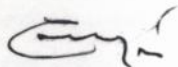


УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ

СМУЛЬСЬКИЙ Валерій Леонідович

ФАРМАКОЛОГІЧНА КОРЕКЦІЯ СТАНУ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ
ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ОРГАНІЗМУ ДО НАПРУЖЕНОЇ
М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

24.00.01 - Олімпійський і професійний спорт



Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня доктора наук
з фізичного виховання і спорту

Київ - 1997



00043697 (Т)

АВ 37.110

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському державному університеті фізичного виховання і спорту.

Науковий консультант — Головний науковий співробітник Комітету з контролю за наркотиками при Міністерстві охорони здоров'я України, доктор медичних наук **ЛИТВИНОВ ВАЛЕНТИН БОРИСОВИЧ**.

- Офіційні опоненти** — доктор медичних наук, професор **ВЕРИЧ ГЕОРГІЙ ЄВГЕНОВИЧ**
— доктор біологічних наук, професор **КУЧЕРОВ ІЛЛЯ СЕМЕНОВИЧ**
— доктор медичних наук **ВІКТОРОВ ОЛЕКСІЙ ПАВЛОВИЧ**

Провідна установа — Львівський державний інститут фізичної культури, Державний комітет України з фізичної культури і спорту, м. Львів

Захист відбудеться 19 березня 1997 р. о 14 годині 30 хвилин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 50.29.01 з присудження наукового ступеня доктора наук з фізичного виховання і спорту в Українському державному університеті фізичного виховання і спорту (252650, м. Київ-5, вул. Фізкультури, 1).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Українського державного університету фізичного виховання і спорту (252 650, м. Київ-5, вул. Фізкультури, 1).

Автореферат розіслано "19" березня 1997 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор педагогічних наук, професор

Л.Я. Івашенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Проблема підвищення фізичної працездатності та прискорення протікання відновлювальних процесів після значних фізичних навантажень завжди вважалася однією з найбільш актуальних проблем фізіології і біохімії спорту. Разом з тим, з огляду на цілий ряд соціальних причин вона торкається широкого кола й інших сфер людської діяльності (медицина, армія, космонавтика та ін.).

Особливої актуальності ця проблема набуває в спорті вищих досягнень у зв'язку з бурхливим піднесенням спортивних результатів, подальшим посиленням конкуренції на міжнародній спортивній арені і надмірно зростаючими фізичними навантаженнями (В.М. Платонов, 1986, 1988), що часто супроводжується межевою мобілізацією функціональних можливостей організму спортсмена і може призвести до виникнення патологічних станів з імовірним летальним наслідком (М. Jaeger, 1990).

У зв'язку із здійснюваними в цьому напрямку дослідженнями на особливу увагу заслуговують описані G. Selye (1936) неспецифічні реакції організму на вплив екстремальних факторів, які отримали останнім часом подальше уточнення на клітинному, субклітинному і молекулярному рівнях. Серед цих виявів важлива роль відводиться феномену активізації вільнорадикального окислення ліпідів клітинних і субклітинних мембран (перекисне окислення ліпідів, ПОЛ) як показника первинної метаболічної відповіді організму на різні екстремальні впливи (Ю.О.Володимиров та О.І.Арчаков, 1972; Ф.З. Меерсон та М.Г.Пшенникова, 1988), Н.М. Alessio, 1993).

ІНБ ім. В. Стефаніка
Львів, Україна

У нормально функціонуючих клітинах концентрація вільних радикалів, швидкість утворення і концентрація гідроперекисів, регуляція розпаду цих сполук підтримується на відносно постійному рівні завдяки роботі складного механізму саморегуляції - антиоксидантної (АО-) системи, яка виконує, по суті, роль своєрідного буфера. Головними компонентами цієї системи є антиоксидантні ензими, а також присутні в тканинах жиророзчинні і водорозчинні антиоксиданти (В.М.Бобирев та ін., 1994).

Порушення механізмів захисту від надмірного посилення процесів ПОЛ спричиняє до руйнування мембранних структур, модифікації клітинних білків і розвитку ряду патологічних станів (А.Л.Тарпел, 1973). У цьому зв'язку логічно припустити, що вивчення стану АО-системи організму за напруженої м'язової діяльності, а також установлення можливостей корекції цього стану за допомогою антиоксидантів і активаторів антиоксидантних ферментів створює передумови для обґрунтування одного з можливих шляхів корекції фізичної працездатності.

Наявні дані наукової літератури, що свідчать про можливості використання антиоксидантів для підвищення стійкості організму до напруженої м'язової діяльності, мають фрагментарний, а іноді і суперечливий характер, що не дозволяє створити чітке уявлення про можливість обґрунтованої з цієї метою фармакологічної корекції стану АО-системи організму (Р.М. Clarkson, 1995).

Робоча гіпотеза. Аналіз літературних даних дозволяє припустити, що:

а) зміни активності вільнорадикального окислення в організмі за умов напруженої м'язової діяльності і викликані

цим зміни стану його АО-системи мають специфічні для різних тканин особливості, залежать від характеру м'язової роботи і є одним із факторів, що впливають на фізичну працездатність;

б) вивчення особливостей функціонування антиоксидантних механізмів у різних тканинах і за різних за характером енергозабезпечення фізичних навантажень може послужити обґрунтуванням для вибору серед антиоксидантів та активаторів антиоксидантних ферментів засобів фармакологічної корекції стану АО-системи для підвищення стійкості організму до напруженої м'язової роботи.

Мета і завдання досліджень. Сформульована робоча гіпотеза визначила мету роботи: виявити особливості функціонування антиоксидантних механізмів за напруженої м'язової діяльності й обґрунтувати можливість фармакологічної корекції їх стану для підвищення стійкості організму під час фізичних навантажень.

Відповідно до мети роботи були визначені такі завдання:

1. Вивчити вплив різної за характером енергозабезпечення напруженої м'язової діяльності на інтенсивність процесів ПОЛ у тканинах експериментальних тварин.

2. На підставі вивчення загальної антиоксидантної активності тканин у тварин (ЗАА), дослідження вмісту в крові спортсменів вітамінів-антиоксидантів, визначення у тканинах тварин і в крові спортсменів активності основних антиоксидантних ферментів, загального вмісту сульфгідрильних груп, а також на підставі вивчення балансу в організмі тварин металів - кофакторів антиоксидантних ферментів схарактери-

зувати вплив різних за інтенсивністю фізичних навантажень на функціональний стан окремих ланок АО-системи.

3. Провести первинну оцінку впливу ряду екзогенних антиоксидантів і активаторів антиоксидантних ферментів на фізичну працездатність експериментальних тварин.

4. Дослідити вплив тіолового антиоксиданту – сукцимеру на процеси окислювального фосфорилування в ізольованих мітохондріях тканин тварин за фізичного навантаження.

5. Вивчити вплив токоферолу на виконання лабораторними тваринами (щурами) стандартизованих рухових завдань.

6. Обґрунтувати доцільність використання фармакологічних засобів корекції стану АО-системи, які належать до екзогенних антиоксидантів і активаторів антиоксидантних ферментів, для підвищення стійкості організму спортсменів до напруженої м'язової діяльності.

Основні положення, які виносяться на захист

1. Напружена м'язова діяльність переважно як анаеробного, так і аеробного енергозабезпечення викликає посилення процесів ПОЛ у скелетних м'язах, печінці і серці експериментальних тварин, що вважаються одним із важливих факторів, які лімітують фізичну працездатність.

2. Різні за характером енергозабезпечення фізичні навантаження змінюють функціональний стан антиоксидантних механізмів: ці зміни залежать від інтенсивності та тривалості м'язової діяльності і характеризуються специфічним для кожної тканини домінуванням окремих ферментативних механізмів антиоксидантного захисту, зміною вмісту металів-кофакторів антиоксидантних ферментів і балансу SH-груп.

3. Визначення показників функціонального стану АО-системи дозволяє використовувати їх як маркери для здійснення

відповідної корекції стану АО-системи з метою підвищення стійкості організму спортсменів до напружених навантажень під час тренувань та змагань.

4. Експериментально обґрунтований вибір комплексу фармакологічних засобів корекції стану АО-системи (тіолового антиоксиданту – сукцимеру, токоферолу, кофакторів антиоксидантних ферментів – Se, Zn і Cu) і схема його застосування дозволяють використовувати їх для підвищення стійкості організму спортсменів до напружених фізичних навантажень, збільшення ефективності тренувального процесу та запобігання можливості негативного впливу на організм неадекватних для нього значних м'язових напружень.

Наукова новизна. Вперше в експерименті на тваринах під час виконання ними модельних фізичних навантажень з переважним анаеробним або аеробним енергозабезпеченням встановлено підвищення інтенсивності процесів ПОЛ одночасно в скелетних м'язах, серці і печінці, що вважається одним з факторів, які обмежують фізичну працездатність.

Вперше визначено динаміку загальної антиоксидантної активності тканин експериментальних щурів (скелетних м'язів, серця, печінки і крові) під час виконання ними модельних фізичних навантажень різної інтенсивності. Разом з цим встановлено, що найбільш "вразливим" органом щодо зниження рівня загальної антиоксидантної активності, викликаного фізичними навантаженнями, є серце. Вивчення функціонального стану окремих ланок АО-системи дозволило вперше виявити як тканинспецифічні особливості цих ланок, так і їхні особливості, зумовлені характером м'язової діяльності.

Експериментально обґрунтовано вибір засобів фармакологічної корекції стану АО-системи, що дозволяє підвищити стійкість організму до фізичних навантажень.

Теоретичне значення роботи. Запропоновано новий у спортивній фізіології і спортивній медицині науковий напрям, пов'язаний з вивченням ролі вільнорадикального окислення за напруженої м'язової діяльності. Одержані дані та викладена концепція відносно ролі вільнорадикального окислення та АО-системи у вияві фізичної працездатності відкривають нові можливості для цілеспрямованого пошуку фармакологічних засобів для підвищення стійкості організму до значних фізичних навантажень.

Представлені в роботі результати проведених досліджень дозволили одержати нове уявлення про механізми адаптації організму до напруженої м'язової діяльності й обґрунтувати можливість корекції цих механізмів для підвищення фізичної працездатності.

Практична значущість і реалізація роботи. Отримані під час проведення експериментальних досліджень дані відкривають нові можливості для керування фізичною працездатністю і, зокрема, для керування тренувальним процесом у спорті.

Запропоновано науково обґрунтований профілактичний підхід до використання антиоксидантних засобів захисту морфологічних структур і факторів метаболізму від впливу активації вільнорадикального окислення в тканинах, що завдає шкоди за надмірних фізичних навантажень.

Одержані дані про стан процесів ПОЛ і АО-системи в організмі під час м'язової діяльності можуть бути використані для оцінки функціональних можливостей організму спортсме-

нів, а також для корекції його стійкості до тренувальних і змагальних навантажень.

Запропоновані методи використовуються в практиці підготовки збірних команд України з сучасного п'ятиборства, веслування та альпінізму.

Фактичний матеріал дослідження і зроблені на його основі висновки використовуються в лекційних курсах з медико-біологічних основ спорту в Університеті фізичного виховання і спорту, а також на факультетах підвищення кваліфікації викладачів ВУЗів і тренерів ДСТ і відомств України.

Зв'язок роботи з основною тематикою НДР. Тема дисертаційної роботи є розділом теми 2.3.1.01 "Функціональні резервні можливості аеробної продуктивності спортсменів як об'єкт спрямованого впливу в процесі адаптації до високих тренувальних і змагальних навантажень" Зведеного плану НДР з фізичної культури і спорту в Україні на 1991-1993 р.р. (№ держреєстрації - 910026125), а також окремої теми НДР кафедри спортивної фізіології і спортивної медицини "Підвищення стійкості організму до напруженої м'язової діяльності засобами фармакологічної корекції стану його антиоксидантної системи", яка виконується згідно із Зведеним планом НДР на 1996-2000 р.р..

Конкретний особистий внесок автора у виконання дисертаційної роботи полягає в розробці теоретичних основ та наукового підходу до розв'язання питань, пов'язаних з темою дисертації, в організації і проведенні експериментальних досліджень, в одержанні фактичного матеріалу і його теоретичному аналізі, а також в розробці рекомендацій щодо корекції стану антиоксидантної системи для підвищення стій-

кості організму спортсменів до напруженої м'язової діяльності.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались й обговорювались на шести наукових конференціях Українського державного університету фізичного виховання і спорту, на дванадцяти республіканських конференціях і з'їздах фізіологів і фармакологів, а також на дев'яти всесоюзних і на двох міжнародних конференціях (Київ, 1993; Абердин, 1994).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 33 наукові праці, у тому числі 8 статей обсягом 0,2-0,5 друкованих аркушів, одержано одне авторське свідоцтво про винахід. Видана (за участю в редакції) одна монографія.

Методологія, методи досліджень предмета й об'єкта. Науковим ґрунтом під час проведення досліджень були позиції методології системного підходу (П.К.Анохін, 1975), сучасні уявлення про фізіологічні механізми стомлення і фактори, що визначають фізичну працездатність, а також науково обґрунтовані підходи до пошуку методів і засобів керування фізичною працездатністю (О.П. Вікторов та ін., 1978; Ю.Г. Вобков та ін., 1984; В.М. Платонов, 1988;).

Предметом наших досліджень був процес керування фізичною працездатністю, а **об'єктом** - антиоксидантна система організму спортсменів та експериментальних тварин і фармакологічні засоби її корекції.

Експериментальним матеріалом для вивчення стану окремих ланок АО-системи за фізичних навантажень, а також можливості корекції цього стану з метою підвищення стійкості організму до напруженої м'язової діяльності були клінічно здорові безпородні статевозрілі лабораторні тварини (щури та миші) стадного розведення, утримування яких у віварії

відповідало загальноприйнятим правилам лабораторного тваринництва (І.П. Западнюк та ін, 1974). Усього в дослідках було використано 665 тварин.

Експериментальними моделями фізичних навантажень і стомлення були загальноприйняті плавальні навантаження щурів і мишей (Ю.Г. Бобков та ін., 1984). Разом з цим ми визнали за доцільне змодельювати такі умови фізичних навантажень, які супроводжувалися б підвищеною активізацією переважно анаеробних або ж аеробних процесів енергозабезпечення. В наших спробах такими моделями були 15-хвилинне інтенсивне плавальне навантаження і 5-годинне плавання помірної інтенсивності лабораторних щурів (Р.І. Ленкова, 1970). Інтенсивність та тривалість навантаження регулювалися вагою підвищеного об'єкта.

Під час вивчення впливу на фізичну працездатність факторів, які підвищують ефективність функціонування АО-системи, у дослідках брали участь спортсмени - практично здорові за даними календарних диспансерних обстежень студенти УДУФВС (чоловіки) та спортсмени ДСТ і відомств (віком 19...26 років), які спеціалізувалися в циклічних видах спорту і мали спортивну кваліфікацію не нижче I спортивного розряду. Усього обстежено 82 спортсмени.

У дослідженнях на спортсменах використовувалися як велоергометричні (модельні і тестуючі) фізичні навантаження, так і специфічні для даного виду спорту фізичні навантаження і педагогічні тести, які характеризували стан окремих якісних сторін рухової діяльності спортсмена.

Для оцінки впливу фізичних навантажень на інтенсивність процесів ПОЛ і стан окремих ланок антиоксидантної системи в організмі експериментальних тварин і спортсменів

використовувався комплекс біохімічних і фізіологічних методів досліджень і, зокрема, визначення вмісту в тканинах малонового діальдегіду (МДА; Ю.О. Володимиров, О.І. Арчаков, 1972), визначення загальної антиоксидантної активності тканин у модельній системі жовткових ліпопротеїдів (Г.І. Клебанов та ін., 1988), визначення в крові вітамінів-антиоксидантів (Ю.Б. Філіпович та ін., 1988), визначення вмісту в тканинах SH-груп методом амперометричного титрування, визначення методом емісійного спектрального аналізу вмісту в тканинах та екскрементах лабораторних тварин металів-кофакторів антиоксидантних ферментів; визначення в тканинах активності ключових антиоксидантних ферментів - супероксиддисмутази (СОД, КФ 1.15.1.1; Є.Є. Дубініна, 1988), глутатіонпероксидази (ГПО, КФ 1.11.1.9; глутатіон-редуктази, ГР, КФ 1.6.4.2; R. Pinto and W. Burtley, 1969) і каталази (Кат, КФ 1.11.1.6; М.О. Королюк та ін., 1988).

Аналіз наукової літератури, а також результати попередніх власних експериментальних досліджень впливу напруженої м'язової діяльності на функціональний стан окремих ланок АО-системи зумовили вибір ряду біологічно активних речовин для вивчення їх впливу на стійкість людини і експериментальних тварин до фізичних навантажень. Це такі речовини, зокрема, як солі: CuCl_2 , ZnCl_2 , MnCl_2 , FeCl_3 , Na_2SeO_3 ; основні жиророзчинний та водорозчинний вітаміни-антиоксиданти (відповідно α -токоферол-ацетат і аскорбінова кислота), церулоплазмін і тіоловий антиоксидант - сукцимер (динатрієва сіль *m*-димеркаптоянтарної кислоти; всі - вітчизняного виробництва).

Під час вивчення комплексного застосування фармакологічних засобів корекції стану АО-системи для підвищення

стійкості організму спортсменів до фізичних навантажень використовувався мінерало-вітамінний комплекс - "Пленіл" ("Plenyl", виробництво лабораторії UPSA, Франція), який вміщує такі важливі, з точки зору наших досліджень, компоненти, як Cu, Zn, Se, вітаміни С і Є. Для вивчення впливу антиоксиданту на ефективність процесів окислювального фосфорилування використовувалося полярографічне визначення інтенсивності дихання і фосфорилування ізольованих мітохондрій тканин експериментальних щурів.

Розв'язання поставлених у нашій роботі завдань вимагало вивчення ступеня токсичності деяких біологічно активних металів-кофакторів антиоксидантних ферментів. Це було пов'язано з необхідністю обґрунтування використання для первинної оцінки впливу на фізичну працездатність експериментальних тварин досліджених сполук в умовно терапевтичних дозах, що становили 1% і 10% ЛД₅₀ (دوزи, що викликає загибель 50% тварин). Для визначення саме такого дозування (за відсутності в літературі відповідних відомостей) нами використовувався метод, запропонований В.Б. Прозоровським та ін. (1978).

Для з'ясування здатності антиоксидантів впливати на стійкість до виконання вироблених рухових поведінкових реакцій нами спільно з В.Б. Литвиновим була використана запропонована ним методика вивчення вищої нервової діяльності лабораторних щурів (1976).

Про ефект застосування засобів корекції стану АО-системи у спортсменів судили як за результатами педагогічних тестів, так і за показниками динаміки концентрації сечовини в переферійній крові, взятої у спортсменів ранком натше серце (Л.М. Вознесенський та ін., 1976), а також за показниками індексу напруження міокарду (ІН) (О.С. Батуєв, 1986).

Реєстрація біохімічних показників виконувалася на спектрографі "Specord Uv Vis" (виробництво фірми "Karl Zeiss").

Обробка експериментального матеріалу здійснювалася на персональному комп'ютері IBM PC AT-486 ДХ-50 за допомогою стандартних комп'ютерних програм.

Структура і обсяг дисертації. Робота містить 306 сторінок друкованого тексту, вона складається зі вступу, 5 розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку літературних джерел та додатку. У праці використано 390 літературних джерел, з них 169 вітчизняних і 221 зарубіжних авторів. Матеріали досліджень проілюстровано 34 рисунками та 22 таблицями.

ЗМІСТ РОБОТИ

Стан антиоксидантних механізмів в організмі людини і експериментальних тварин за напруженої м'язової діяльності

На першому етапі проведення досліджень передбачалося доцільним з'ясувати, якого мірою активізація процесів ПОЛ виявляється в різних тканинах організму за різних за характером фізичних навантажень, і, перед усім, навантажень, які супроводжуються перевагою анаеробного або ж аеробного шляхів енергозабезпечення. З'ясування цього питання, як припускалося, могло б стати відправним пунктом для проведення подальших досліджень, визначених тематикою виконуваної наукової роботи.

Як свідчать одержані нами дані, напружена м'язова діяльність викликає значну активацію процесів ПОЛ в організмі лабораторних щурів, про що свідчить зростання концентрації в досліджуваних тканинах продуктів, які реагують з тиобарбітуровою кислотою (МДА). Так, після 15-хвилинного плавального навантаження їхня концентрація зросла в порівнянні з контролем у печінці – в 2,3 рази; у скелетних м'язах – в 4,7 рази; у серці – в 2 рази. Після 5-годинного плавання це зростання становило відповідно 2; 9 і 2,5 рази (в усіх випадках $P < 0,001$).

Треба відзначити, що ці дані відповідають отриманим раніше результатам досліджень окремих авторів, які вивчали особливості реакцій вільнорадикального окислення за м'язової активності, і також знаходять своє підтвердження в наукових працях останніх років (М.А. Vecchi and P. Borella, 1991; Н.М. Alessio, 1993; R.R. Jenkins, 1993). Проте відомостей про результати комплексного (одночасно в скелетних м'язах, печінці і серці) експериментального вивчення інтенсивності ПОЛ в організмі за різних за характером енергозабезпечення фізичних навантажень ми не виявили.

У зв'язку з одержаними даними виникає ряд питань. Одним з найбільш актуальних, на нашу думку, є питання про особливості функціонування АО-системи організму за напружених фізичних навантажень. Для його з'ясування визначалася як загальна антиоксидантна активність (ЗАА) скелетних м'язів, серця, печінки й гемолізату крові, так і стан окремих ланок цієї системи в тканинах щурів з використанням зазначених раніше моделей плавальних навантажень.

Результати проведеного експерименту (рис.1) свідчать про неоднаковий вихідний рівень ЗАА в досліджуваних ткани-

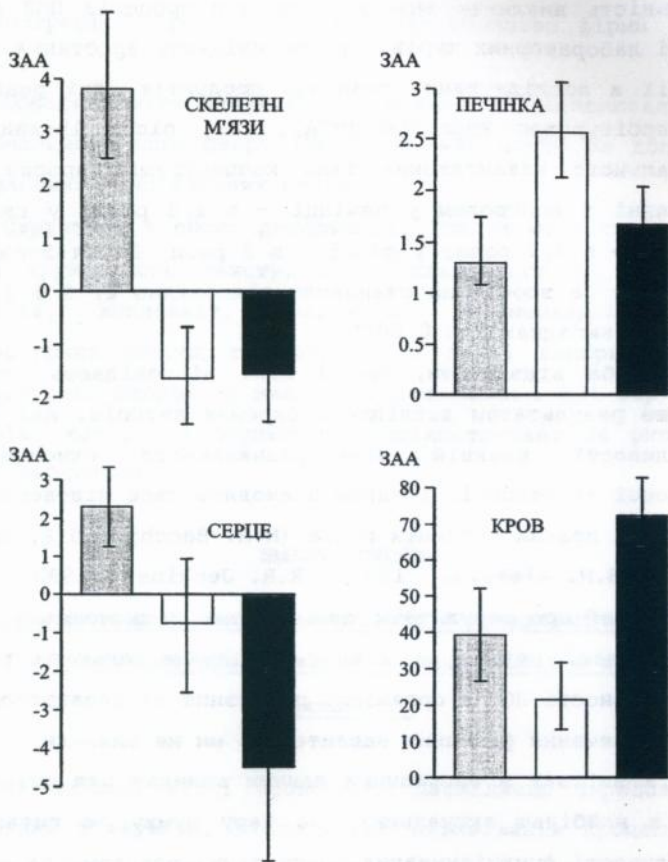


Рис. 1. Вплив плавального навантаження різної тривалості і інтенсивності на загальну антиоксидантну активність (ZAA) тканин шурів. (ZAA розраховано в відсотковому відношенні до антиоксидантної активності суспензії жовткових ліпопротеїдів: для скелетних м'язів, печінки і серця — на 1 мг білка, для крові — на 0,5 мл гемолізату (співвідношення крові до води 1:2, $n=7$ для кожної групи)

■ — контроль □ — 15-хвилинне плавання ■ — 5-годинне плавання

нах, а також про неоднакову динаміку й глибину змін цього показника під впливом різних за інтенсивністю (і характером енергозабезпечення) фізичних навантажень.

Найбільш виразне зниження рівня ЗАА відзначено в серці під впливом 5-годинного плавання, що свідчить, очевидно, про те, що за умов напруженої м'язової діяльності з усіх вивчених нами тканин антиоксидантні можливості серця пригнічуються найбільшою мірою і його антиоксидантні механізми зазнають найбільшого функціонального навантаження.

Характерно, що антиокислювальні можливості печінки і крові під час такої роботи не знижуються, а, навпаки, підвищуються: в печінці – після 15-хвилинного і в крові – після 5-годинного плавання, що, очевидно, має компенсаторне значення для підтримки антиоксидантної активності інтенсивно функціонуючих органів за умов підвищеної активізації процесів, які спричиняють посилення ПОЛ у клітинах.

Однією з умов нормального функціонування антиоксидантних механізмів, а, отже, й вияву ЗАА тканин є оптимальний рівень вмісту в них антиоксидантів і, зокрема, водорозчинних і жиророзчинних вітамінів, що виявляють антиоксидантну активність.

Разом з тим, як показали результати проведеного нами дослідження, концентрації таких основних антиоксидантних вітамінів як Е, А, С і РР у плазмі крові висококваліфікованих бігунів на середні дистанції у період виконання ними великих обсягів тренувальних навантажень, спрямованих на розвиток витривалості, виявилися суттєво заниженими порівняно з нормою. Разом з цим достовірне зниження концентрації вітаміну Е сталося в 1,9; вітаміну А – в 1,4; вітаміну С – в 2,1 і вітаміну РР – в 1,9 рази. Цей факт, а

також аналіз даних літератури підтверджують необхідність здійснення постійного контролю за ступенем насичення організму антиоксидантними вітамінами за умов впливу на нього значних за обсягом і інтенсивністю фізичних навантажень.

Згідно з наявними в літературі даними, функціональний стан ферментативної ланки АО-системи відіграє суттєву роль у забезпеченні стійкості організму до фізичних навантажень. Проте наведені різними авторами дані не завжди однозначні і тому не дають підстав говорити про повну ясність в цьому питанні. Зазначений факт послужив основою для проведення експериментального дослідження, спрямованого на з'ясування органних особливостей активності ключових ферментів АО-системи (СОД, ГПО, ГР і Кат) залежно від особливостей м'язової діяльності і, насамперед, від переваги в ній анаеробного або аеробного шляху енергозабезпечення. Під час проведення цієї серії досліджень використовувалися вказані раніше моделі плавальних навантажень лабораторних шурів.

Поряд з проведеним експериментальним дослідженням на тваринах вивчався вплив виконання спортсменами-бігунами фізичних навантажень переважно аеробного (біг 30 км) та анаеробного (1500 м) енергозабезпечення на активність у крові названих вище антиоксидантних ферментів.

За нашими даними, напружена м'язова діяльність значно впливає на функціональний стан ферментативної ланки АО-системи, що виявляється в ряді змін активності ключових ферментів цієї ланки у тканинах організму тварин і в крові спортсменів.

Покажемо, на наш погляд, є той факт, що для скелетних м'язів характерним виявляється найбільш висока початкова активність СОД, для серця - активність глутатіон-залежних

ферментів, а для печінки — Кат і що саме в цих органах за інтенсивного плавального навантаження відбувається зниження активності вище зазначених ферментів. Можна зробити висновок, що ця активність має специфічний характер, органічності особливості і залежить від інтенсивності м'язової роботи.

Вивчення динаміки активності досліджених ферментів у крові тварин і спортсменів під час виконання ними фізичних навантажень переважно анаеробного або аеробного енергозабезпечення виявило однакову спрямованість змін зареєстрованих показників (коефіцієнт кореляції між ними дорівнює 0,981), що дозволяє з високим ступенем надійності екстраполювати виявлені за напруженої м'язової діяльності зміни активності антиоксидантних ферментів у життєво важливих органах з тварин на людину. В зв'язку з цим визначення в крові активності антиоксидантних ферментів може бути використане як один із способів діагностики функціонального стану АО-системи організму спортсмена та оцінки особливостей протікання процесів адаптації до фізичних навантажень.

Встановлення особливостей динаміки досліджуваних антиоксидантних ферментів дозволяє науково обґрунтувати цілеспрямований підхід до пошуку засобів корекції стану ферментативної ланки АО-системи організму для підвищення його опору до значних м'язових напружень. На наш погляд, одним з перспективних підходів до обґрунтування такого виду корекції може виявитися використання кофакторів антиоксидантних ферментів і, зокрема, таких як Cu, Zn і Mn — для СОД, Fe — для Кат, Se — для ГПО.

Одним з обґрунтувань можливості здійснення такої корекції є зміна в тканинах вмісту вище зазначених елементів під впливом напруженої м'язової діяльності. З урахуванням

цього нами проведено дослідження впливу фізичних навантажень на баланс Cu, Zn, Mn і Fe в організмі експериментальних тварин.

Згідно з одержаними нами результатами проведеного експерименту (табл. 1), м'язова діяльність викликає суттєві зміни балансу вказаних металів в організмі. Так, після 15-хвилинного плавання концентрація міді в скелетних м'язах знизилася майже в два рази ($P < 0,05$), іонів цинку - в 2,8 рази ($P < 0,01$), іонів заліза - в 2,2 рази ($P < 0,05$). Зміни, які спостерігались, відбувалися на фоні тенденції до зростання в крові концентрації міді після навантаження та достовірного зростання (в 1,6 рази; $P < 0,01$) концентрації цинку.

Разом з цим концентрація іонів Mn у скелетних м'язах не змінилася, а в серці вона навіть трохи зросла (в 1,35 рази; $P < 0,02$). Проте для всіх вивчених металів концентрація їх у печінці залишилась практично незмінною.

П'ятигодинне фізичне навантаження зумовило дещо інший характер досліджуваної динаміки. На відміну від 15-хвилинного плавання, концентрації Cu, Zn і Fe у скелетних м'язах після тривалої м'язової роботи суттєво не відрізнялися від початкових показників. Також практично незмінною залишалась і концентрація Mn у всіх тканинах, Zn - в серці і печінці, Cu - в печінці. Проте концентрація іонів міді в порівнянні з контролем помітно зросла (в 1,4 рази; $P < 0,001$).

Встановлення динаміки цього балансу, а також виявлення в ряді випадків однакового спрямування зміни активності антиоксидантного ферменту із зміною вмісту відповідного кофактора в тканинах досліджуваних органів послужило підставою

Таблиця 1

Вплив плавального навантаження різної тривалості та інтенсивності на концентрацію Fe, Zn, Cu і Mn у тканинах щурів (у мг% на сиру вагу тканини), а також на вихід цих металів з сечою і калом протягом доби після 5-годинного плавання (мг); ($M \pm m$, $n = 7...19$; P - відносно контролю)

Досліджувані тканини	Умови досляду	Fe	Zn	Cu	Mn
Скелетні м'язи	Контроль	1,72 $\pm 0,25$	1,09 $\pm 0,13$	0,077 $\pm 0,014$	0,0063 $\pm 0,0014$
	15-хв плавання	0,76 $\pm 0,05$ P<0,01	0,39 $\pm 0,03$ P<0,001	0,040 $\pm 0,003$ P<0,05	0,0055 $\pm 0,0005$ P - н/д
	5-годинне плавання	1,29 $\pm 0,33$ P - н/д	0,93 $\pm 0,16$ P - н/д	0,071 $\pm 0,013$ P - н/д	0,0078 $\pm 0,0015$ P - н/д
Печінка	Контроль	15,42 $\pm 3,00$	1,69 $\pm 0,17$	0,25 $\pm 0,01$	0,19 $\pm 0,04$
	15-хв плавання	15,79 $\pm 4,20$ P - н/д	1,37 $\pm 0,10$ P - н/д	0,28 $\pm 0,02$ P - н/д	0,23 $\pm 0,02$ P - н/д
	5-годинне плавання	9,50 $\pm 1,6$ 0,05<P<0,1	2,11 $\pm 0,24$ P - н/д	0,21 $\pm 0,03$ P - н/д	0,12 $\pm 0,02$ P - н/д
Серце	Контроль	19,04 $\pm 1,70$	2,40 $\pm 0,26$	0,36 $\pm 0,02$	0,040 $\pm 0,004$
	15-хв плавання	5,49 $\pm 0,08$ P<0,001	0,96 $\pm 0,08$ P<0,001	0,31 $\pm 0,02$ P - н/д	0,054 $\pm 0,004$ P<0,02
	5-годинне плавання	11,71 $\pm 0,90$ P<0,001	1,86 $\pm 0,07$ P - н/д	0,52 $\pm 0,03$ P<0,001	0,049 $\pm 0,007$ P - н/д
Кров	Контроль	46,2 $\pm 2,1$	0,56 $\pm 0,12$	0,19 $\pm 0,02$	0,0020 $\pm 0,0003$
	15-хв плавання	48,8 $\pm 4,6$ P - н/д	0,95 $\pm 0,01$ P<0,01	0,26 $\pm 0,03$ 0,05<P<01	0,0019 $\pm 0,0002$ P - н/д
	5-годинне плавання	42,3 $\pm 3,1$ P - н/д	0,87 $\pm 0,04$ P<0,05	0,13 $\pm 0,01$ P<0,01	0,0026 $\pm 0,0003$ P - н/д
Кал	Контроль	1,20 $\pm 0,34$	0,081 $\pm 0,019$	0,041 $\pm 0,007$	0,089 $\pm 0,019$
	За добу після 5 г плавання	2,27 $\pm 0,32$ P<0,05	0,091 $\pm 0,022$ P - н/д	0,098 $\pm 0,035$ P - н/д	0,056 $\pm 0,012$ P - н/д
Сеча	Контроль	0,011 $\pm 0,001$	0,014 $\pm 0,002$	не виявлено	0,0012 $\pm 0,0002$
	За добу після 5 г плавання	0,019 $\pm 0,0018$ P<0,01	0,016 $\pm 0,004$ P - н/д	не виявлено	0,0014 $\pm 0,0002$ P - н/д

для припущення про можливість участі останніх в особливості виявлення тканинами за м'язової роботи антиокислювальної активності, що, в свою чергу, обумовило доцільність вивчення надалі впливу вище згаданих кофакторів на фізичну працездатність.

Одним із шляхів підвищення ефективності функціонування АО-системи може служити вплив на дуже важливий її компонент – тіол-дисульфідну ланку за допомогою як тіолових сполук, так і деяких кофакторів і, зокрема Se, який є кофактором Se-залежної ГПО (P. Marconnet et al., 1994).

Однією з передумов для здійснення такої корекції були результати проведеного нами вивчення динаміки вмісту в тканинах експериментальних тварин і крові спортсменів SH-груп як інтегрального показника функціонального стану тіол-дисульфідного механізму.

Важливим у цій динаміці, на наш погляд, виявилось найбільш виразне зниження рівня SH-груп у серці лабораторних щурів як після інтенсивного 15-хвилинного, так і, особливо, після 5-годинного плавання, що свідчить про різке пригнічення антиоксидантної функції тіол-дисульфідної ланки в цьому органі і, відповідно, може бути фактором, який обмежує фізичну працездатність (табл.2).

Визначення SH-груп у крові показало, що одноразове 15-хвилинне плавання викликає аналогічне із зміною в скелетних м'язах і серці зниження їхньої концентрації. Причому, це зниження зумовлене виключно зниженням концентрації еритроцитарних SH-груп, тоді як у плазмі їхній рівень практично не змінився (табл. 3).

Таблиця 2

Вплив плавального навантаження різної тривалості та інтенсивності на вміст загальних, білкових і небілкових SH-груп у скелетних м'язах, печінці і серці щурів. (вміст SH-груп — в мкмоль·мг білка⁻¹; P₁ — відносно контролю; P₂ — відносно 15-хвилинного плавання; n = 7...10)

Органи	Статистика	Інтактні щури (контроль)			Щури, що плавали 15 хвилин			Щури, що плавали 5 годин		
		Загальні SH-групи	Білкові SH-групи	Небілкові SH-групи	Загальні SH-групи	Білкові SH-групи	Небілкові SH-групи	Загальні SH-групи	Білкові SH-групи	Небілкові SH-групи
Скелетні м'язи	M	7,35	5,57	1,73	4,47	4,03	0,44	9,55	7,92	1,30
	± m P ₁ < P ₂ <	0,54	0,49	0,25	0,19 0,001	0,16 0,02	0,08 0,001	0,37 0,01	0,28 0,05 0,001	0,14 н/д 0,001
Печінка	M	8,57	5,97	2,60	7,01	6,29	0,72	8,57	7,41	1,23
	± m P ₁ < P ₂ <	0,46	0,60	0,47	0,52 0,1	0,47 н/д	0,14 0,01	0,71 н/д	0,67 н/д	0,1 н/д
Серце	M	6,91	3,60	3,39	5,12	4,33	0,81	4,34	3,53	0,81
	± m P ₁ < P ₂ <	0,53	0,25	0,40	0,37 0,01	0,40 н/д	0,14 0,001	0,34 0,1 н/д	0,45 н/д	0,21 0,001 н/д

Таблиця 3

Вплив плавальних навантажень різної тривалості і інтенсивності на концентрацію SH-груп (мкмоль·мл⁻¹) в крові щурів; (P₁ — відносно контролю; P₂ — відносно групи тварин, що плавали 15 хвилин; n = 7...10)

Об'єкт дослідження	Статистика	Контроль	Щури, що плавали 15 хв.	Щури, що плавали 5 годин	Треновані щури	Перетреновані щури
Цільна кров	M	80	68	112	105	72
	± m	4,2	4,7	8,5	2,5	7,4
	P ₁ < P ₂ <	- -	0,05 -	0,001 0,01	0,001 -	н/д -
Еритроцити	M	131	104	148	189	124
	± m	5,6	8,1	8,1	9,5	9,5
	P ₁ < P ₂ <	- -	0,05 -	н/д 0,01	0,001 -	н/д -
Плазма	M	25	23	26	25	14
	± m	1,3	0,6	1,4	2,4	3,1
	P ₁ < P ₂ <	- -	н/д -	н/д н/д	н/д -	0,01 0,01

Оскільки близько 95% усіх сульфгідрильних груп в еритроцитах, як відомо, належить глутатіону, то можна зробити висновок, що виявлене зниження концентрації SH-груп у крові

відбувається головним чином за рахунок SH-груп низькомолекулярного тіолу.

Під впливом 5-годинного фізичного навантаження спрямованість динаміки концентрації тіолових груп у крові мала характер протилежний тій, що за 15-хвилинного навантаження: їхня концентрація в гемолізаті крові зросла в 1,4 рази ($P < 0,01$), причому, знову-таки за рахунок зміни концентрації SH-груп в еритроцитарній масі.

Динаміка стану тіол-дисульфідної ланки АО-системи організму, оцінювана за балансом сульфгідрильних груп у крові, очевидно, здатна відображати складний характер адаптаційних змін, що відбуваються в усій АО-системі організму під впливом фізичних навантажень. На користь такого припущення свідчать результати проведеного нами дослідження впливу систематичних (протягом 4-х тижнів) різних за обсягом для двох груп тварин фізичних навантажень, що викликали в одній групі шурів ефект тренування, а в другій - ефект перетренованості.

Визначення концентрації сульфгідрильних груп у гемолізаті крові тренуваних тварин виявило їх вищий рівень порівняно з нетренованими тваринами (табл. 3). І, як у випадку з одноразовими фізичними навантаженнями, ця зміна відбулася за рахунок SH-груп еритроцитарної маси, а в плазмі тренуваних тварин концентрація тіолових груп не відрізнялася від контролю.

Проте під впливом систематичних і неадекватних для організму фізичних навантажень, які викликали стан перетренованості, що виявилось в зниженні ваги тварин і в зниженні рівня їхньої фізичної працездатності, спрямованість динаміки концентрації SH-груп у крові мала інший характер, ніж

у тренованих щурів. Якщо в гемолізаті крові та еритроцитах їхня концентрація практично не відрізнялася від контролю, то в плазмі вона знизилася майже в 1,8 рази ($P < 0,01$). В той же час порівняно з тренованими щурами як в гемолізаті крові, так і в плазмі та еритроцитах концентрації тіолових груп залишалися достовірно нижчими.

Вивчення динаміки концентрації SH-груп у гемолізаті крові спортсменів, які виконували одноразове велоергометричне навантаження переважно анаеробного характеру (10-хвилинна робота потужністю 320 вт) або ж навантаження переважно аеробного енергозабезпечення (протягом години потужністю 100 вт), виявило аналогічну за спрямованістю зміну цих концентрацій, як і у тварин, що плавали відповідно 15 хвилин і 5 годин (табл.4).

Таблиця 4

Вплив 10-хвилинного (потужністю 320 вт) і 1-годинного (потужністю 100 вт) велоергометричного навантаження на концентрацію SH-груп у гемолізаті периферичної крові у спортсменів (мкмоль-мл⁻¹; P_1 — відносно контролю; P_2 — відносно 10-хвилинного навантаження; $n = 7...12$).

Статистика	Контроль	10-хвилинне навантаження	1-годинне навантаження
M	86	67	100
$\pm m$	3,8	3,9	7,2
$P_1 <$	—	0,001	н/д
$P_2 <$	—	—	0,001

Якщо взяти до уваги виявлену нами ідентичність динаміки концентрації тіолових груп у крові тварин і людини у відповідь на виконання ними одноразових фізичних навантажень переважно анаеробного або аеробного характеру, а також зіставити існуючі в літературі відомості про підвищення вмісту в крові спортсменів в результаті спортивного трену-

вання глутатіону (J.D. Robertson et al., 1991) з виявленим нами підвищенням концентрації тіолових груп у крові тренуваних тварин, то можна певною мірою вірогідно екстраполювати одержані нами дані про динаміку концентрації SH-груп у скелетних м'язах, печінці і серці з щурів на людину. Окрім того, враховуючи ідентичність динаміки ЗАА і динаміки вмісту в крові спортсменів і експериментальних тварин SH-груп, можна вважати, що показник концентрації останніх у крові може служити надійним маркером для оцінки функціонального стану АО-системи організму спортсмена в процесі його адаптації до напруженої м'язової діяльності, що, в свою чергу, обґрунтовує доцільність здійснення контролю за динамікою вмісту тіолових груп у крові спортсменів за умов напруженої тренувальної і змагальної діяльності.

Особливо показовим у цьому відношенні є збіг динаміки загальної антиокислювальної активності в серці з динамікою концентрації в ньому тіолових груп і активності досліджуваних глутатіон-залежних ферментів. Встановлений збіг, на нашу думку, значною мірою зумовлений особливістю в цьому органі енергопродукції, для якої характерна перевага ресинтезу АТФ за рахунок окислювального фосфорилування, а також тією роллю, яку відіграють тіолові групи у білках і ферментах мітохондріальних структур (Ю.М. Торчинський, 1971; Ф.З. Меерсонсон, 1984). У зв'язку з цим, а також враховуючи найбільш виражене за фізичних навантажень зниження загальної антиокислювальної активності саме в серці, цілком логічним стає висновок про те, що використання фармакологічних засобів, які підвищують ефективність функціонування тіол-дисульфідної ланки АО-системи і, зокрема, низькомолекулярних тіолових сполук, дає можливість значною мірою

підвишити стійкість організму до того виду напруженої м'язової діяльності, за якої серцево-судинна система зазнає великого фізіологічного навантаження.

У дослідженій нами динаміці концентрації тіолових груп і активності глутатіон-залежних ферментів у крові як експериментальних тварин, так і спортсменів під час виконання ними фізичних навантажень різної інтенсивності і тривалості була виявлена одна особливість, що дає підставу припустити існування у крові (можливо, і в інших тканинах) ще одного шляху підтримки високої концентрації SH-груп, не пов'язаної з функцією ГПО і ГР. Особливість ця полягає в тому, що у крові щурів після 5-годинного плавання і у спортсменів після I-годинного велоергометричного навантаження, на відміну від, відповідно, 15-хвилинної і 10-хвилинної фізичної роботи, відзначалося не зниження загального вмісту SH-груп, а, навпаки, їх збільшення, причому, за рахунок зростання їхньої концентрації в еритроцитарній масі. Примітним у цій зміні, на наш погляд, є той факт, що сталася вона не на фоні (як на це можна було б сподіватися) зростання активності глутатіон-залежних ферментів, а, навпаки, її зниження. Пояснити цей факт можна введенням до механізму антиоксидантного захисту тіолових груп білків і ферментів якоїсь додаткової, можливо, "аварійної" ланки.

Аналіз даних літератури дозволяє припустити, що підвищення вмісту вільних SH-груп в еритроцитах під час тривалого фізичного навантаження могло відбутися в результаті надходження до них деяких продуктів метаболізму або ж інших біологічно активних речовин, які здатні підтримувати тіолові групи глутатіону у відновленому стані. Однією з таких речовин, що може включитися в компенсаторну перебудову

систем антиоксидантного захисту, є а-токоферол. Підтвердженням цьому може служити виявлений під час гострого стресу перерозподіл ендogenous а-токоферолу в плазмі крові й мембранах еритроцитів, що виявляється в підвищенні його вмісту в еритроцитарних мембранах на 20% і в відповідному зниженні в плазмі на 22% (Є.М. Макаелян та ін., 1987). Характерно, що концентрація аскорбінової кислоти в плазмі крові за цих умов також зростає.

Виявлене під час стресу вичерпання можливостей АО-системи супроводжується зростанням концентрації в крові катехоламінів і глюкокортикоїдів, яким також властива антиоксидантна активність (В.Д. Барабій, 1989), а також, за нашими даними, цинку як після 15-хвилинного, так і після 5-годинного плавального навантаження шурів.

Підтримці високої концентрації тіолових груп у крові може сприяти й зростання вмісту в ній за тривалих фізичних навантажень концентрації сечової кислоти і сечовини, які є активними перехоплювачами вільних радикалів у водній фазі (E. Nike et al., 1986; H. Sies, 1987; A. Knutson, 1994).

Таким чином, є всі підстави вважати, що в складній системі антиоксидантного захисту клітин від пошкоджуючих факторів, які супроводжують надмірну активізацію процесів ПОЛ під час зниження ефективності функціонування глутатіон-залежних ферментів, можливе компенсаторне втручання в цей механізм "аварійної" ланки, що виявляється в перерозподілі в крові ендogenous антиоксидантів, якими є, зокрема, певні гормони, вітаміни E, C, а також деякі продукти метаболізму.

Первинна оцінка впливу на фізичну працездатність експериментальних тварин біологічно активних речовин, які підвищують ефективність функціонування антиоксидантної системи організму

З урахуванням результатів проведених досліджень в експерименті на тваринах нами була здійснена первинна оцінка впливу на фізичну працездатність деяких антиоксидантів і активаторів антиоксидантних ферментів. У цій серії дослідів використовувався метод плавального навантаження тварин з обтяженням, а також плавальний тест (G. Kiplinger et al., 1967), що полягає у виведенні рівнянь й побудові ліній регресій, які відображають характер розвитку стомлення у лабораторних мишей під час подолання ними 20-25 1,5-метрових відрізків у спеціальній ванні.

Отримані нами експериментальні дані свідчать про відсутність підвищення стійкості мишей до розвитку стомлення як за одноразового (тут і далі препарати вводилися підшкірно) попереднього (за одну годину) введення їм аскорбінової кислоти в дозі 5 мг кг, так і за умов її курсового застосування на фоні тритижневого впливу на тварин фізичними навантаженнями.

Неефективним виявилось й одноразове попереднє введення тваринам токоферолу в дозі $5 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Але за умов тритижневого впливу на тварин фізичними навантаженнями, що призвели до зниження їх стійкості до напруженої м'язової діяльності, використання токоферолу сприяло значною мірою збереженню швидкісних можливостей, ніж витривалості. В той же час застосування за цих умов разом токоферолу і селеніту натрія (в дозі $0,045 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, 1% ЛД₅₀), який є синергістом токоферо-

лу, сприяє підвищенню стійкості організму до напруженої м'язової діяльності шляхом збереження і тієї, й іншої рухової якості.

Одноразове попереднє введення селеніту натрія в дозі $0,45 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ посилювало опір експериментальних тварин до стомлення, проте попереднє використання його разом з токоферолом не мало, як у попередньому випадку, потенційного ефекту.

Якщо одноразове попереднє введення і тривале застосування ZnCl_2 (у дозах $2,2$ і $22,2 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, відповідно 1% і 10% ЛД₅₀) на фоні тритижневого впливу фізичними навантаженнями сприяє підвищенню опору організму до розвитку стомлюваності, то мідевісміщуючі препарати (CuCl_2 , церулоплазмін) таких властивостей не мають. У той же час використання їх на фоні хронічних фізичних навантажень може сприяти підтримці швидкісних можливостей у початковому періоді м'язової роботи, але разом з цим розвиток стомлюваності відбувається швидше.

Застосування FeCl_3 у дозах, що становлять 1% і 10% ЛД₅₀ (відповідно $0,49$ і $4,9 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$), і за одноразового підшкірного введення перед тестуванням, і під час застосування за умов тритижневого впливу на тварин фізичними навантаженнями виявилось неефективним.

Попереднє введення мишам сукцимеру в дозі $1,5 \dots 50 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ сприяло підвищенню стійкості тварин до розвитку стомлення. Проте його застосування в дозі $20 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ за умов хронічного впливу на тварин протягом 3-х тижнів плавальними навантаженнями, коли препарат вводили (перорально) після кожного навантаження, не викликало суттєвих змін у показни-

как фізичної працездатності мишей, порівняно з тваринами контрольної групи.

Порівняльний аналіз впливу на фізичну працездатність досліджуваних біологічно активних речовин з впливом фенаміну за його одноразового попереднього введення тваринам у дозах $0,5 \dots 8,0 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ свідчить про вищу ефективність психостимулятора. Однак, як відомо, основна дія цього типового допінгового засобу пов'язана зі штучним підвищенням тону симпатoadреналової системи, неекономною витратою енергії, що може призвести до вияву пошкоджуючого ефекту.

У той же час одержані нами експериментальні дані свідчать про те, що введення тваринам сукцимеру перед тривалим фізичним навантаженням сприяє усуненню викликаного напруженою м'язовою діяльністю роз'єднання процесів окислення і фосфорилування в мітохондріях досліджуваних органів, а також підвищенню їх можливостей до окислювального ресинтезу АТФ.

Мітохондрії серця щурів, яким притаманна найбільша інтенсивність дихання і фосфорилування, під впливом 5-годинного плавання виявляють найсуттєвіші зрушення в окислювальному ресинтезі АТФ. Разом з цим саме в них сприятливий вплив сукцимеру після такого навантаження виявляється найвиразніше (рис. 2).

Поряд з цим антиоксиданти і, зокрема, токоферол сприяють вищій ефективності функціонування центральних механізмів керування цілеспрямованою поведінкою. Це виявилось в підвищенні під впливом вітаміну Є здатності експериментальних тварин виконувати в сконструйованому нами лабіринті стандартизоване рухове завдання. Так, через 3...24 години після введення вітаміну час, необхідний для виконання окремих його параметрів, достовірно зменшується.

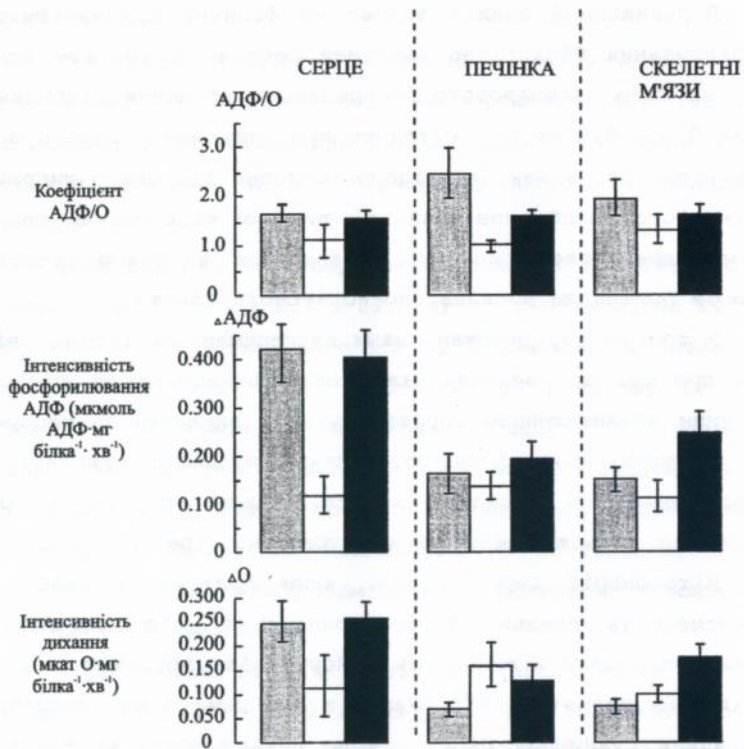





Рис. 2. Вплив сукцимера на окислювальне фосфорилювання в ізольованих мітохондріях серця, печінки і скелетних м'язів щурів під час 5-годинного плавального навантаження (n=7...8)

-  — інтактні щури;
-  — тварини, які плавали 5 годин;
-  — тварини, які плавали 5 годин з попереднім введенням сукцимеру в дозі 50 мг·кг⁻¹ (підшкірно)

Дослідження можливостей фармакологічної корекції стану антиоксидантних механізмів для підвищення стійкості організму спортсменів до напруженої м'язової діяльності

Аналіз даних літератури та результатів власних експериментальних досліджень дозволили обґрунтувати вибір і схему застосування ряду біологічно активних речовин для підвищення стійкості організму спортсменів до значних фізичних навантажень. У запропонованому нами варіанті фармакологічної корекції стану антиоксидантних механізмів розроблені підходи й обґрунтування такого різновиду корекції знайшли своє відображення в тому, що застосування в терапевтичних дозах і сукцимеру, і мінерало-вітамінного комплексу, що містить цинк, мідь, селен, вітаміни А, Е, С і РР аргументується, з одного боку, їх реактивуючим впливом на основні ланки АО-системи і, з другого боку, дефіцитом в організмі цих біологічно активних речовин, зумовленим напруженою м'язовою діяльністю. Суттєвим у стратегії застосування запропонованого комплексу біологічно активних речовин, на наш погляд, є її профілактичний характер. Це, зокрема, проявляється в рекомендації щодо використання сукцимеру перед значними за обсягом і інтенсивністю фізичними навантаженнями, які спроможні через надмірну активізацію процесів ПОЛ викликати в інтенсивно функціонуючих органах і, перш за все в серці, серйозні морфофункціональні порушення. До речі, зауважимо, що з 1200 – 1500 випадків раптової смерті, які щорічно трапляються серед спортсменів в одній лише Франції, 90% пов'язані з порушенням серцевої діяльності (М. Jaeger, 1990).

Використання з лікувально-профілактичною метою будь-яких лікувальних засобів, як і фармакологічних способів корекції фізичної працездатності, пов'язане із здатністю організму адаптуватися до введених до нього біологічно активних речовин. У зв'язку з цим, на нашу думку, цілком обгрунтованим є положення про те, що застосування такого роду засобів повинно здійснюватися не протягом усього періоду фізичних навантажень, а лише в період найбільш напружених тренувань і змагань. Разом з цим, якщо мінерало-вітамінний комплекс можливо використовувати щоденно, то сукцимер – доцільно в день значних фізичних навантажень перед тренуваннями.

Під час розробки схеми застосування вище згаданих біологічно активних речовин з метою підвищення стійкості організму до фізичних навантажень бралася до уваги й комплексотвірна властивість сукцимеру, що обгрунтовувало доцільність його застосування неодноразово з мінералами, хоча здатність до виведення металів у сукцимеру виявляється переважно у випадку з важкими елементами (Є.Є. Розенберг, 1970).

На основі розробленого підходу нами проведена серія дослідів з метою вивчення впливу на фізичну працездатність спортсменів як лише самого сукцимеру під час його введення перед одноразовим фізичним навантаженням, так і використання його разом з мінерало-вітамінним комплексом, який включає вітаміни А, Є, С, РР і мікроелементи – Zn, Cu, Se в кількостях, що відповідають рекомендаціям ВОЗ.

Було з'ясовано, що прийом сукцимеру в дозі 1,0 г за одну годину до тестування піддослідними спортсменами – студентами ІФК, які спеціалізуються в різних видах спорту,

статистично значуще не вплинув на рівень фізичної працездатності, яка оцінювалась за тестом PWC₁₇₀. Разом з тим, за результатами проведеного нами порівняльного вивчення впливу фенаміну, як типового допінгового засобу, на фізичну працездатність спортсменів у тесті PWC₁₇₀, виявилось, що приймання психостимулятора в дозі 10 мг перорально за 1 годину до тестування не лише не сприяло підвищенню фізичної працездатності, оцінюваної цим методом, (хоча суб'єктивно досліджувані відчували легкість виконання роботи), але, навпаки, навіть її зниженню на 28% ($P < 0,05$), що, очевидно, зумовлене підвищенням реактивності організму на стандартне фізичне навантаження. Результати проведеного досліджу, а також аналіз даних літератури показали, що стимулююча дія цього препарату зумовлена підвищенням реалізації функціональних можливостей організму на фоні їх низької економічності. Зазначений ефект пов'язаний з фармакологічними властивостями психостимуляторів, які полягають, як відомо, в їх збуджуючому впливові на психомоторні функції, і в підвищенні тонуру симпатoadреналової системи. Характерною особливістю психостимуляторів є також звільнення під впливом цих препаратів так званих "мобільних" запасів катехоламінів (адреналін, норадреналін, дофамін) у структурах центральної нервової системи і симпатичних закінченнях у різних органах). Антиоксиданти, зокрема сукцимер, такої властивості не мають (В.Л. Смульський, 1977).

Незважаючи на посилення гліколізу, психотропні стимулятори врешті рещт порушують енергопродукцію, спричиняють до зниження енергетичних резервів клітин, зумовлюючи нееконормну роботу організму і завдаючи великої, а іноді й неоправної шкоди здоров'ю. Помітною стороною позитивного впли-

ву антиоксидантів та активаторів антиоксидантних ферментів на м'язову працездатність є підвищена реалізація функціональних можливостей організму, що протікає на фоні їх більш високої економізації. Одним із доказів цього є результати проведеного дослідження, яке виявило, що за межового навантаження досліджувані, які прийняли за I годину до початку запропонованого нами тесту 1 г сукцимеру, змогли під час 30-хвилинної велоергометричної роботи з потужністю 230 вт і подальшим переходом на потужність 305 вт виконати на другій "сходинці", працюючи до відмови, в 2,8 рази більший обсягом роботи (загальний приріст виконаної роботи за цих умов становив близько 7%).

Треба зауважити, що запропонований нами вид фізичного навантаження та метаболічні і функціональні зміни в організмі, що відбуваються за цих умов, здатні відобразити симптомокомплекс стомлення і вияв компенсаторних реакцій у процесі його розвитку (В.Д. Моногаров, 1989). Виходячи з цього, можна припустити, що під час виконання досліджуваними 30-хвилинного навантаження потужністю 230 вт в їхньому організмі розвиваються і переважають аеробні процеси енергозабезпечення. Ефективність останніх, а також початок і швидкість розвитку компенсаторних реакцій енергопродукції в міру розвитку стомлення, що виявляються в поступовому переході з окислювального фосфорилування на менш економічний – анаеробний шлях енергозабезпечення, повинні визначатися функціональним станом мітохондріальних структур.

Беручи до уваги той факт, що напружена м'язова діяльність супроводжується значною активізацією процесів ПОЛ у тканинах інтенсивно функціонуючих органів, що приводить зрештою до зниження продуктивності аеробного шляху ре-

синтезу АТФ (продукти ПОЛ є природними роз'єднувачами окислювального фосфорилування), треба думати, що виявлений ефект сукцимеру зумовлений його здатністю як антиоксиданту перешкоджати утворенню перекисів ліпідів у мембранах мітохондрій. Разом з цим слід зауважити, що захисний ефект тіолового антиоксиданту, як ми бачили, найбільш виразний у відношенні до мітохондрій серця, від функціонального стану SH-груп яких залежить ефективність аеробного ресинтезу АТФ. З іншого боку, можливим є і захисний ефект дітіолу у відношенні до SH-груп гліколітичних ферментів, які можуть бути "атаковані" й пригнічені продуктами вільнорадикального окислення, а також відносно SH-груп міозину, в результаті чого зберігається здатність останнього трансформувати енергію АТФ в енергію м'язових скорочень.

Разом з тим, як було показано, фармакологічну корекцію стану тіол-дисульфідної ланки доцільно здійснювати в комплексі з впливом і на інші ланки АО-системи. Виходячи з цього, веслувальникам-академістам — учням спортшколи-інтернату і студентам 1-2 курсів УГУФВС у кінці підготовчого періоду були запропоновані обґрунтовані нами рекомендації. Їх суть полягала в попередньому (за I годину до початку кожного з п'яти тренувань з великими навантаженнями, запланованими в двотижневому мікроциклі) прийомі 0,5 г сукцимеру і в щоденному прийомі в післяробочий період мінерало-вітамінного комплексу, що вміщував вітаміни С, РР, Є, А і мікроелементи Zn, Cu і Se (дозування представлене нижче в "Практичних рекомендаціях").

Проведення на початку і в кінці експерименту контрольних тестувань, що дозволяють визначити рівень швидкісно-силових можливостей спортсменів і рівень їх загальної ви-

тривалості, показало, що члени дослідної групи, які користувалися запропонованими нами рекомендаціями, поліпшили свої показники в швидкісно-силовому тесті (максимальна кількість присідань зі штангою вагою 50 кг на плечах за 30 с), в середньому на 11,1%, тоді як у контрольній групі досліджуваних, які приймали плацебо, середньогруповий показник статистично значуще не відрізнявся від показника початкового тестування.

Запропоновані нами рекомендації сприяють ефективнішому протіканню й відновлювальних процесів у спортсменів. Наочним доказом цьому можуть бути результати проведеного нами дослідження веслувальників-академістів (чемпіони України, четвірка розпашна без рульового, легка вагова категорія) в період їх підготовки до чемпіонату Європи 1995 року. Виявилося, що виконання великого тренувального навантаження без використання запропонованої нами фармакологічної корекції викликало більше зниження до ранку наступного дня концентрації сечовини в крові й помітне збільшення індивідуальних показників індексу напруження міокарду, що свідчить про виразнішу незавершеність відновлювальних процесів.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтверджують правильність запропонованого підходу до вибору засобів фармакологічної корекції стану АО-системи і їх використання з метою підвищення стійкості організму до фізичних навантажень і поліпшення ефективності тренувального процесу.

Розроблені на основі одержаних даних практичні рекомендації і висновки були впроваджені до тренувального процесу збірних команд України з сучасного п'ятиборства, веслування, альпінізму.

Фактичний матеріал праці і зроблені на його основі висновки використовуються в лекційних курсах з медико-біологічних основ спорту в Університеті фізичного виховання і спорту, а також на факультетах підвищення кваліфікації викладачів ВУЗів і тренерів ДСТ та відомств України.

В И С Н О В К И

1. Під час напруженої м'язової діяльності, що характеризується перевагою як анаеробних, так і аеробних процесів енергозабезпечення, в організмі експериментальних тварин відбувається посилення процесів ПОЛ, що виявляється в значному підвищенні вмісту в тканинах продуктів, які реагують з тіобарбітуровою кислотою.

2. Зростання інтенсивності процесів ПОЛ спричиняє до підвищення фізіологічного навантаження на механізм антиоксидантного захисту в тканинах і виразної зміни функціонального стану його окремих ланок. Ці зміни специфічні, мають тканинні й органні особливості і залежать від інтенсивності та тривалості фізичного навантаження.

2.1. Найвиразніше зниження загальної антиоксидантної активності в тканинах експериментальних тварин (як і зниження показників функціонального стану тіол-дисульфідної ланки АО-системи) відбувається в серці після 5-годинного плавання, що свідчить про те, що за напруженої м'язової діяльності антиоксидантні механізми в цьому органі зазнають найбільшого фізіологічного навантаження. Загальні антиоксидантні можливості печінки і крові під час фізичної роботи не знижуються, а, навіть більше того, підвищуються в печінці після переважно анаеробного і в крові після переважно аеробного плавального навантаження.

2.2. Характерною рисою вияву органних особливостей загальної антиоксидантної активності є домінування окремих антиоксидантних механізмів: у серці – тіол-дисульфідної ланки, в скелетних м'язах – супероксиддисмутазної активності, в печінці – каталази. Це знаходить відображення як у високому початковому рівні активності відповідних ферментів, так і в однаковій спрямованості її змін поряд зі зміною загальної антиоксидантної активності в цих тканинах щурів після інтенсивних плавальних навантажень.

2.3. Напружена м'язова діяльність (великий обсяг тренувальних навантажень, спрямованих на розвиток у бігунів на середні дистанції витривалості) зумовлює інтенсивне використання в організмі вітамінів-антиоксидантів.

2.4. Однією з причин зміни стану АО-системи організму під час напруженої м'язової діяльності є зміна в тканинах балансу металів-кофакторів антиоксидантних ферментів.

2.5. Динаміка показників активності антиоксидантних ферментів і балансу SH-груп у крові як спортсменів, так і експериментальних тварин під час виконання ними різних за характером енергозабезпечення фізичних навантажень, ідентична, що дозволяє екстраполювати дані про функціональний стан окремих ланок антиоксидантної системи в скелетних м'язах, печінці і серці з тварин на людину. Разом з цим динаміка вмісту SH-груп у крові найбільшою мірою відповідає динаміці в ній загальної антиоксидантної активності, що дозволяє використовувати цей показник як надійний маркер для оцінки інтегрального стану АО-системи організму в період його адаптації до фізичних навантажень і, зокрема, організму спортсменів за умов напруженої тренувальної і змагальної діяльності.

3. Оцінка стану антиоксидантної системи організму, що включає визначення функціонального стану окремих її ланок (визначення вмісту в крові вітамінів-антиоксидантів, загального вмісту SH-груп, активності антиоксидантних ферментів), дозволяє виявити резервні можливості антиоксидантних механізмів і здійснювати в разі необхідності відповідну їх корекцію залежно від відхилень досліджуваних показників від норми.

4. Використання під час напруженої м'язової діяльності засобів корекції стану АО-системи (сукцимеру, токоферолу, аскорбінової кислоти, Se, Zn і Cu) виявляє специфічний вплив кожного з них на окремі сторони вияву стійкості організму до фізичних навантажень. Врахування цих особливостей і специфічних властивостей зазначених біологічно активних речовин, як і особливостей їх взаємодії між собою, обґрунтовують доцільність комплексного застосування їх у періоді найзначнішого впливу на організм фізичних навантажень.

5. Одноразове пероральне застосування сукцимеру в дозі 0,5 г за 1 годину до велоергометричного тестування викликає підвищення межового обсягу виконуваної роботи з високою потужністю, не справляючи за цих умов суттєвого впливу на показники фізичної працездатності під час виконання стандартних фізичних навантажень (у тесті PWC₁₇₀).

6. Застосування розроблених рекомендацій з корекції стану АО-системи в періоді тренувального мікроциклу, спрямованого на розвиток швидко-силових можливостей, забезпечує достовірне збільшення відповідного показника на 11,1 %. Використання цього комплексу в періоді виконання значних за обсягом і інтенсивністю тренувальних навантажень

забезпечує ефективніше відновлення показників функціональних можливостей спортсменів.

7. Особливістю позитивного впливу запропонованого способу корекції стану АО-системи на стійкість організму до напруженої м'язової діяльності (на відміну від фенаміну – типового представника допінгових засобів) є високий ступінь реалізації функціональних можливостей, зумовлений підвищенням економічності, більш високою ефективністю енергопродукції і енерговитрат, а також більш високою ефективністю функціонування центральних механізмів керування руховими діями.

Практичні рекомендації

На основі результатів проведеного дослідження розроблені практичні рекомендації, які можна використовувати для впливу на організм за значних за обсягом і інтенсивністю фізичних навантажень, зокрема, у спортсменів, які зайняті у видах спорту, що потребують вияву витривалості за умов напруженої тренувальної і змагальної діяльності:

- запропоновано комплексний метод оцінки стану антиоксидантної системи організму, який полягає у визначенні функціонального стану її окремих ланок (визначення ступеня насичення крові вітамінами-антиоксидантами і металами-кофакторами антиоксидантних ферментів, загального вмісту SH-груп і активності в крові антиоксидантних ензимів), що дозволяє з'ясувати резервні можливості АО-системи і в разі необхідності здійснювати відповідну корекцію залежно від відхилень досліджуваних показників від норми;

- запропоновано комплекс фармакологічних засобів корекції стану антиоксидантної системи для підвищення

стійкості організму до напруженої м'язової діяльності, який включає тіоловий антиоксидант – сукцимер (0,5 г) і мінерало-вітамінні компоненти (аскорбінову кислоту – 150 мг, вітамін Є – 20 міжн. од., вітамін А – 3000 міжн. од., вітамін РР – 30 мг, цинк – 1,4 мг, мідь – 0,4 мг, Se – 0,025 мг*). Рекомендована схема застосування: прийом сукцимеру – за I годину до великого фізичного навантаження, а мінерало-вітамінного комплексу – щоденно протягом курсу з інтервалом не менше 6 годин після прийому сукцимеру**.

Список наукових праць, опублікованих за темою дисертації

Монографії, навчальні посібники.

1. Питание в системе подготовки спортсменов. /Под ред. Смутьского В.Л., Моногарова В.Д., Булатовой М.М. – Киев: Олимпийская литература, 1996.– 218 с.

2. Медико-биологические основы тренировки в циклических видах спорта: Учебное пособие для ИФК. Киев: КГИФК, 1991. – 90 с. /в соавт: Ткачук В.Г., Брынзак В.П., Приймаков А.А.и др.: Под общей редакцией В.Г. Ткачука/.

Наукові статті.

3. Зміни вмісту сульфгідрильних груп у м'язах при втомі // Тематична збірка: Біологічні основи спортивного тренування.– Київ.: КДІФК, 1974.– С. 34-37.

* Дозування мінерало-вітамінних компонентів відповідає вмісту їх в одній пігулці препарату "Plenyl" (виробництво лабораторії UPSA, Франція).

** Через 6 годин після прийому сукцимеру його концентрація в крові незначна, в зв'язку з чим виключається можливість взаємодії сукцимеру, як комплексоутворювача, з введеними мікроелементами.

4. Зміни вмісту сульфгідрильних груп у тканинах шурів при м'язовій діяльності // Український біохімічний журнал. Київ.: Наукова думка, - 1976.- Т. 47. - N 1.- С. 48-50.- /співавт.: Радзівський О.Р., Котій В.М./.

5. Влияние димеркаптоянтарной кислоты на содержание катехоламинов в тканях крыс при физической нагрузке // Республиканский межведомственный сборник: Фармакология и токсикология. Киев.: Здоров'я, 1977. - Вып 12.- С. 67-69.

6. Зміни працездатності білих мишей під впливом введення малих доз антимиоцитотоксичної сироватки // Фізіологічний журнал. Київ, 1977.- Т. 23.- N 6.- С. 805-809.- /співавт.: Ільчевич М.В., Радзівський О.Р., Голубович З.С./.

7. Влияние димеркаптоянтарной кислоты на энергетические процессы при утомлении // Республиканский межведомственный сборник: Физиологически активные вещества.- Киев.: Наукова думка, 1979.- Вып. 11.- С. 38-41.

8. Увеличение мышечной работоспособности под влиянием тиоловых соединений // Сборник научных трудов: Биохимические пути повышения эффективности спортивной тренировки.- Киев: КГИФК, 1973.- С. 43-47.- /соавт.: Радзиевский А.Р., Котий В.Н./.

9. Микроэлементы и физическая работоспособность // Сборник научных трудов КГИФК: Медико-биологические основы подготовки квалифицированных спортсменов.- Киев: КГИФК, 1986.- С. 108-116.- /соавт.: Глушенко Т.Н., Владимирович Л.И./.

10. Переокисное окисление липидов и роль антиоксидантной системы организма в проявлении выносливости // Сборник на-

учных трудов: Механизмы развития выносливости спортсменов.— Киев: КГИФК, 1992.— С. 45-56.

Авторське свідоцтво.

11. Устройство для изучения высшей нервной деятельности животных // Авторское свидетельство на изобретение № 316440.— Бюллетень N 30, 1971.— 3 с. — /соавт.: Литвинов В.Б., Ковылин Г.И./.

Програми навчальних дисциплін.

12. Медико-биологические основы спорта. Программа для институтов физической культуры.— Киев: КГИФК, 1991.— 37 с. — /соавт.: Мищенко В.С., Дудин Н.П., Морозов В.Н. и др.: Под общей ред. Мищенко В.С./.

13. Медико-біологічні основи фізичної культури. Навчальна програма для фізкультурних вузів.— Київ: Спорт, 1994.— 30 с.— /співавт.: Міщенко В.С., Бринзак В.П. та ін.: Під загальною ред. Міщенко В.С./.

Лекції.

14. Фармакологическое обеспечение и коррекция физической работоспособности в спортивной тренировке // Лекция для слушателей факультета повышения квалификации.— Киев: КГИФК, 1988.— 23 с.

Матеріали в збірниках наукових праць.

15. Влияние тиоловых соединений на работоспособность // Материалы 1-й Всесоюзной конференции проблемных НИИ лабораторий ИФК.— М.: ГЦОЛИФК, 1973.— С. 112-116.— /соавт.: Котий В.Н./.

16. Влияние дитиола С-10 на процессы окислительного фосфорилирования при напряженной мышечной деятельности // Материалы 2-го съезда фармакологов УССР.— Киев: Здоров'я, 1973.— С. 224-225.

17. Вопросы фармакологии спорта // Материалы научно-практической конференции: Медицинские вопросы военно-технической подготовки и спорта. — Киев.: ДОСААФ, 1975. — С. 55-58. — /соавт.: Радзиевский А.Р./.

18. Влияние дитиола С-10 на углеводно-фосфорный обмен в организме крыс при мышечной деятельности // Сборник научных трудов: Научные основы и методы повышения спортивной работоспособности.— М.: ВНИИФК, 1976.— С. 24-27.

19. Влияние тиоловых соединений на протекание восстановительных процессов после напряженной мышечной деятельности // Материалы научной конференции: Проблемы реабилитации в спорте.— Минск.: Комитет по физической культуре и спорту при СМ БССР, 1976. — С. 41-42.

20. Динамика содержания тиоловых групп в крови человека и животных при мышечной деятельности // Материалы Всесоюзной конференции: Функциональные резервы и адаптация.— Киев: КГИФК, 1990.— С. 204-205.

21. Содержание сульфгидрильных групп в крови животных и человека при физических нагрузках // Материалы конференции: Адаптационные изменения организма и возможности применения их признаков для текущей коррекции физических нагрузок (Каунас, 1990).— Вильнюс: Литовский ИФК, 1991.— Часть 4.— С. 9-14.

22. Применение комплекса антиоксидантов в тренировочном процессе гребцов-академистов // Материалы региональной научно-практической конференции: Актуальные проблемы физической культуры.— Ростов-на-Дону: Комитет по физической культуре и спорту, 1995.— Т. 5.— С. 12-14.— /соавт.: Федотов А.С./.

Тези доповідей.

23. О методике оценки физической работоспособности под влиянием фармакологических средств // Тезисы докладов 3-го съезда фармакологов Украинской ССР. Винница, 1977.— С. 166.

24. О методах оценки тренированности спортсменов-гандболисток высшей квалификации // Тезисы докладов научной конференции: Комплексная конференции: Физиологические механизмы физической и умственной работоспособности при спортивной и трудовой деятельности.— Львов.: Споркомитет Украинской ССР, 1981.— С. 27-28.— /соавт.: Радзиевский А.Р., Ткачук В.Г., Турчин И.Е. и др./.

25. Баланс некоторых металлов в организме при физических нагрузках // Тезисы докладов научной конференции: Физиологические механизмы физической и умственной работоспособности при спортивной и трудовой деятельности.— Львов.: Споркомитет Украинской ССР, 1981.— С. 27-28.

26. Посилення перекисного окислення ліпідів у тканинах тварин при фізичному навантаженні // Тези доповідей XI з'їзду Українського фізіологічного товариства (Дніпропетровськ, 1982).— Київ.: Наукова думка, 1982.— С. 381-382.— /співавт.: Глушенко Т.М./.

27. Контроль за динамикой индекса напряжения миокарда у юных бегунов на средние дистанции на этапе начальной спортивной специализации // Тезисы докладов XIII Всесоюзной научно-практической конференции: Оптимизация подготовки юных спортсменов.— М.: ВНИИФК, 1983.— С.118-119.— / соавт.: Брынзак С.И./.

28. Факторный анализ показателей спортивно-технической и функциональной подготовки футболистов // Тезисы докладов Всесоюзной конференции: Применение ЭВМ и математических ме-

тодов в управлении подготовкой сборных команд (Измаил, 1983).— Одесса, 1983.— С. 138-139.— /соавт.: Зеленцов А.М., Коньков А.Д./.

29. Особенности адаптации к физическим нагрузкам юных бегунов на средние дистанции по показателям мочевины крови // Тезисы докладов 17-й Всесоюзной конференции: Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности (Ленинград, 1984).— М.: ВНИИФК, 1984.— С. 34-35.— /соавт.: Брынзак С.И., Владимирова Л.В./.

30. Структура системи фізіологічного контролю тренуваності спортсмена // Тезиси доповідей XII з'їзду українського фізіологічного товариства ім. І.П. Павлова.— Львів, 1986.— С. 406-407.— /співавт.: Ткачук В.Г., Дудін М.П., Приймаков О.О./.

31. Витамин Е, селен и физическая работоспособность // Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции: Проблемы повышения мастерства спортсменов.— Госкомспорт Чувашской АССР, 1989.— С. 275-277.

32. Высокие физические нагрузки и состояние антиоксидантной системы организма спортсмена // Тезисы докладов международного научного конгресса: Современный олимпийский спорт.— Киев: КГИФК, 1993.— С. 272-274.

33. Antioxidative activity in tissues under different physical loads // Ninth International Conference: Biochemistry of Exercise (abstracts). Aberdeen, 1994.— P. 132.— /соавт.: Mishchenko V.S./.

Смульский В.Л. фармакологическая коррекция состояния антиоксидантной системы как способ повышения устойчивости организма к напряженной мышечной деятельности.

Диссертация (рукопись) на соискание ученой степени доктора наук по физическому воспитанию и спорту по специальности 24.00.01 – Олимпийский и профессиональный спорт. Украинский государственный университет физического воспитания и спорта, Киев, 1997 г.

Защищаются результаты исследований и их концептуальное обобщение, изложенные в 33 опубликованных работах, которые обосновывают возможность фармакологической коррекции состояния антиоксидантной системы организма для повышения его устойчивости к напряженной мышечной деятельности.

Результаты работы внедрены в практику подготовки спортсменов и в учебный процесс высшей школы.

Smulsky V.L. Pharmacological Correction of the State of Antioxidative System as the Method for Improving Stability of Organism to Strenuous Muscular Activity.

Dissertation for doctor's degree (Physical Education and Sports) in speciality 24.00.01 - Olympic and Professional Sport. Ukrainian State University of Physical Education and Sport, Kiev, 1996.

The results of investigation and the autor's conceptual position in 33 publications are defended. It is the basis for the realization of pharmacological correction of the state of antioxidative system for improving physical work capacity.

The results of work are instilled in practice of preparation of athletes and in educational process of high school.

Key words: antioxidative system, antioxidants, strenuous muscular activity, physical work capacity, pharmacological correction.

Ключові слова: антиоксидантна система, напружена м'язова діяльність, фізична працездатність, фармакологічна корекція, антиоксиданти.

AB 37.110