796.8

ДЕЯКІ АСПЕКТИ СТАНУ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У СПОРТСМЕНІВ-ВАЖКОАТЛЕТІВ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СПОРТИВНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ

Ірина ГЛОЖИК, Степан РЕШЕТИЛО, Володимир ТРАЧ

Львівський державний університет фізичної культури

Анотація. У статті подано порівняння інтенсивності вільнорадикальних процесів та рівня активності ферментів системи антиоксидантного захисту у спортсменів-важкоатлетів різного ступеня спортивної майстерності. У більш тренуваних спортсменів система антиоксидантного захисту стабільніша, про що свідчить вища активність ферментів як у стані спокою, так і після фізичних навантажень. У таких спортсменів є досконалішою анаеробна система енергозабезпечення.

Ключові слова: важкоатлети, перекисне окиснення ліпідів, гідро-перекиси, антиоксидантний захист, глутатіонпероксидаза, лактат.

Постановка проблеми. Оцінювання засобів і методів спеціальної фізичної підготовки спортсменів за біохімічними показниками займає одне з найбільш важливіших місць у комплексному контролі їх функціонального стану. Найбільшу увагу серед цих показників привертють до себе показники біохімічного складу крові, адже саме вони найяскравіше відображають зміни стану функціональних систем [2,4]. Одними з чутливих та інформативних показників відповідності використовуваних обсягів фізичних навантажень функціональним можливостям організму спортсменів і перебігу відновних процесів є вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), активність ферментів системи антиоксидантного захисту (АОЗ), оскільки відомо, що одним із шляхів реалізації адаптаційних реакцій в організмі на клітинному та молекулярному рівнях є інтенсивність процесів ПОЛ, що можна зрахувати до неспецифічних компонентів адаптації, а також вміст деяких метаболітів крові [1].

У разі виснажливих фізичних навантажень в організмі значно активізуються процеси ПОЛ. Вивчення динаміки й особливостей цих процесів особливо важливим є при аналізі рівня підготовленості спортсменів. Проблема підвищення ефективності тренувальної і змагальної діяльності у спорті на теперішній час є дуже актуальною у зв'язку зі зростанням спортивних результатів та невпинно збільшуваними фізичними навантаженнями. Їх виконання часто пов'язане з граничною мобілізацією функціональних можливостей організму спортсмена та імовірністю виникнення патологічних станів. Активація вільнорадикального окиснення ліпідів мембран може бути показником первинної метаболічної відповіді організму на різні екстремальні чинники.

З літературних джерел відомо, що у спортсменів, які тренуються на витривалість, у відповідь на тренувальні навантаження збільшується вміст небілкових антиоксидантів (АО), активність каталази, глутатіонпероксидази (ГП) в плазмі крові, вміст α -токоферолу в еритроцитах, знижується вміст малонового діальдегіду (МДА) та вільних радикалів у плазмі крові [5].

При систематично виконуваних упродовж тривалого часу фізичних навантажень середньої потужності зростає АО статус організму. Тренування на витривалість знижують чутливість скелетних м'язів до продуктів ПОЛ *in vitro* і збільшують їх резистентність до змін, спричинених ПОЛ [10], сприяють адаптації антиоксидантної системи, зокрема, зростає активність ГП, глутатіонредуктази (ГР), каталази [8]. Під час виконання фізичних вправ субмаксимальної потужності відбуваються значні зміни в чутливості системи крові до оксидативного й осмотичного стресу, знижується активність антиоксидантних ферментів, таке тренування зменшує чутливість червонокривців до пероксидативного гемолізу [3].

Систематичні заняття дозованим бігом більше ніж один рік сприяють обмеженню і стабілізації ПОЛ, зниженню рівня у крові тіобарбітурат-активних продуктів, що може бути обумовлене зростанням вмісту кортизолу (CORT) у крові [3,7]. Ці дані узгоджуються з даними літератури про те, що в серці тренуваних тварин нижчий рівень ліпідів, здатних до перекис

ного окиснення; вищий рівень активності АО ферментів (ГП) [4], Cu, Zn- і Mn-супероксиддисмутази (СОД), каталази, пероксидази – у лімфоїдних органах (тимус, селезінка, лімфатичні вузли) [6], мітохондрії серця витриваліші до оксидативного стресу. Спрямованість фізичних навантажень (аеробна чи анаеробна) визначає специфіку роботи АО системи. Так, В.А. Колупаєв зі співавторами [2] показали, що у спортсменів, рухова діяльність яких здебільшого аеробна (лижники-бігуни), показники ПОЛ вищі, ніж у спортсменів, рухова діяльність яких має яскраво виражену анаеробну спрямованість (борці).

Тренування на витривалість знижують чутливість тканин до дії вільних радикалів [10]. Тренований м'яз із високим рівнем АО ефективніше справляється з оксидативним стресом, ніж нетренований; потребує більше часу для ушкодження продуктами ПОЛ до унеможливлення його роботи. У спортсменів високої кваліфікації психоемоційний стрес проходить легше, не викликаючи значного зростання ПОЛ [2].

Отже, напружена фізична праця веде до посилення процесів ПОЛ у серці, печінці, м'язах. Їх інтенсивність значною мірою залежить від тренованості організму. У нетренованих людей і тварин нижча ємність АО системи, тому процеси ПОЛ проходять інтенсивніше, ніж у високо тренованих [9]. Треновані люди і тварини легше витримують оксидативний стрес, викликаний інтенсивною м'язовою роботою, й адаптуються до фізичних навантажень, при чому при тренуванні на витривалість зростають функціональні можливості АО системи, а при тренуванні на силу чи швидкість цього не відбувається.

Мета дослідження. Порівняти активність ключових ферментів системи антиоксидантного захисту супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази, глутатіонредуктази та вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів, а також концентрацію лактату та пірувату в крові спортсменів-важкоатлетів залежно від ступеня спортивної майстерності.

Методи дослідження.

1. Аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури.
2. Визначення вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів: гідроперекисів ліпідів методом В.В. Мирончика (1998) та малонового діальдегіду методом Є.Н. Коробейнікова (1989), активності глутатіонредуктази методом С. Власова, глутатіонпероксидази методом Моїна.
3. Визначення вмісту лактату методом Штрорма та пірувату методом Ван Слайка стандартними наборами.

Дослідження проводилися на базі спортивного товариства “Локомотив”. Обстежено 11 спортсменів віком 18 – 21 років. Один із них майстер спорту, четверо – спортсмени I розряду, шість спортсменів – початківці. Всі спортсмени отримували стандартне фізичне навантаження підготовчого періоду. Збір крові проводили до і після навантаження.

Дослідження проведені на базі Інституту біології тварин НААН.

Результати дослідження та їх обговорення. У цій роботі було проведено дослідження вмісту продуктів ПОЛ – МДА та гідроперекисів ліпідів (ГПЛ) у плазмі крові спортсменів-важкоатлетів до і після фізичного навантаження, визначення активності СОД, ГР, ГП та вмісту лактату й пірувату.

У роботі було поставлене **завдання**: порівняти активність ключових ферментів системи антиоксидантного захисту СОД, ГП, ГР та вміст продуктів ПОЛ, а також концентрацію лактату та пірувату в крові спортсменів-важкоатлетів залежно від ступеня спортивної майстерності.

При аналізі активності антиоксидантних ферментів найбільші відмінності, залежно від ступеня спортивної майстерності, виявлені в активності ключового ферменту системи антиоксидантного захисту організму – СОД.

Як видно з рисунків 1,2, до навантаження активність СОД становила 10,55-12,23 у.о.хв/мг білка. Проте у спортсменів вищого рівня тренованості (МС, I розряд) цей показник у стані спокою був дещо вищим порівняно із спортсменами-початківцями. Активність СОД у тренованіших спортсменів була в межах 12,21-12,23 у.о.хв/мг білка, тобто майже на одному рівні у всіх спортсменів цієї групи. Щодо спортсменів-початківців, то, як видно з діаграм, значення активності ферменту в межах групи відрізняється дещо більше і становить 10,55-12,21 у.о.хв/мг білка.

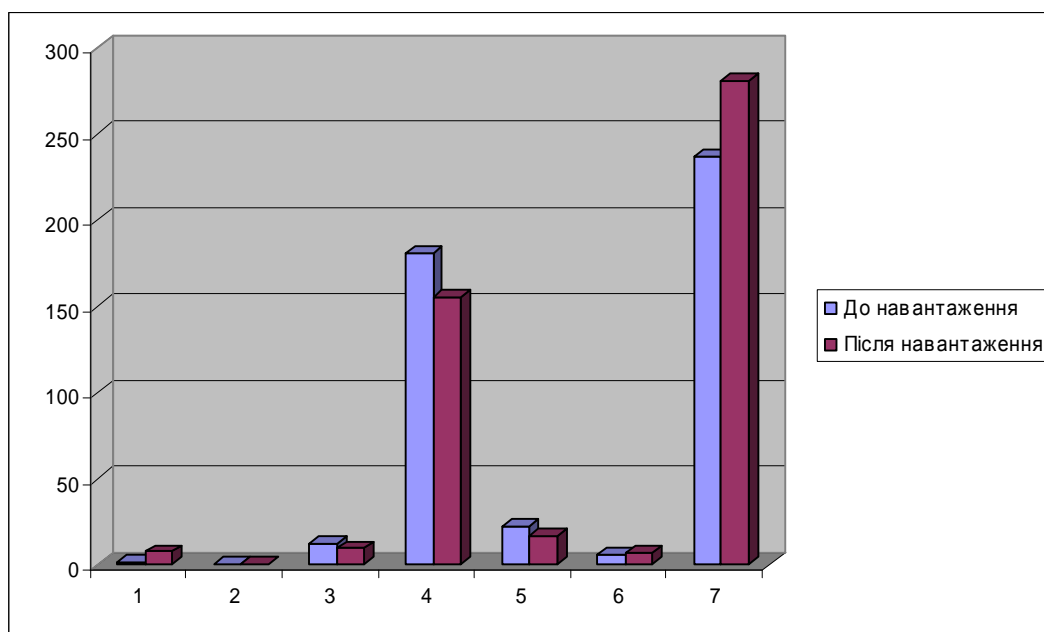


Рис.1. Вміст у крові: 1-лактату (ммоль/л), 2-пірувату (ммоль/л), 3-активність СОД (у.о.хв/мг білка), 4- ГП (нмоль GSH/мг білка/хв), 5- ГР (нмоль NADPH/мг білка/хв), 6-вміст ГПЛ (од.е/мл), 7- МДА (нмоль/мг білка) у крові спортсменів-важкоатлетів вищого ступеня спортивної майстерності до і після фізичного навантаження
(на осі ординат подані молочна та пірвиноградна кислоти – в одиницях виміру; ГПЛ, МДА – в одиницях виміру; ферменти – в одиницях активності)

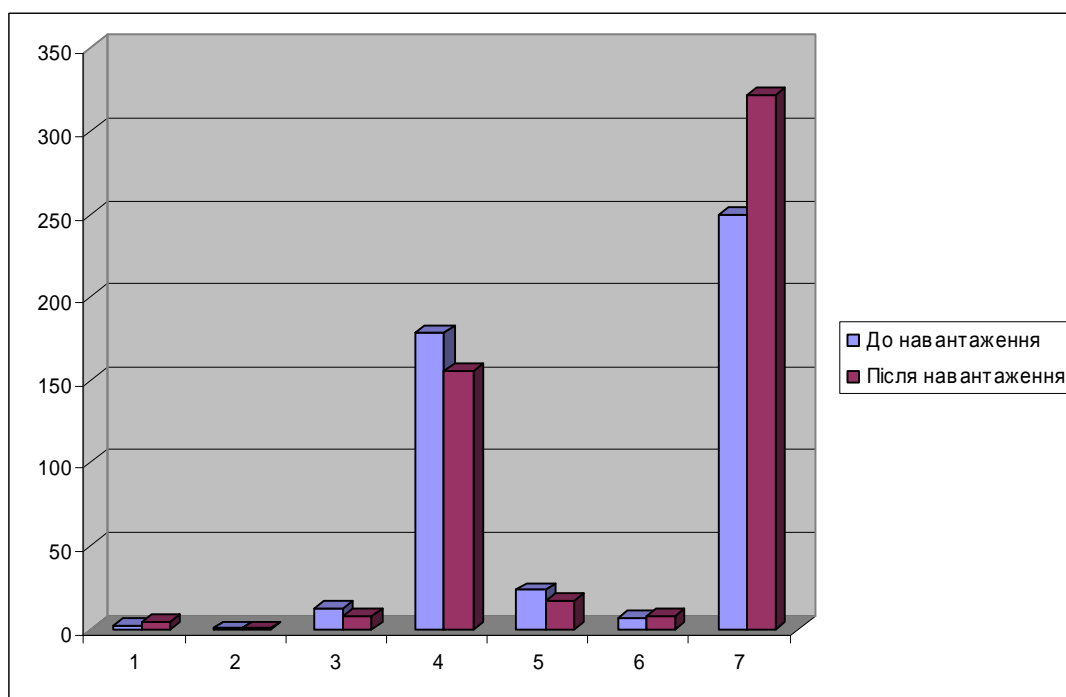


Рис.2. Вміст: 1-лактату (ммоль/л), 2-пірувату (ммоль/л), 3-активність СОД (у.о.хв/мг білка), 4- ГП (нмоль GSH/мг білка/хв), 5- ГР (нмоль NADPH/мг білка/хв), 6-вміст ГПЛ (од.е/мл), 7- МДА (нмоль/мг білка) у крові спортсменів-важкоатлетів нижчого ступеня спортивної майстерності до і після фізичного навантаження
(на осі ординат представлені молочна та пірвиноградна кислоти – в одиницях виміру; ГПЛ, МДА – в одиницях виміру; ферменти – в одиницях активності)

Аналізуючи активність наступного ферменту АО системи ГП, бачимо, що середнє значення активності ферменту у спортсменів вищого ступеня спортивної майстерності становить 181,03 нмольGSH/мгбілка/хв до фізичного навантаження, а у спортсменів нижчого рівня спортивної майстерності – 178,76 нмоль GSH/мг білка/хв.

Активність ГР у тренованіших спортсменів становить у стані спокою 22,3 нмоль/NDFH /мг білка/хв, а у менш тренованих – 23,09 нмоль/NDFH/мг білка /хв.

Вихідний рівень активності каталази у більш тренованих спортсменів становить 32,7 ммоль/г Нв/хв, а у менш тренованих – 33,9 ммоль/г Нв/хв.

За отриманими результатами дослідження, вихідний рівень активності СОД та ГП у більш тренованих спортсменів, хоча й незначно, але перевищує вихідний рівень активності цих ферментів спортсменів нижчого ступеня спортивної майстерності. Проте щодо активності інших двох ферментів АО системи – ГР та каталази, у спортсменів вищого рівня тренуваності вона на 4% нижча порівняно з менш тренованими спортсменами.

Вміст ГПЛ до фізичного навантаження у більш тренованих спортсменів і у спортсменів нижчого рівня тренуваності не відрізняється і становить 6,14-6,15 од.е/мл.

Вміст МДА до фізичного навантаження у більш тренованих і у менш тренованих спортсменів становить 236,59 нмоль/мг білка та 249,5 нмоль/ мг білка відповідно.

Після фізичного навантаження, яке є певним стресовим фактором для організму спортсмена, активність системи антиоксидантного захисту знижується, про що свідчить зниження активності досліджуваних ферментів та збільшення вмісту продуктів ПОЛ у досліджуваних спортсменів.

Активність СОД у спортсменів вищої спортивної майстерності після фізичного навантаження знижується у середньому на 31,5%, а у менш тренованих спортсменів – на 37,8%. Така сама тенденція спостерігається і в активності ГП та ГР. Активність ГП після навантаження у спортсменів вищого рівня і менш тренованих знижується відповідно на 14,28% та 14,1%. Активність ГР у спортсменів вищого рівня тренуваності знижується на 24,39%, а у менш тренованих – на 26,58%. В активності каталази не виявлено різниці у спортсменів різного рівня тренуваності як до, так і після фізичного навантаження.

Аналізуючи отримані результати, можемо зробити висновок, що у спортсменів вищого рівня тренуваності спостерігається тенденція до вдосконалення системи АОЗ. Отримані результати узгоджуються з науковими даними про те, що поліпшення спортивного результату супроводжується підвищенням активності системи АОЗ у крові після фізичного навантаження й активності ферментів у стані спокою, що свідчить про зростання можливостей відповідних ланок АО системи, внаслідок чого запобігається підсилення ПОЛ і його негативні ефекти в організмі спортсменів. Доказом цього у нашому дослідженні є вища активність двох ферментів АО системи, СОД та ГП, у стані спокою у більш тренованих спортсменів порівняно з менш тренованими. Вихідний рівень продуктів ПОЛ у більш тренованих спортсменів є дещо нижчим, ніж у менш тренованих, що також є доказом стабілізації системи АОЗ. Про це свідчить і той факт, що після фізичного навантаження зниження активності СОД та ГР є менш вираженим у спортсменів вищого рівня спортивної майстерності порівняно зі спортсменами нижчого рівня тренуваності. Вміст продуктів ГПЛ у більш тренованих спортсменів після навантаження зростає на 12,33%, а у менш тренованих – на 16,36%. Вміст МДА у спортсменів вищого рівня тренуваності після навантаження зростає на 18,81%, а у менш тренованих – на 28,79 %.

Отже, фізичне навантаження викликає окисний стрес, про що свідчить зниження активності АО ферментів та збільшення вмісту продуктів ПОЛ, Проте у більш тренованих спортсменів простежується тенденція до стабілізації системи АОЗ організму, стабілізації рівня продуктів ПОЛ в певних межах, запобігаючи впливу ендогенних перекисів на клітинні та субклітинні структури.

Досліджуючи такі метаболіти крові як молочна та піровиноградна кислоти, можна провести певну паралель між ними та активністю системи АОЗ у спортсменів різного ступеня

спортивної майстерності. Після фізичного навантаження у спортсменів вищого рівня тренуваності спостерігається більш виражене зростання вмісту молочної кислоти. До навантаження вміст цього метаболіту у таких спортсменів становить 1,01-1,20 ммоль/л, після навантаження – 6,20-8,50 ммоль/л. Високі показники молочної кислоти у спортсменів вищого рівня тренуваності свідчать про достатній рівень анаеробних можливостей організму спортсменів. З літературних джерел відомо, що лактат знижує використання організмом вільних жирних кислот, не впливаючи при цьому на ліполіз [11]. У спортсменів нижчого рівня тренуваності вміст молочної кислоти до навантаження становить 1,18-1,60 ммоль/л, після навантаження – 3,00-5,00 ммоль/л.

Зміни вмісту піровиноградної кислоти не виявлені у спортсменів різного ступеня спортивної майстерності як до, так і після фізичного навантаження.

Висновки

1. У спортсменів вищого рівня спортивної майстерності система антиоксидантного захисту є стабільнішою, про що свідчить менш виражене зниження активності ферментів антиоксидантної системи та збільшення вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів після фізичного навантаження порівняно зі спортсменами нижчого рівня спортивної майстерності, а також дещо вища активність ключових ферментів антиоксидантного захисту у стані спокою.

2. У спортсменів вищого рівня тренуваності анаеробна система енергозабезпечення є більш досконалою, про що свідчить вищий рівень лактату після фізичного навантаження, порівняно з менш тренуваними спортсменами.

Завданням подальших досліджень – буде з'ясування впливу продуктів гліколізу на антиоксидантний захист організму спортсменів як у стані спокою, так і в процесі посиленого фізичного навантаження. На основі таких досліджень можна буде дати рекомендації у тренувальному процесі спортсменів-важкоатлетів.

Список літератури

1. Дятлов Д. А. Анализ содержания продуктов липопероксидации в крови лыжников-гонщиков различной спортивной квалификации / Дятлов Д. А. [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 4. – С. 16–18.

2. Колупаев В. А. Влияние интенсивной двигательной деятельности на показатели хемилюминесценции нейтрофилов периферической крови / Колупаев В. А., Окишор А. В., Дятлов Д. А. // Теор. и практика физической культуры. – 2000. – № 4. – С. 24–26.

3. Крапівіна К. Вплив короткочасного максимального фізичного навантаження на антиоксидантний статус та перекисне окиснення ліпідів у тренуваних та нетренуваних чоловіків / К. Крапівіна, О. Мусієнко, І. Козак, Т. Лідовська // Проблеми фіз. виховання студентів : матеріали. Всеукр. наук.-метод.конф. – Д., 2003. – С. 110–111.

4. Мусієнко О. Вплив фізичних навантажень на вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів / О. Мусієнко, Д. Санагурський // Науковий вісник Львів.нац.ун-ту імені Івана Франка. – 2000. – Вип. 26. – С. 117–122.

5. Попичев М. И. Липидный состав плазмы крови и мембраны эритроцитов волейболистов после интенсивной физической нагрузки / М. И. Попичев, Н. В. Толкачёва, С. Н. Кулакова [и др.] // Укр. биохим. журн. – 1997. – Т. 69, № 4 – С. 83–87

6. Смутьский В. Л. Перекисное окисление липидов и роль антиоксидантной системы организма в проявлении выносливости спортсменов / В. Л. Смутьский. – К. : КГИФК, 1992. – С. 45–46.

7. Смутьский В. Л. Повышение устойчивости организма к напряжённой мышечной деятельности путём коррекции состояния его антиоксидантной системы / В. Л. Смутьский, И. И. Земцова, Д. А. Сутковой [и др.] // Наука в олимпийском спорте. Спец. вып. – С. 87–92.

8. Alessio H M. Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptive response to training / H. M. Alessio, A. H. Goldfarb // J. Appl. Physiol. – 1988. – Vol. 64, № 4. – P. 1333–1334.

9. Ayres S. Exercised-induced increase in lipid peroxidation parameters in amenorrhoeic female athletes / S. Ayres, J. Baer, M. Subbiah // *Fertil. Steril.* – 1998. – Vol. 69, № 1. – P. 73–77.

10. Skeletal muscle substrate utilization during submaximal exercise in man: effect of endurance training. / B. Kiens, B. Essen-Gustavsson, N. J. Christensen, B. Saltin // *J. Physiol. (London)* – 1993. – Vol. 469. – P. 459–478.

11. Turcotte L. P. Saturation Kinetics of palmitate uptake in pertused skeletal muscle. / L. P. Turcotte, B. Kiens, E. A. Richter // *FEBS Lett.* – 1991. – Vol. 279, № 2. – P. 327–329.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОСТОЯНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ-ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ РАЗНОГО УРОВНЯ СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА

Ирина ГЛОЖИК, Степан РЕШЕТИЛО, Владимир ТРАЧ

Львовский государственный университет физической культуры

Аннотация. В статье дается сравнение интенсивности свободнорадикальных процессов и уровня активности ферментов антиоксидантной системы у спортсменов-тяжелоатлетов разного уровня спортивного мастерства. У более тренированных спортсменов система антиоксидантной защиты стабильнее, о чем свидетельствует высокая активность ферментов как в состоянии покоя, так и после физических нагрузок. У таких спортсменов более совершенна анаэробная система энергообеспечения.

Ключевые слова: тяжелоатлеты, перекисное окисление липидов, гидроперекиси, антиоксидантная защита, глутатионпероксидаза, лактат.

SOME ASPECTS OF THE STATE OF THE SYSTEM OF ANTIOXIDANT DEFENCE OF THE ATHLETICS SPORTSMEN'S OF DIFFERENT OF SPORTING TRADE

Iryna GLOZHYK, Stepan RESHETYLO, Volodymyr TRACH

Lviv State University of Physical Culture

Annotation. The article presents the issues of intensity of free-radical processes and level of activity of enzymes of the antioxidant system for the weightlifters with different sports qualification levels. For more trained sportsmen the system of antioxidant defence is more stable, the higher activity of enzymes testifying this in the state of calmness as well as after physical activities. The anaerobic system of energy-savings is more perfect in such sportsmen.

Key words: weightlifters, peroxidative of lipids, hidroperoxid, antioxidant defence, glutathione peroxidase, lactat.