

УДК 351.85:796

Попичев М.И.

## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНУТРИЭРИТРОЦИТАРНОГО МЕТАБОЛИЗМА У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

*Определенно, что среди систем, участвующих в регуляции многочисленных функций организма, особое значение имеют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Показано их положительное влияние в качестве фактора, снижающего риск сердечно-сосудистых заболеваний, их гипотензивное, гипохолестеринемическое действие, способность снижать агрегацию тромбоцитов.*

*Предполагается влияние первичных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) на другие метаболические реакции, тормозящее дальнейшее их превращение по пути перекисного окисления, о чем свидетельствует практически одинаковый уровень ТБК-активных продуктов до и после нагрузки.*

**Ключевые слова:** альбумин, ТБК-активные продукты, структуры, нагрузки, активность, конъюгаты, кетоны, транспортная функция.

**Постановка проблемы. Анализ последних источников и публикаций.** Анализ научных работ свидетельствует о большом внимании ученых к характеру влияния физических нагрузок на показатели липидного и углеводного обменов и их особенностям у спортсменов разного уровня подготовки [2, 6, 9, 10].

Исследования последних лет в области молекулярно-биологических механизмов адаптации при влиянии больших физических нагрузок позволяет рассматривать изменение как проявления специфических метаболических процессов [7, 8, 9].

Несмотря на большое внимание ученых к этой проблеме, все еще малоизученными являются вопросы метаболизма продуктов перекисного окисления липидов в различных процессах функционирования организма. Научный подход позволит дать научное обоснование характеру воздействия физических нагрузок и способствовать более полному раскрытию функциональных возможностей организма спортсменов.

**Цель:** изучение показателей углеводного и липидного обменов плазмы крови и мембран эритроцитов у спортсменов в условиях повышенных энергозатрат.

**Материалы и методы исследования.** В исследованиях использовали сыворотку крови и мембраны эритроцитов контрольной группы лиц (11 человек, в возрасте от 17 до 20 лет), не занимающихся спортом. Кровь брали из локтевой вены.

Содержание общих липидов в сыворотке крови определяли по методу Блора в модификации Брагдон [3], продуктов перекисного окисления (диеновых конъюгатов и кетонов) – по методу Гавриловой и Мишкорудной [5]; малонового диальдегида – с помощью тиобарбитуровой кислоты [8]; общих углеводов – орциновым методом [8]. Гемолизат крови получали по методу Драбкина. Содержание фосфоенолпирувата и АТФ в эритроцитах определяли общеизвестными методами.

**Результаты исследования и обсуждение.** Оценка показателей внутриэритроцитарного метаболизма у спортсменов различной квалификации свидетельствует об однонаправленности гликолитических и энергетических реакций (таблица 1). Так, содержание АТФ и ФЕП в гемолизате эритроцитов у спортсменов до нагрузки значительно выше, чем в контрольной группе (в 5 и 2 раза, соответственно). При воздействии однократной тренировочной нагрузки их уровень возрастает (в 3,5 и 2,5 раза, соответственно), что свидетельствует об интенсификации и выраженном усилении энергообмена в эритроцитах. Полученные данные коррелируют с ранее описанными нами результатами для высокотренированных велосипедистов-страйеров.

При определении концентрации гемоглобина в эритроцитах спортсменов низкой и высокой квалификации были получены данные, представленные в таблице 2. Из данных таблицы видно, что у спортсменов высокой квалификации концентрация гемоглобина в эритроцитах на 7,5% выше по сравнению с нетренированными людьми (контрольная группа). У спортсменов низкой квалификации концентрация гемоглобина практически не меняется как в исходном состоянии, так и при воздействии тренировочной нагрузки.

Таким образом, у спортсменов высокой квалификации в результате адаптации к постоянным интенсивным физическим нагрузкам увеличивается содержание гемоглобина, что может быть обусловлено возрастающей потребностью тканей организма к кислороду.

Таблиця 1

## Показатели внутриэритроцитарного метаболизма у спортсменов различной квалификации (M + m)

| Обследуемые группы              | АТФ мкМ/мл гемолизата | ФЕП мгФн/мл гемолизата |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Контрольная группа              | 1,48 ± 0,008          | 0,43 ± 0,017           |
| Спортсмены низкой квалификации  |                       |                        |
| До нагрузки                     | 8,01 ± 0,37*          | 0,918 ± 0,043*         |
| После нагрузки                  | 29,26 ± 2,4*,**       | 2,11 ± 0,098*,**       |
| Спортсмены высокой квалификации |                       |                        |
| До нагрузки                     | 7,50 ± 0,78*          | 0,84 ± 0,052*          |
| После нагрузки                  | 26,27 ± 2,18*,**      | 2,11 ± 0,20*,**        |

Примечание: \* – достоверность различий показателей контрольной группы и группы спортсменов  
\*,\*\* – достоверность различий показателей под влиянием физической нагрузки

Таблиця 2

## Концентрация гемоглобина (г/л) в эритроцитах спортсменов различной квалификации до и после физической нагрузки

| Контрольная группа | Спортсмены низкой квалификации |                | Спортсмены высокой квалификации |                  |
|--------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|------------------|
|                    | До нагрузки                    | После нагрузки | До нагрузки                     | После нагрузки   |
| 137,6 ± 1,5        | 130 ± 1,0                      | 132 ± 1,2      | 147,7 ± 0,46*,**                | 147,6 ± 0,44*,** |

Примечание: \* – достоверность различий показателей контрольной группы и группы спортсменов  
\*,\*\* – достоверность различий показателей у спортсменов высокой и низкой квалификации

При определении уровня содержания глюкозы и гликозилированного гемоглобина были получены данные, представленные в таблице 3.

Из данных таблицы видно, что у спортсменов низкой квалификации уровень глюкозы в эритроцитах достоверно выше (на 28%) по сравнению с контрольной группой. После воздействия однократной тренировочной нагрузки наблюдается повышение уровня глюкозы в эритроцитах в 1,5 раза относительно исходного состояния спортсменов.

У спортсменов высокой квалификации прослеживается также достоверное увеличение уровня глюкозы в эритроцитах как до тренировочной нагрузки, так и после ее воздействия. Однако характер изменения имеет иную специфику. Так, в исходном состоянии у спортсменов высокой квалификации содержание глюкозы в эритроцитах на 53 % выше по сравнению с контрольной группой и на 25 % выше по сравнению со спортсменами низкой квалификации. После однократной тренировочной нагрузки содержание глюкозы в эритроцитах спортсменов высокой квалификации становится еще выше, но не превышает уровня содержания глюкозы в эритроцитах спортсменов низкой квалификации в аналогичном состоянии (9,34±0,36 и 10,05±0,54 ммоль/л, соответственно).

Таблиця 3

## Содержание глюкозы и гликозилированного гемоглобина в эритроцитах спортсменов различной квалификации

| Обследуемые группы              | Глюкоза, моль/л  | Гликозилированный гемоглобин, % |
|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Контрольная группа              | 5,1 ± 0,07       | 3,98 ± 0,46                     |
| Спортсмены низкой квалификации  |                  |                                 |
| До нагрузки                     | 6,52 ± 0,47*     | 6,26 ± 0,06*                    |
| После нагрузки                  | 10,05 ± 0,54*,** | 7,13 ± 0,14*,**                 |
| Спортсмены высокой квалификации |                  |                                 |
| До нагрузки                     | 7,9 ± 0,33*      | 6,30 ± 0,33*                    |
| После нагрузки                  | 9,34 ± 0,36*,**  | 9,87 ± 0,24*,***                |

Примечание: \* – достоверность различий показателей контрольной группы и группы спортсменов  
\*\* – достоверность различий показателей под влиянием физической нагрузки  
\*\*\* – достоверность различий показателей у спортсменов высокой и низкой квалификации

Увеличение содержания глюкозы в эритроцитах сочетается с увеличением уровня гликозилированного гемоглобина. Так, у спортсменов низкой квалификации до тренировочной нагрузки содержание гликозилированного гемоглобина на 50% выше по сравнению с контрольной группой, а после нагрузки возрастает на 14 % относительно исходного состояния. У спортсменов высокой квалификации до нагрузки уровень содержания гликозилированного гемоглобина практически такой же, как и у спортсменов низкой квалификации ( $6,3 \pm 0,33$  и  $6,26 \pm 0,06$ , соответственно). Однако после воздействия однократной тренировочной нагрузки наблюдаются более выраженные изменения: содержание гликозилированного гемоглобина увеличивается на 56,7 % по сравнению с исходным состоянием.

При изучении активности гексокиназы, катализирующей первую "пусковую" реакцию гликолиза, были получены данные, представленные в таблице 4.

Таблица 4

**Активность гексокиназы (нмоль/мг мин) в эритроцитах спортсменов различной квалификации**

| Контрольная группа | Спортсмены низкой квалификации |                        | Спортсмены высокой квалификации |                       |
|--------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|
|                    | До нагрузки                    | После нагрузки         | До нагрузки                     | После нагрузки        |
| $0,66 \pm 0,027$   | $0,89 \pm 0,015^*$             | $3,03 \pm 0,07^{*,**}$ | $1,64 \pm 0,06^{*,***}$         | $2,9 \pm 0,08^{*,**}$ |

*Примечание:* \* – достоверность различий показателей контрольной группы и группы спортсменов

\*\* – достоверность различий показателей под влиянием физической нагрузки

\*\*\* – достоверность различий показателей у спортсменов высокой и низкой квалификации

Из данных таблицы видно, что у спортсменов, независимо от уровня квалификации, наблюдается увеличение активности внутриэритроцитной гексокиназы как до тренировочной нагрузки, так и после ее воздействия. Однако характер изменения активности фермента имеет свои особенности. Так, у спортсменов низкой квалификации до нагрузки уровень активности гексокиназы только на 35% выше по сравнению с контрольной группой. После однократной тренировочной нагрузки активность гексокиназы становится в 3,4 выше по сравнению с исходным состоянием. У высокотренированных спортсменов до нагрузки активность внутриэритроцитарной гексокиназы в 2,5 раза выше по сравнению с контрольной группой и 1,8 раза выше по сравнению со спортсменами низкой квалификации в исходном состоянии.

После тренировочной нагрузки активность эритроцитарной гексокиназы у спортсменов высокой квалификации становится в 1,8 раза выше по сравнению с исходным состоянием, однако, не превышает уровня активности гексокиназы у спортсменов низкой квалификации после воздействия нагрузки.

Увеличение активности гексокиназы свидетельствуют об интенсификации гликолитических реакций в эритроцитах спортсменов как низкой, так и высокой квалификации. У спортсменов высокой квалификации отмечено заметное преобладание в интенсивности пусковой реакции гликолиза до воздействия нагрузки по сравнению со спортсменами низкой квалификации.

Сродство гемоглобина к кислороду изучали путем построения кривых кислородной диссоциации, определяя величину полунасыщения гемоглобина кислородом (P50, мм рт.ст.). В таблице 5 представлены величины показателя полунасыщения гемоглобина кислородом у спортсменов различной квалификации до и после нагрузки.

Таблица 5

**Сродство гемоглобина к кислороду (P50, мм рт. ст.) у спортсменов различной квалификации до и после нагрузки**

| Контрольная группа | Спортсмены низкой квалификации |                     | Спортсмены высокой квалификации |                     |
|--------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
|                    | До нагрузки                    | После нагрузки      | До нагрузки                     | После нагрузки      |
| $26 \pm 0,6$       | $26 \pm 0,7$                   | $29 \pm 0,8^{*,**}$ | $28 \pm 0,7^{*,***}$            | $30 \pm 0,7^{*,**}$ |

*Примечание:* \* – достоверность различий показателей контрольной группы и группы спортсменов

\*\* – достоверность различий показателей под влиянием физической нагрузки

\*\*\* – достоверность различий показателей у спортсменов высокой и низкой квалификации

Из данных таблицы видно, что у спортсменов-волейболистов имеет место достоверное увеличение показателя полунасыщения гемоглобина кислородом (P50) под действием однократной тренировочной нагрузки. У спортсменов низкой квалификации наблюдается увеличение P50 на 3 мм рт.ст., у спортсменов высокой квалификации – на 2 мм рт.ст., что свидетельствует о снижении сродства гемоглобина к кислороду под воздействием тренировочной нагрузки по сравнению с исходным состоянием спортсменов. До воздействия нагрузки сродство гемоглобина к кислороду у спортсменов низкой квалификации находится на том же уровне, что и в контрольной группе. И только у спортсменов высокой квалификации наблюдается достоверно меньше сродство гемоглобина к кислороду по сравнению с контрольной группой (28+0,7 мм рт.ст. и 26+0,6 мм рт.ст, соответственно).

Из этих данных следует, что у спортсменов высокой квалификации в исходном состоянии изменения функционального показателя гемоглобина являются более устойчивыми и становятся еще более выраженными после воздействия тренировочной нагрузки, тогда как у спортсменов низкой квалификации изменения сродства гемоглобина к кислороду происходят только под воздействием нагрузки. При этом наблюдается одинаковый уровень изменения в сродстве гемоглобина к кислороду у спортсменов различной квалификации после тренировочной нагрузки.

Полученные данные позволяют предположить, что снижение сродства гемоглобина к кислороду у спортсменов может способствовать повышению эффективности кислородо-транспортной функции гемоглобина на этапе передачи кислорода тканям, особенно в условиях повышенных энергозатрат и возрастающих потребностей в кислороде.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что у спортсменов-волейболистов различной квалификации осуществляются определенные биохимические изменения в эритроцитах, в основном, связанные с повышением уровня содержания глюкозы, гликозилированного гемоглобина, активности гексокиназы, катализирующей первую "пусковую" реакцию гликолиза, а также проявляющиеся в снижении сродства гемоглобина к кислороду.

Наиболее выраженные изменения большинства изученных показателей прослеживаются у высококвалифицированных спортсменов в исходном состоянии (отмечено более высокое содержание гемоглобина, глюкозы, выше уровень активности гексокиназы и меньше сродство гемоглобина к кислороду) по сравнению со спортсменами низкой квалификации.

Эти данные позволяют предположить, что при кратковременной адаптации к воздействию интенсивных физических нагрузок в эритроцитах спортсменов-волейболистов различной квалификации осуществляются определенного уровня изменения в состоянии внутриэритроцитарного метаболизма: возрастает содержание глюкозы, интенсифицируются реакции спонтанного гликозилирования гемоглобина, гликолитические реакции, снижается сродство гемоглобина к кислороду. Известно, что один из побочных продуктов гликолиза в эритроцитах – 2,3 ДФГ снижает сродство гемоглобина к кислороду, тем самым облегчая отдачу кислорода в тканях.

Вероятно, интенсификация гликолитических реакций в эритроцитах спортсменов-волейболистов ведет к повышению содержания в эритроцитах данного органофосфата, повышая эффективность кислородо-транспортной функции гемоглобина, что, как уже отмечалось, является важным в условиях возрастающей потребности ткани организма к кислороду при воздействии интенсивной физической нагрузки.

Вместе с тем, у спортсменов высокой квалификации в результате частых кратковременных адаптаций к воздействию интенсивных физических нагрузок осуществляются устойчивые изменения в состоянии внутриэритроцитарного метаболизма и в сродстве гемоглобина к кислороду. Эти изменения, несмотря на менее выраженный характер, осуществляются в том же направлении, что и при кратковременной адаптации к однократной физической нагрузке. Механизмы кратковременной и длительной адаптации, вероятно, имеют как общие, так и специфические пути компенсаторно-приспособительных реакций, осуществляемых на молекулярном уровне.

Другим транспортным белком крови, обеспечивающим перенос различных низкомолекулярных соединений, является сывороточный альбумин. В результате целенаправленных физических нагрузок у высококвалифицированных спортсменов в исходном состоянии содержание углеводов и липидов, связываемых сывороточным альбумином, достоверно выше, чем в контрольной группе (таблица 6). Под влиянием однократной тренировочной нагрузки отмечается реципрокный характер изменений этих показателей. Так, при дальнейшем повышении уровня липидов в сывороточном альбумине (СА) происходит достоверное снижение содержания углеводов, что свидетельствует об активном их использовании и компенсаторной мобилизации липидов в условиях повышенных энергозатрат. Аналогичные изменения в содержании углеводных и липидных лигандов в СА были получены нами ранее у спортсменов, выполнявших нагрузки различной мощности (умеренная, максимальная и субмаксимальная).

Таблиця 6

**Содержание липидов и продуктов ПОЛ в сывороточном альбумине  
у спортсменов различной квалификации (M±m)**

| Обследуемые группы              | Общие липиды       | Диеновые конъюгаты и кетоны | ТБК-активные продукты |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                 | Мг/100 мг белка    | усл. ед./100 мг белка       |                       |
| Контрольная группа              | 2,93 ± 0,14        | 0,37 ± 0,02                 | 0,10 ± 0,03           |
| Спортсмены низкой квалификации  |                    |                             |                       |
| До нагрузки                     | 4,22 ± 0,14*       | 0,49 ± 0,016*               | 0,195 ± 0,028*        |
| После нагрузки                  | 6,14 ± 0,09*,**    | 0,41 ± 0,01**               | 0,150 ± 0,014         |
| Спортсмены высокой квалификации |                    |                             |                       |
| До нагрузки                     | 6,61 ± 0,05*,***   | 0,81 ± 0,02*,***            | 0,38 ± 0,02*,***      |
| После нагрузки                  | 7,42 ± 0,1*,**,*** | 0,70 ± 0,03*,**,***         | 0,32 ± 0,03*,***      |

*Примечание:* \* – достоверность различий показателей контрольной группы и группы спортсменов  
\*\* – достоверность различий показателей под влиянием физической нагрузки  
\*\*\* – достоверность различий показателей у спортсменов высокой и низкой квалификации

Известно, что одним из путей реализации адаптационных реакций в организме на клеточном и молекулярном уровнях является интенсивность процессов ПОЛ, которые можно отнести к неспецифическим компонентам системы адаптации. В ряде предыдущих работ нами была показана способность СА участвовать в транспорте перекисных продуктов, и высказано предположение о проявлении антиоксидантной функции при воздействии длительных физических нагрузок циклического типа.

Представляло интерес выяснить, каково влияние физической нагрузки ациклического типа на характер изменений ПОЛ в сывороточном альбумине (таблица 7).

Таблиця 7

**Состав жирных кислот, связываемых сывороточным альбумином у волейболистов  
(M±m в процентах)**

| Жирные кислоты | Контрольная группа<br>n=10 | Волейболисты<br>n=14 |                 |
|----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|
|                |                            | до нагрузки          | после нагрузки  |
| 10:0           | 0,71 ± 0,069               | 0,29 ± 0,028         | 0,22 ± 0,021    |
| 12:0           | 1,11 ± 0,110               | 0,76 ± 0,075         | 1,33 ± 0,130    |
| 14:0           | 4,30 ± 0,430               | 2,83 ± 0,281         | 3,07 ± 0,29     |
| 14:1           | 1,06 ± 0,010               | 0,25 ± 0,024         | 0,67 ± 0,064    |
| 15:0           | 1,03 ± 0,10                | 0,20 ± 0,019         | 0,27 ± 0,024    |
| 16:0           | 26,05 ± 2,52               | 27,83 ± 2,62         | 25,77 ± 2,49    |
| 16:1           | 5,65 ± 0,54                | 4,31 ± 0,42          | 9,53 ± 0,93     |
| 17:0:1         | 0,27 ± 0,024               | 0,27 ± 0,024         | 0,50 ± 0,047    |
| 18:0           | 7,34 ± 0,71                | 9,59 ± 0,93          | 6,56 ± 0,63     |
| 18:1           | 20,15 ± 2,01               | 23,28 ± 2,12         | 23,24 ± 2,21    |
| 18:2           | 16,66 ± 1,59               | 11,41 ± 1,03*        | 8,93 ± 0,81*    |
| 20:0           | 0,20 ± 0,02                | 0,53 ± 0,049         | 0,49 ± 0,041    |
| 18:3           | 0,27 ± 0,021               | 0,36 ± 0,032*        | 0,37 ± 0,034*   |
| 20:1           | 0,30 ± 0,027               | 0,40 ± 0,037         | 0,39 ± 0,037    |
| 20:2           | 0,50 ± 0,047               | 0,66 ± 0,062         | 0,34 ± 0,031    |
| 20:3           | 0,32 ± 0,029               | 1,01 ± 0,10          | 0,79 ± 0,076    |
| 20:5           | 0,48 ± 0,53                | 0,53 ± 0,052         | 0,44 ± 0,041    |
| 22:5+24:0      | 2,37 ± 0,216               | 2,26 ± 0,211         | 2,67 ± 0,224    |
| 22:5           | 0,52 ± 0,049               | 0,82 ± 0,078*        | 2,45 ± 0,23*,** |
| 22:6           | 4,79 ± 0,46                | 6,10 ± 0,58          | 7,8 ± 0,77*     |
| 20:4           | 3,98 ± 0,37                | 3,68 ± 0,34          | 1,72 ± 0,15*,** |
| 23:0           | 0,52 ± 0,051               | 0,88 ± 0,082         | 0,60 ± 0,051    |

Полученные данные свидетельствуют о достоверно более высоком уровне первичных и конечных продуктов ПОЛ в СА у спортсменов в исходном состоянии по сравнению с контрольной группой. При этом под влиянием нагрузки содержание диеновых конъюгатов и кетонов снижалось ( $p < 0,01$ ), в то время как количество ТБК-активных продуктов оставалось без изменения, что коррелирует с результатами, полученными ранее. Таким образом, повышение активности СА в транспорте продуктов ПОЛ, возможно, играет роль своеобразного регулятора, стабилизирующего их уровень в определенных пределах, предупреждающих воздействие избыточных эндогенных перекисей на клеточные и субклеточные структуры.

**Выводы.** Можно предположить, что снижение содержания перекисных продуктов в СА под влиянием однократной физической нагрузки обусловлено необходимостью их активного использования в качестве дополнительного источника энергии. Не исключено включение первичных продуктов ПОЛ в другие метаболические реакции, тормозящие дальнейшее их превращение по пути перекисного окисления, о чем свидетельствует практически одинаковом уровне ТБК-активных продуктов до и после нагрузки.

Следует подчеркнуть важность изучения молекулярно-биохимических представлений о транспортной функции альбумина при адаптации к интенсивным физическим нагрузкам ациклического типа и роли этого белка в механизмах обеспечения организма энергетическими и пластическими веществами. Полученные данные, характеризующие усиленный транспорт этим белком липидов, и особенно продуктов ПОЛ, у высококвалифицированных спортсменов по сравнению с менее тренированными свидетельствуют о выраженной способности СА как неспецифического компонента адаптации в осуществлении метаболической перестройки в условиях повышенной потребности организма в энерготратах.

Повышение функциональной активности альбумина крови у высококвалифицированных спортсменов может отражать напряженный эмоционально-психологический характер соревновательного периода, направленный на достижение максимально высоких спортивных результатов.

Более низкое содержание продуктов ПОЛ в сывороточном альбумине у низкоквалифицированных спортсменов, вероятно, свидетельствует о недостаточно сформированных механизмах антиоксидантной защиты.

Таким образом, полученные нами данные подтверждают высказанное ранее предположение об альбумине как одном из факторов антиоксидантной защиты, лимитирующей перекисные процессы.

**Практическое значение.** Обоснован комплексный биохимический подход оценки эффективности адаптационных перестроек, обеспечивающих выполнение интенсивных нагрузок по показателям липидного обмена (общие липиды, продукты их перекисного окисления, ПНЖК различных семейств) в плазме крови, эритроцитарных мембранах и липид-альбуминовом комплексе, а также внутриэритроцитарного метаболизма (содержание АТФ и ФЕП), активности ферментов.

Дальнейшее исследование в таком направлении с использованием биопрепаратов, регулирующих обменные процессы в организме, позволит выявить особенности метаболической адаптации организма спортсменов и получить критерии в оценке прогнозирования результатов. Коррекции тренировочного процесса диагностики состояния перенапряжений у спортсменов.

## Использованные источники

1. Алейникова Т.Л. Руководство к практическим занятиям по биологической химии / Т.Л. Алейникова, Т.В. Рубцова. – М.: Высшая школа, 1980.
2. Аникиев С.П. Обмен незэтерифицированных жирных кислот при физических нагрузках у человека / С.П. Аникиев, Ю.М. Штенберг // Вопросы медицинской химии. – 1981. – № 4. – С. 435-441.
3. Биохимические методы исследования в клинике / Под ред. А.А. Покровского. – М.: Медицина, 1969. – 652 с.
4. Боев В.М. Роль липидной пероксидации в полифизиологических процессах нарушения функций высших отделов ЦНС при больших физических перегрузках / В.М. Боев // Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека: Тезисы докл. – М. – 1986. – С. 311.
5. Гаврилов В.Б. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови / В.Б. Гаврилов, М.И. Мишкорудная // Лабораторное дело. – 1983. – № 3. – С. 34-35.
6. Углеводные и липидные метаболиты в механизмах обеспечения физической работоспособности велосипедистов [Ефименко А.М., Толкачева Н.В., Ширяев В.В. и др.] Физиологические механизмы физической и умственной работоспособности: Тезисы докл. научн. конф., Львов. – 1981. – С. 175-176.
7. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск, 1980. – 190 с.
8. Колб В.Г. Клиническая биохимия / В.Г. Колб, В.С. Камышников. – Минск, 1976. – 310 с.

9. Левачев М.М. Соотношение ПНЖК  $\omega 6$  и ПНЖК  $\omega 3$ , как определяющий фактор метаболизма полиеновых жирных кислот / М.М. Левачев // Всесосюзный симпозиум по биохимии липидов. Тезисы докл. – Алма-ата. – 1987.
10. Луцки Е.Г. Состояние внутриэритроцитарного метаболизма и сродство гемоглобина к кислороду у баскетболистов / Е.Г. Луцкий // Таврический медико-биологический вестник. – 2003. – Т.6. – № 4. – С. 96-98.

*Popichev M.*

#### EVALUATION OF INNER ERYTHROCYTE METABOLISM LEVEL IN ATHLETES OF DIFFERENT QUALIFICATIONS

*It has been determined, that among the systems involved in regulating many body functions, polyunsaturated fatty acids (PUFAs) are particularly important. It is shown their positive impact as a factor in reducing the risk of cardiovascular diseases, their hypotensive, hypocholesterolemic effect, the ability to reduce platelet aggregation.*

*It is expected that primary products (LPO) can influence other metabolic reactions, further hindering their transformation on the way of peroxidation as evidenced by virtually the same level of TBA-active products before and after physical exercises.*

*There was examined a group of highly skilled athletes – volleyball players*

*(Candidates for Masters of Sport, Sport-Masters and 9 persons aged 19 – 21 years) who were taking the drug "Polyene" within 24 days, 5 capsules 3 times a day before meals. The drug is derived from the fat of marine fish, comes in gelatin capsules weighing 0.3 g, contains 20% of polyunsaturated fatty acids  $\omega 3$ , of which the share of eicosapentaenoic acid (20: 5) accounts for 10%, and is rich in fat-soluble vitamins A, D, E. Adverse effects from unwanted drug administration was not observed in athletes. Blood was taken from the cubital vein before and after the 3-hour training load. The control for age and sex group consisted of 20 people, not involved in sports.*

*The membranes of red blood cells were isolated by T. A. Serbinova's method. The albumin was obtained by the method of preparative electrophoresis in PAGE. The purity of protein preparations was evaluated by the method of disk electrophoresis in PAGE. The lipid extraction was made according to Folch. The total lipid content was also performed according to Folch. The total lipid content in plasma, membranes of erythrocytes and in serum albumin was determined according to Blur in Brandon's modification. To evaluate the content of diene conjugates and ketones the method Platzer 3 in modification of V. V. Gavrilov and M. I. Mishkorudna was used. The level of TBA-active products was determined by reaction with thiobarbituric acid. Gas chromatographic analysis of fatty acid methyl esters was conducted on a chromatograph "Intersmat" with a flame ionization detector under the conditions described previously.*

*The use of the drug "Polyene" significantly changed the balance of fatty acids from families  $\omega 3$  and  $\omega 6$ , increasing the proportion of PUFA  $\omega 3$  to the level of this indicator in the control group. Thus, in athletes' blood plasma, as a result of ingestion, the decrease of fatty acids  $\omega 6$  synthesis is observed, as evidenced by the ratio 20:4/18:2 of metabolite to its precursor. With the increase of linoleic acid content (18:2), in case of taking the drug, the level of arachidonic acid (20:4) remains practically unchanged underscoring the effect of "Polyene" which manifests itself in inhibition of fatty acid metabolism.*

**Key words:** albumin, TBA-active products, structure, load, activity, conjugates, ketones, transport function.

*Стаття надійшла до редакції 23.08.2015 р.*