

ЗАГАЛЬНА ТА ЧАСТКОВА ПАТОЛОГІЯ

УДК 612.357.6:612.22-612.766.1

В. Ф. Дрель, А. А. Виноградов

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА АКТИВИЗАЦИЮ ФЕРМЕНТНЫХ И НЕФЕРМЕНТНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

На сегодняшний день нет достаточно полных данных о том, какую роль в организме играет окислительный стресс, вызванный физической нагрузкой (ФН) [1]. Поэтому исследование состояния антиоксидантной системы во время и после ФН является актуальной медико-биологической проблемой. Тем более что у спортсменов при ФН во время соревнований или тренировочных занятий наблюдается внезапное появление болей в правом подреберье. В медицине такое появление болей диагностируется как печеночный болевой синдром (ПБС). Адаптация к ФН определяется разнообразными функциями печени, которые обеспечивают и поддерживают высокую работоспособность [2; 3].

Имеются данные, что при заболеваниях печени возникает оксидативный стресс [4; 5]. В процессе эволюции выработались определенные способы адаптации организма, включающие антиоксидантную защиту, объединяющую антирадикальные и антиперекисные механизмы [6]. У клеток есть различные ферментативные и неферментативные системы антиоксидантной защиты, чтобы защитить мембраны и органеллы клеток от разрушительного действия продуктов свободнорадикальных реакций [7]. Защита от генерации свободных радикалов, наблюдаемых у нетренированных людей при физической нагрузке, основана на улучшении острофазового ответа на интенсивную нагрузку. Однако этот вопрос изучен недостаточно полно [7].

Цель исследования – изучить особенности антиоксидантной защиты организма при физической нагрузке.

Настоящая публикация является частью научно-исследовательской работы кафедры анатомии, физиологии человека и животных ГЗ «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко» «Механизмы адаптации к факторам окружающей среды» (номер государственной регистрации 0198U002641).

Исследование проведено на 30 белых крысах-самцах в осенне-зимний период. Контрольную группу составили 5 интактных животных. Физическую нагрузку (ФН) моделировали принудительным бегом во

вращающемся колесе [8]. Уровень церулоплазмина определяли по стандартной методике [9]. Активность каталазы в сыворотке крови определяли по методу М. А. Королюк и др. (1988) [10]. Кровь на исследование брали в начале наблюдения, через 5, 10, 15, 20 и 30 суток.

Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики с помощью лицензионной компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

Содержание крыс и уход за ними (включая анестезиологическое обеспечение и эвтаназию) осуществляли с соблюдением принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей [11].

Уровень церулоплазмина в сыворотке крови животных до начала эксперимента колебался в пределах от 0,42 до 0,83 г/л ($0,66 \pm 0,17$ г/л при $p < 0,05$). Разница между максимальным и минимальным показателями составляла 0,41 г/л.

Через 5 суток уровень церулоплазмина был в пределах 0,53 – 0,86 г/л ($0,71 \pm 0,14$ г/л при $p < 0,05$) с разницей 0,33 г/л (46,61%). В сравнении с контролем выявлено повышение уровня церулоплазмина в 1,07 – 1,12 раза (в среднем повышение в $1,08 \pm 0,10$ раза при $p < 0,01$) (рис. 1). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмина с 5-суточной ФН ($R_{5-ЦП} \pm r = 0,985 \pm 0,062$ при $p < 0,001$).

На 10-е сутки эксперимента уровень церулоплазмина был в пределах 0,52 – 0,89 г/л ($0,74 \pm 0,16$ г/л при $p < 0,05$) с разницей 0,37 г/л (50,27%). В сравнении с контролем выявлено повышение в 1,01 – 1,16 раза (в $1,05 \pm 0,07$ раза при $p < 0,001$) (см. рис. 1). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмина с ФН ($R_{10-ЦП} \pm r = 0,989 \pm 0,052$ при $p < 0,001$). В сравнении с показателями 5-суточного эксперимента в одном случае выявлено понижение уровня церулоплазмина в 1,02 раза, в остальных – повышение в 1,03 – 1,09 раза (в среднем повышение было в $1,04 \pm 0,04$ раза при $p < 0,001$) (см. рис. 1). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмина с изменением экспозиции эксперимента ($R_{5/10-ЦП} \pm r = 0,991 \pm 0,048$ при $p < 0,001$).

Уровень церулоплазмина на 15-е сутки эксперимента был в пределах 0,61 – 0,95 г/л ($0,79 \pm 0,15$ г/л при $p < 0,05$) с разницей 0,34 г/л (43,26%). В сравнении с контролем выявлено повышение уровня церулоплазмина в 1,06 – 1,36 раза (в среднем в $1,12 \pm 0,13$ раза при $p < 0,01$) (см. рис. 1). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмина с ФН ($R_{15-ЦП} \pm r = 0,973 \pm 0,081$ при $p < 0,001$).

В сравнении с показателями 10-суточного эксперимента в одном случае выявлено повышение уровня церулоплазмينا в 1,01 – 1,36 раза (в среднем повышение в $1,11 \pm 0,14$ раза при $p < 0,01$). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмينا с изменением экспозиции эксперимента ($R_{15/10-ЦП} \pm r = 0,967 \pm 0,090$ при $p < 0,001$).

После 20-суточного эксперимента уровень церулоплазмينا был в пределах 0,69 – 1,32 г/л ($1,01 \pm 0,31$ г/л при $p < 0,05$) (см. рис. 1) с разницей 0,63 г/л (63,13%). В сравнении с контролем выявлено повышение уровня церулоплазмينا в 1,07 – 1,33 раза (в среднем в $1,13 \pm 0,11$ раза при $p < 0,01$). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмينا с ФН ($R_{20-ЦП} \pm r = 0,992 \pm 0,045$ при $p < 0,001$).

В сравнении с показателями 15-суточного эксперимента выявлено повышение уровня церулоплазмينا в $1,31 \pm 0,18$ раза при $p < 0,01$. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмينا с изменением экспозиции эксперимента ($R_{15/20-ЦП} \pm r = 0,910 \pm 0,147$ при $p < 0,01$).

Уровень церулоплазмينا на 30-е сутки эксперимента был в пределах 0,67 – 1,37 г/л ($0,99 \pm 0,31$ г/л при $p < 0,05$) с разницей 0,70 г/л (70,99%). В сравнении с контролем в одном случае выявлено понижение уровня церулоплазмينا в 1,01 раза, а в остальных – повышение в 1,09 – 1,29 раза (в среднем повышение было в $1,12 \pm 0,11$ раза при $p < 0,01$) (см. рис. 1). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмينا с ФН ($R_{30-ЦП} \pm r = 0,980 \pm 0,070$ при $p < 0,001$).

В сравнении с показателями 20-суточного эксперимента в одном случае выявлено понижение уровня церулоплазмينا в 1,08 раза, а в остальных – повышение в $1,04 \pm 0,10$ раза при $p < 0,001$). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения уровня церулоплазмينا с изменением экспозиции эксперимента ($R_{30/20-ЦП} \pm r = 0,980 \pm 0,071$ при $p < 0,01$).

До начала эксперимента активность каталазы (АК) в сыворотке крови колебалась в пределах 10,3 – 16,7 мкат/л ($13,94 \pm 1,50$ мкат/л при $p < 0,01$) (рис. 2) с разницей между максимальным и минимальным значениями 6,39 мкат/л, что соответствовало 45,9% от среднего показателя АК.

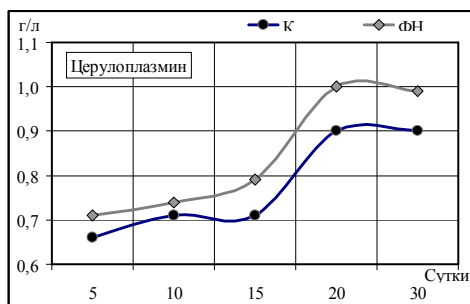


Рис. 1

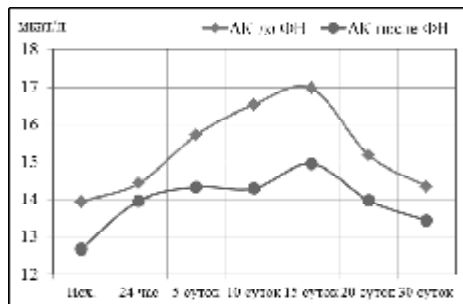


Рис. 2

Рис. 1. Уровень церулоплазмينا в сыворотке крови в процессе экспериментального воздействия. К. – контроль; ФН – физическая нагрузка

Рис. 2. Активность каталазы (АК) в сыворотке крови до и после ФН

Через 15 мин после ФН АК понижалась в $1,104 \pm 0,058$ раза и колебалась от 9,8 до 15,61 мкат/л ($12,68 \pm 1,82$ мкат/л при $p < 0,01$ с разницей 5,83 мкат, что соответствовало 46,0% от среднего показателя АК. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{\text{Исх.до/послеФН}} \pm r = 0,927 \pm 0,125$ при $p < 0,01$).

Через 24 часа до ФН АК была выше исходного показателя в $1,038 \pm 0,024$ раза и колебалась в пределах 11,2 – 17,1 мкат/л ($14,42 \pm 1,48$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 5,83 мкат/л (40,42%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с экспозицией эксперимента ($R_{24 \text{ час}} \pm r = 0,995 \pm 0,033$ при $p < 0,001$). После ФН АК понижалась в $1,035 \pm 0,060$ раза и колебалась от 12,0 до 17,3 мкат/л ($13,95 \pm 1,34$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) разницей 5,26 мкат/л (37,71%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{24 \text{ час.до/послеФН}} \pm r = 0,897 \pm 0,147$ при $p < 0,05$).

Через 5 суток до ФН АК была выше исходного показателя в $1,140 \pm 0,072$ раза и колебалась в пределах 13,5 – 17,9 мкат/л ($15,72 \pm 1,14$ мкат/л при $p < 0,001$) (см. рис. 2) разницей 4,41 мкат/л (28,06%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с экспозицией эксперимента ($R_{5 \text{ сут.}} \pm r = 0,929 \pm 0,124$ при $p < 0,01$).

В сравнении с 24-часовым показателем АК повысилась в $1,097 \pm 0,056$ раза. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с изменением экспозиции эксперимента ($R_{24 \text{ час./5 сут.}} \pm r = 0,945 \pm 0,109$ при $p < 0,01$).

После ФН АК понижалась в $1,103 \pm 0,069$ раза и колебалась от 11,4 до 16,0 мкат/л ($14,32 \pm 1,49$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) разницей 4,58 мкат/л (31,97%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{5 \text{ сут. до/послеФН}} \pm r = 0,824 \pm 0,189$ при $p < 0,05$).

После 10-суточной экспозиции эксперимента до ФН АК была выше исходного показателя в $1,201 \pm 0,109$ раза и колебалась в пределах 14,6 – 19,3 мкат/л ($16,54 \pm 1,65$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 4,65 мкат/л (28,11%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с экспозицией эксперимента ($R_{10 \text{ сут.}} \pm r = 0,781 \pm 0,208$ при $p < 0,05$).

В сравнении с 5-суточным показателем АК повысилась в $1,052 \pm 0,045$ раза. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с изменением экспозиции эксперимента ($R_{5 \text{ сут./10 сут.}} \pm r = 0,902 \pm 0,144$ при $p < 0,01$).

После ФН АК понижалась в $1,179 \pm 0,073$ раза и колебалась от 11,1 до 19,3 мкат/л ($14,28 \pm 2,40$ мкат/л при $p < 0,05$) (см. рис. 2) с разницей 8,28 мкат/л (58,0%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{10 \text{ сут. до/послеФН}} \pm r = 0,968 \pm 0,084$ при $p < 0,001$).

На 15-е сутки эксперимента до ФН АК была выше исходного показателя в $1,229 \pm 0,073$ раза и колебалась в пределах 14,3 – 19,6 мкат/л ($16,98 \pm 1,72$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 5,31 мкат/л (см. рис. 4.21), что соответствовало 31,27% от среднего показателя АК. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с экспозицией эксперимента ($R_{15 \text{ сут.}} \pm r = 0,944 \pm 0,110$ при $p < 0,01$). В сравнении с 10-суточным показателем АК повысилась в $1,027 \pm 0,036$ раза. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с изменением экспозиции эксперимента ($R_{15 \text{ сут./10 сут.}} \pm r = 0,940 \pm 0,113$ при $p < 0,01$).

После ФН АК понижалась в $1,149 \pm 0,074$ раза и колебалась от 12,6 до 20,0 мкат/л ($14,95 \pm 2,02$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 7,44 мкат/л (49,75%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{15 \text{ сут. до/послеФН}} \pm r = 0,864 \pm 0,168$ при $p < 0,05$).

Через 20 суток до ФН АК была выше исходного показателя в $1,105 \pm 0,084$ раза и колебалась в пределах 13,2 – 16,2 мкат/л ($15,18 \pm 1,82$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 2,98 мкат/л (19,63%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с экспозицией эксперимента ($R_{20 \text{ сут.}} \pm r = 0,923 \pm 0,128$ при $p < 0,01$). В сравнении с 15-суточным показателем АК понизилась в $1,116 \pm 0,044$ раза.

Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с изменением экспозиции эксперимента ($R_{15 \text{ сут./}20 \text{ сут.}} \pm r = 0,922 \pm 0,129$ при $p < 0,01$).

После ФН АК понижалась в $1,097 \pm 0,066$ раза и колебалась от 11,4 до 17,0 мкат/л ($13,96 \pm 1,50$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 5,44 мкат/л (38,98%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{20 \text{ сут.до/послеФН}} \pm r = 0,869 \pm 0,165$ при $p < 0,05$).

На 30-е сутки эксперимента до ФН АК была выше исходного показателя в $1,038 \pm 0,063$ раза и колебалась в пределах 11,8 – 16,0 мкат/л ($14,34 \pm 1,13$ мкат/л при $p < 0,001$) (см. рис. 2) с разницей 4,23 мкат/л (29,49%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с экспозицией эксперимента ($R_{30 \text{ сут.}} \pm r = 0,941 \pm 0,113$ при $p < 0,01$). В сравнении с 20-суточным показателем АК понизилась в $1,062 \pm 0,028$ раза. Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с изменением экспозиции эксперимента ($R_{20 \text{ сут./}30 \text{ сут.}} \pm r = 0,995 \pm 0,035$ при $p < 0,001$).

После ФН АК понижалась в $1,062 \pm 0,028$ раза и колебалась от 11,3 до 16,2 мкат/л ($13,42 \pm 1,36$ мкат/л при $p < 0,01$) (см. рис. 2) с разницей 4,87 мкат/л (36,29%). Коэффициент корреляции и его ошибка указывали на прямую, сильную и достоверную связь изменения АК с ФН ($R_{30 \text{ сут.до/послеФН}} \pm r = 0,902 \pm 0,144$ при $p < 0,01$).

Таким образом, при физической нагрузке происходила активизация свободнорадикального процесса, которому сопутствовало напряжение антиоксидантной системы. Однако непосредственно после ФН было выявлено снижение АК в сыворотке крови на фоне общего ее повышения относительно контроля. Во все сроки наблюдения уровень церулоплазмينا равномерно повышался до 20-х суток, а затем вплоть до окончания эксперимента практически оставался на одном уровне. Активность каталазы равномерно повышалась до 15-суточной экспозиции эксперимента, а затем понижалась вплоть до окончания эксперимента, но во всех случаях была выше контроля. Выявленные изменения показателей АК и уровня церулоплазмينا указывали на активизацию антиоксидантной защиты организма. Известно, что церулоплазмин и каталаза являются основными антиоксидантами плазмы крови. Особенностью их является высокая стабильность к токсическому действию активных форм кислорода, что позволяет им сохранять биологическую активность в условиях интенсивной генерации активных форм кислорода [12; 13]. В связи с этим можно рекомендовать исследование этих маркеров антиоксидантной защиты в научной и практической работе.

Список использованной литературы

1. **Peternej T. T.** Exercise and oxidative stress: Is antioxidant supplementation beneficial? / T. T. Peternej, J. S. Coombes // Sport Health. – 2009. – Vol. 27 (2). – P. 25 – 28. 2. **Школьник Н. М.** Особенности кровообращения печени у квалифицированных спортсменов / Н. М. Школьник // Теория и практика физ. культуры. – 1985. – № 9. – С. 20 – 21. 3. **Рубцова М. А.** Состояние печеночной гемодинамики у спортсменов высшей квалификации / М. А. Рубцова // Теория и практика физ. культуры. – 1997. – № 4. – С. 15 – 18. 3. **Ritland S.** Physical activity in liver disease and liver function in sportsmen / S. Ritland, N. E. Foss, E. Gjone // Scand. J. Soc. Med. Suppl. – 1982. – Vol. 29. – P. 221 – 226. 4. **Par A.** Pathogenesis and treatment of autoimmune hepatitis and chronic viral hepatitis B and C / A. Par // Acta Physiol Hung. – 2000. – Vol. 87 (4). – P. 373 – 395. 5. **Par A.** Diagnosis and management of chronic hepatitis C / A. Par // Can. J. Gastroenterol. – 2000. – Vol. 14, Suppl B. – P. 83B – 88B. 6. **Райс Р. Х.** Биологические эффекты токсических соединений: курс лекций / Р. Х Райс, Л. Ф. Гуляева. – Новосибирск : Гос. ун-т. Новосибирск, 2003. – 208 с. 7. **Evans W. J.** Vitamin E, vitamin C and physical loading / W. J. Evans // American Journal of Clinical Nutrition. – 2000. – Vol. 72 (2). – P. 647 – 652. 8. **Дрель В. Ф.** Морфофункциональные изменения в печени при физической нагрузке на фоне токсического гепатита / В. Ф. Дрель, А. А. Виноградов // Укр. морф. альманах. – 2011. – Т. 9, № 3. – С. 96 – 99. 9. **Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов** / Н. В. Садовников, Н. Д. Придыбайло, Н. А. Верещак, А. С. Заслонов. – Екатеринбург – СПб. : Урал. ГСХА, НПП «АВИВАК», 2009. – С. 37 – 39. 10. **Метод определения активности каталазы** / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Г. Майорова, В. Е. Токарев // Лабор. дело. – 1988. – № 1. – С. 16 – 19. 11. **European convention for the protection of vertebral animals used for experimental and other scientific purpose** : Council of Europe 18.03.1986. – Strasbourg, 1986. – 52 p. 12. **Зенков Н. К.** Окислительный стресс. Биохимические и патофизиологические аспекты / Н. К. Зенков, В. З. Ланкин, Е. Б. Меньщикова. – М. : Наука, 2001. – 340 с. 13. **Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты** / Е. Б. Меньщикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков и др. – М. : Фирма «Слово», 2006. – 556 с.

Дрель В. Ф., Виноградов О. А. Вплив фізичного навантаження на активізацію ферментних і неферментних антиоксидантів

На щурях виконано дослідження, метою якого було вивчення особливостей антиоксидантної захисту організму при фізичному навантаженні (ФН).

Установлено, що ФН супроводжувалося активізацією вільнорадикального процесу, який супроводила напруга антиоксидантної системи. Проте безпосередньо після ФН було встановлено зниження активності каталази (АК) в сироватці крові на тлі загального її підвищення щодо контролю. У всі терміни спостереження рівень церулоплазміну (ЦП) рівномірно підвищувався до 20-ї доби, а потім аж до закінчення експерименту практично залишався на одному рівні. АК рівномірно підвищувалася до 15-добової експозиції експерименту, а потім знижувалася аж до закінчення експерименту, але у всіх випадках була вища за контроль. Виявлені зміни показників АК і рівня ЦП указували на активізацію антиоксидантного захисту організму.

Відомо, що ЦП і каталаза є основними антиоксидантами плазми крові. Особливістю їх є висока стабільність до токсичної дії активних форм кисню, що дозволяє їм зберігати біологічну активність в умовах інтенсивної генерації активних форм кисню. У зв'язку з цим можна рекомендувати дослідження цих маркерів антиоксидантної захисту в науковій і практичній роботі.

Ключові слова: фізичне навантаження, антиоксидантна система.

Дрель В. Ф., Виноградов А. А. Влияние физической нагрузки на активизацию ферментных и неферментных антиоксидантов

На крысах выполнено исследование, целью которого было изучение особенностей антиоксидантной защиты организма при физической нагрузке (ФН).

Установлено, что ФН сопровождалась активизацией свободнорадикального процесса, которому сопутствовало напряжение антиоксидантной системы. Однако непосредственно после ФН было выявлено снижение активности каталазы (АК) в сыворотке крови на фоне общего ее повышения относительно контроля. Во все сроки наблюдения уровень церулоплазмينا (ЦП) равномерно повышался до 20-х суток, а затем вплоть до окончания эксперимента практически оставался на одном уровне. АК равномерно повышалась до 15-суточной экспозиции эксперимента, а затем понижалась вплоть до окончания эксперимента, но во всех случаях была выше контроля. Выявленные изменения показателей АК и уровня ЦП указывали на активизацию антиоксидантной защиты организма.

Известно, что ЦП и каталаза являются основными антиоксидантами плазмы крови. Особенностью их является высокая устойчивость к токсическому действию активных форм кислорода, что позволяет им сохранять биологическую активность в условиях интенсивной генерации активных форм кислорода. В связи с этим можно

рекомендовать исследование этих маркеров антиоксидантной защиты в научной и практической работе.

Ключевые слова: физическая нагрузка, антиоксидантная система.

Drel V. F., Vinogradov A. A. An Influence of Physical Training onto Activation of Fermentous and Nonfermentous Antioxidants

The research is carried out in rats. The aim of the research was to study the possibilities of antioxidant defense of organism in physical training.

It is established that the physical training was accompanied with activation of free radical process and antioxidant system. However after physical training an decreasing of catalase activity in serum were revealed on the base of its common increasing in comparison with control. In all the experiment terms the level of ceruloplasmin increased to 20th day, then it had stable level to the end of experiment.

An catalase activity increased to 15th day of experiment, then it decreased to the end of experiment, but in all the cases it was more than in control group. Revealed changes of parameters of catalase activity showed the activation of antioxidant defense of organism. It is known that ceruloplasmin and catalase are the main serum antioxidants.

Their peculiarities are high stability to toxic influence of active oxygen forms, that fact allows them to save biological activity in conditions of intensive generation of active oxygen forms. A studying of these markers of antioxidant defense is perspective to scientific and practical work.

Key words: physical training, antioxidant system.

Стаття надійшла до редакції 17.04.2013 р.

Прийнято до друку 26.06.2013 р.

Рецензент – д. б. н., проф. Г. Д. Каці

УДК 615.099+915.917

Р. А. Комнацки, А. А. Виноградов

**ВЛИЯНИЕ ХЛОРОФОРМНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ
НА АКТИВНОСТЬ АМИНОТРАНСФЕРАЗ
В СЫВОРОТКЕ КРОВИ**

Исследование токсического влияния ксенобиотиков на организм является актуальной медико-биологической проблемой. Ксенобиотики распространены повсеместно – в окружающей среде, на производстве, в фармации, в бытовой жизни [1; 2]. Более 200 ксенобиотиков окружают