

I. V. Kornilyeva, K. I. Ivanov, E. U. Alekseeva // Arterial hypertension. – 2003. – №5. – V. 9. – P. 182-184.

12. Рослый И.М. Ферментемия – адаптивный механизм или маркер цитолиза? / И.М. Рослый, С.В. Абрамов, В.И. Покровский // Вестник РАМН. – 2002. – № 8. – С. 3-8.

Roslyi I. M. Enzymemia – an adaptive mechanism of a marker of cytolysis? / I. M. Roslyi, S. V. Abramov, V. I. Pokrovsky // RAMS News. – 2002. – № 8. – P. 3-8.

13. Рослый И.М. Правила чтения биохимического анализа / И.М. Рослый, М.Г. Водолажская. – М., 2010. – 93 с.

Roslyi I. M. Rules of biochemical analysis reading / I. M. Roslyi, M. G. Vodolazhskaya. – M., 2010. – 93 p.

14. Татаринова О.В. Прогностическая значимость основных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у населения Республики Саха (Якутия) пожилого, старческого возраста и долгожителей (по данным проспективного исследования): автореф. дисс. ... д-ра мед. наук / О.В. Татаринова. – СПб., 2014. – 45 с.

Tatarinova O.V. Prognostic significance of the main risk factors of cardiovascular diseases in the elderly, senile and long-living population

of the Republic Sakha (Yakutia) (according to a prospective study): MD abstract thesis – SPb., 2014. – 45 p.

15. Хадарцев А.А. Фрактальность природы и гармония в саногенезе / А.А. Хадарцев // Клиническая медицина и фармакология. – 2015. – № 3 (3). – С. 2-10.

Hadartsev A.A. Fractality of nature and harmony in sanogenesis // Clinical medicine and pharmacology, 2015. – № 3 (3). – P. 2-10.

16. Халтаева Е.Д. Методические вопросы определения избыточной массы тела в популяционных исследованиях / Е.Д. Халтаева, Н.Г. Халтаева // Вопросы питания. – 1983. – № 1. – С. 22 - 27.

Khaltaeva E.D. Methodological issues of the definition of overweight in population studies / E.D. Khaltaeva, N.G. Khaltaeva // Nutrition issues. – 1983. – № 1. – P. 22-27.

17. Цветков В.Д. Ряды Фибоначчи и оптимальная организация сердечной деятельности млекопитающих / В.Д. Цветков. – Пушино: НЦБИ АН СССР. – 1984. – 19 с.

Tsvetkov V. D. Fibonacci Series and optimal organization of cardiac activity of mammals / V.D. Tsvetkov. – Pushchino: Scientific Centre of Biological Research, Academy of Sciences, USSR. – 1984. – 19 p.

18. Цветков В.Д. Сердце, "золотое сечение" и симметрия / В.Д. Цветков. – Пушино: ПНЦ РАН, 1997. – 170 с.

Tsvetkov V. D. Heart, "golden ratio" and symmetry / V.D. Tsvetkov. – Pushchino: Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences. – 1997. – 170 p.

19. Электронный адрес статистических данных по заболеваемости в Республике РС(Я) <https://www.gks.ru>

Webpage link of statistical data on morbidity in the Republic Sakha (Yakutia): <https://www.gks.ru>

20. Papaioannou T.G. A novel geometrical analysis of the arterial pulse based on the golden ratio ϕ (phi): association with heart rate variability / T.G. Papaioannou, E. Gialafos, M. Vavuranakis [et al.]. // Arch Balk Med Union. – 2018. – P. 179-188.

21. Yetkin G. Golden Ratio is beating in our heart / G. Yetkin, N. Sivri, K. Yalta, E. Yetkin // International Journal of Cardiology. – 2013. – P. 4926-4927.

22. Yetkin E. Does systolic and diastolic blood pressure follow Golden Ratio? / E. Yetkin, U. Topbaş, A. Yanik, G. Yetkin // International Journal of Cardiology. – 2014. – P. 1457-1450.

Е.Д. Охлопкова, Л.И. Константинова, Л.Д. Олесова,
Е.И. Семенова, А.И. Яковлева, Г.Е. Миронова

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЛАКТАТА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СПОРТСМЕНОВ ЕДИНОБОРЦЕВ, ТРЕНИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

DOI 10.25789/YMJ.2019.67.13

УДК 577.796. 571.56

В статье приведены результаты исследований уровня лактата, физической работоспособности и перекисного окисления липидов у высококвалифицированных спортсменов единоборцев в условиях Крайнего Севера. Контрольную группу составили юноши студенты, занимающиеся физкультурой не реже двух раз в неделю. Показано, что уровень лактата зависел от уровня физической работоспособности спортсменов единоборцев и накопления продуктов перекисного окисления липидов. Наиболее высокие значения молочной кислоты отмечены на восстановительном этапе.

Ключевые слова: лактат, перекисное окисление липидов, физическая работоспособность, спортсмены, Крайний Север.

The article presents the results of studies of the lactate level, physical performance and lipid peroxidation in highly skilled athletes in the Far North. The control group consisted of young students engaged in physical exercises at least twice a week. It was shown that the level of lactate depended on the level of physical performance of athletes and the accumulation of lipid peroxidation products. The highest values of lactic acid were noted at the recovery stage.

Keywords: lactate, lipid peroxidation, physical performance, athletes, Far North.

Уровень лактата (молочной кислоты) в сыворотке крови и интенсивность свободнорадикальных процессов в организме являются одними из критериев, характеризующих тренированность

спортсменов и показывают переносимость ими физических нагрузок [3, 4, 6]. При интенсивных физических нагрузках образуются активные формы кислорода, приводящие к значительному росту перекисного окисления липидов (ПОЛ), что оказывает негативное влияние на мышечную деятельность [5]. В условиях высокого производства энергии в анаэробном режиме лактат является переносчиком энергии из тех мест, в которых невозможно провести трансформацию энергии вследствие повышенной кислотности, в те места, в которых она может быть трансформирована в энергию (сердце, дыхательные мышцы, медленно сокращающиеся

мышечные волокна, другие группы мышц). Лактат играет особую роль в поддержании способности организма выполнять напряженную физическую работу. Установлено, что при интенсивной физической нагрузке в мышцах образуется большое количество молочной кислоты, которая тормозит их сократительную способность и вызывает утомление мышц [3, 5]. Значение отдельных метаболитов анаэробного гликолиза, в частности его конечного продукта - лактата (молочной кислоты), в настоящее время широко изучается.

Материал и методы исследования. Нами обследовано 85 мужчин

ЯНЦ КМП: **ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна** – к.б.н., в.н.с. – руковод. лаб., elena_ohlopkova@mail.ru, **КОНСТАНТИНОВА Лена Ивановна** – н.с., konstanta.l@mail.ru, **ОЛЕСОВА Любовь Дыгиновна** – к.б.н., в.н.с. – руковод. лаб., oles@mail.ru, **СЕМЁНОВА Евгения Ивановна** – к.б.н., с.н.с., kunsuntar@mail.ru, **ЯКОВЛЕВА Александра Ивановна** – н.с., sashyak@mail.ru; **МИРОНОВА Галина Егоровна** – д.б.н., проф. ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова, mirogalin@mail.ru.

якутской национальности, из них 60 спортсменов высокой квалификации (кандидаты в мастера спорта (кмс) и мастера спорта (мс)), в возрасте от 17 до 21 года. Первую группу составили борцы вольного стиля – 30 чел., вторую – боксеры (30 чел.). Контрольную группу составили 25 юношей студентов того же возраста, занимающихся физкультурой не реже двух раз в неделю. Все обследуемые по результатам углубленного медицинского осмотра на момент исследований не имели признаков заболеваний и были признаны практически здоровыми.

Материалом для исследований служили гепаринизированная кровь и сыворотка. Забор крови производился утром натощак из локтевой вены. Исследование было одобрено решением локального этического комитета при ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем».

Интенсивность перекисного окисления липидов определяли спектрофотометрическим методом [8]. Уровень лактата в сыворотке крови определяли во время текущих обследований в состоянии относительного покоя, на полуавтоматическом анализаторе «Screen Master» (Италия).

Общую физическую работоспособность PWC_{170} определяли на велоэргометре «Нейрософт» (г. Иваново). Испытуемые выполняли на велоэргометре две нагрузки умеренной интенсивности с частотой педалирования 60 об./мин, разделенные 3-минутным интервалом отдыха. Каждая нагрузка продолжалась 5 мин [2].

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета прикладных статистических программ STATISTICA 6.0. Применяли стандартные методы вариационной статистики: вычисление средних величин, стандартных ошибок, 95% доверительного интервала. Статистическая обработка данных проведена непараметрическим методом «Kolmogorov-Smirnov». Вероятность справедливости нулевой гипотезы принимали при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Согласно полученным нами данным в обеих группах спортсменов единоборцев содержание лактата в сыворотке крови находится на верхней границе нормы и не имеет достоверных различий ($p > 0,05$). Наиболее высокие значения молочной кислоты отмечены на восстановительном этапе, в первой группе спортсменов выше в 1,47 и во второй – 1,40 раза ($p < 0,01$) выше по сравнению с контрольной группой (рис.1).

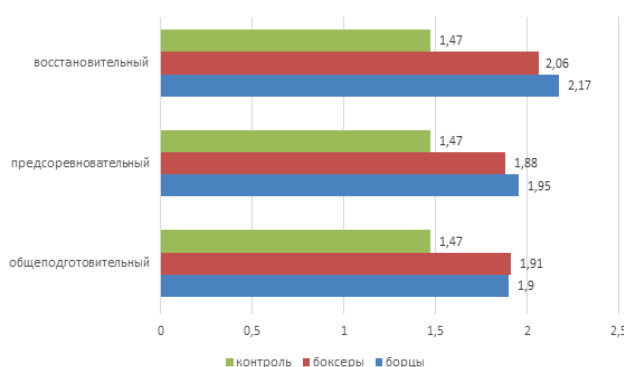


Рис.1. Изменения уровня лактата (ммоль/л) у спортсменов в разные периоды тренировочного цикла

Увеличение уровня лактата в сыворотке крови в обеих группах спортсменов обусловлено высокой скоростью утилизации кислорода и развивающейся гипоксией в работающих мышцах, так как высокая потребность мышц в энергетических субстратах в условиях дефицита кислорода удовлетворяется за счет анаэробного окисления глюкозы. Накопление лактата в свою очередь стимулирует протеолиз и поставляется гликогенные аминокислоты для возрастающих энергетических потребностей организма спортсменов. Соревновательные схватки борцов и бои боксеров характеризуются работой субмаксимальной мощности. При работе субмаксимальной мощности в организме анаэробные процессы освобождения энергии преобладают над аэробными. В результате интенсивного гликогенолиза в мышцах в крови накапливается большое количество молочной кислоты. Согласно литературным данным, уровень лактата в кожном экстракте после физических нагрузок у нетренированных людей повышается в 2–3 раза по сравнению с результатами до физических нагрузок. У начинающих спортсменов этот показатель возрастал в 1,5–2 раза. Количественное содержание лактата в кожном экстракте у профессиональных спортсменов до и после физической нагрузки оставалось неизменным [6]. Показано также, что и в сплуне содержание лактата возрастает в 2–3 раза после продолжительных тренировок [6]. Результаты исследования

исследования выявили значительные повышения концентрации лактата в крови спортсменов в ответ на соревновательные нагрузки (при $p < 0,01$). При этом максимальные концентрации лактата после соревно-

вательных схваток по мас-рестлингу зафиксированы в районе 10–12 ммоль/л, что соответствует уровню при анаэробных (An1) физических нагрузках [1].

У спортсменов физическая работоспособность считалась низкой при PWC_{170} 870 ± 41 кгм, ниже средней – 1160 ± 31 , средней – 1305 ± 22 и хорошей – 1614 ± 82 кгм.

Корреляционный анализ показал, что между величиной PWC_{170} и уровнем лактата имеется положительная связь ($p < 0,01$). Известно, что концентрация молочной кислоты (лактата) в венозной крови является показателем анаэробной производительности.

Низкий уровень лактата отмечен у спортсменов единоборцев с низкой работоспособностью, с повышением уровня тренированности и работоспособности спортсменов содержание лактата увеличивалось в 1,1, 1,3 и 1,4 раза (рис.2). У борцов с отличной физической работоспособностью после выполнения максимальной нагрузки содержание лактата было выше в 1,1 раза, по сравнению со спортсменами со средней и хорошей физической работоспособностью, что согласуется с литературными данными [7]. Сравнительный анализ уровня продуктов ПОЛ в покое, до проведения тестирующей нагрузки, показал, что у спортсменов с низкой работоспособностью и работоспособностью ниже средней концентрация тиобарбитурат-активных продуктов (ТБК – АП) была выше в 1,87 и 1,96 раза ($p < 0,01$), по сравнению со спортсменами с хорошей работоспособностью. Высокие показатели аэробной производительности у спортсменов с хорошей работоспособностью объясняются тем, что аэробная производительность в наибольшей мере проявляется при тех нагрузках, где имеется возможность полного

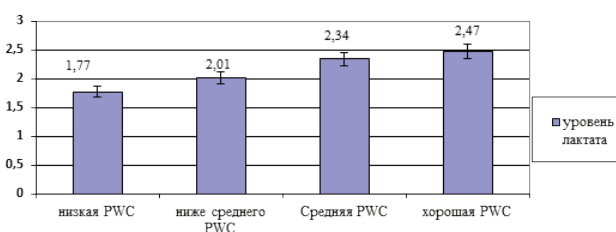


Рис.2. Уровень лактата (ммоль/л) в сыворотке крови у спортсменов с различной физической работоспособностью PWC

удовлетворения кислородного запроса и где длительное время сохраняется устойчивый уровень потребления кислорода. Анаэробная же производительность, при которой отсутствует возможность обеспечить работающие мышцы адекватным количеством кислорода, играет определяющую роль в кратковременных упражнениях высокой интенсивности.

Заключение. Таким образом, более высокие значения концентрации лактата у спортсменов, по сравнению с группой лиц, занимающихся физкультурой не реже двух раз в неделю, свидетельствуют о том, что при физических нагрузках анаэробные гликолитические процессы значительно ускоряются. Сравнительный анализ приведенных нами данных у спортсменов показал, что у борцов эти процессы протекают интенсивнее. Возможности анаэробного окисления у спортсменов со средней и хорошей работоспособностью выше, чем у спортсменов работоспособностью низкой и ниже средней, о чем свидетельствуют более высокие показатели лактата. Несмотря на более высокий уровень молочной кислоты в сыворотке крови, организм этих спортсменов характеризуется большей устойчивостью к работе в условиях дефицита кислорода, что говорит о тренированности их организма.

Литература

1. Артахинова С.Р. Изменения концентрации лактата в крови в результате соревновательных схваток по мас-рестлингу / С.Р. Артахинова, Я.Ю. Захарова, А.А. Захаров // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – №10 (116). – С. 19-21.
2. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
3. Белоцерковский З.Б. Ergometric and cardiological criteria for physical performance in athletes / Z.B. Belotserkovsky. – M.: Soviet Sport, 2005. – 312 p.
4. Биохимия двигательной деятельности / С.С. Михайлов. – 6-е изд. – М.: Спорт, 2016. – 296 с.
5. Biochemistry of motor activity / S.S. Mikhailov. – 6th edition. – M.: Sport, 2016. – 296 p.
6. Голец В.А. Оценка информативности биохимических показателей в тренировочном процессе / В.А. Голец, Е.И. Евдокимова // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2007. – № 6. – С.74-76.
7. Golets V.A. Assessment of informativeness of biochemical parameters in the training process / V.A. Golets, E.I. Evdokimov // Pedagogy, psychology and biomedical problems of physical education and sport. – 2007. – № 6. – P.74-76.
8. Корнякова В.В. Процессы свободнорадикального окисления при утомлении, раз-

вившемся вследствие интенсивных физических нагрузок / В.В. Корнякова, В.Д. Конвай, В.А. Муратов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 9-2. – С. 308-311; URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35583> (дата обращения: 01.10.2018).

Korniyakova V.V. The processes of free radical oxidation during fatigue, developed as a result of intense physical exertion // V.V. Korniyakova, V.D. Konvay, V.A. Muratov // Successes in modern science. – 2015. – №9-2. – P. 308-311.

6. Саввин Г.А. Уровень лактата в кожном экстракте как показатель физической тренированности спортсменов / Г.А. Саввин, Е.В. Ушакова, О.Н. Перфильев // Теория практика физической культуры. – 2000. – №1. – С. 1-3.

Savvin G.A. The lactate level in the skin extract as an indicator of the physical fitness of athletes / G.A. Savvin, E.V. Ushakova, O.N. Perfiliev // Theory, practice of physical culture. – 2000. – №1. – P. 1-3.

7. Сивцева А.А. Изменение уровня лактата в крови у спортсменов, занимающихся вольной борьбой / А.А. Сивцева, Ю.В. Филиппова // Современные проблемы физической культуры, спорта и молодежи: материалы III региональной научной конференции молодых ученых, 28 февраля 2017 г. / под ред. А.Ф. Сыроватской. – Чуралча: ЧГИФКИС, 2017. – 363 с.

Sivtseva A.A. Changes in blood lactate levels in athletes involved in freestyle wrestling / A.A. Sivtseva, Yu.V. Filippova // Modern problems of physical education, sports and youth: proceedings of the III regional scientific conference of young scientists, February 28, 2017 / ed. A.F. Syrovatskaya. – Churapcha: ChGIFKIS, 2017. – 363 p.

8. Uchiyama M. Determination of malonaldehyd precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Michara // Anal. Biochem. – 1978. – Vol.86. – №1. – P. 271-278.

С.К. Кононова, Н.А. Барашков, В.Г. Пшенникова,
О.Г. Сидорова, Т.К. Давыдова, С.И. Софронова,
А.Н. Романова, Э.К. Хуснутдинова, С.А. Федорова

ДНК-ДИАГНОСТИКА В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТРАНСЛЯЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

DOI 10.25789/YMJ.2019.67.14

УДК 616.851.7(571.56)

ЯНЦ КМП: **КОНОНОВА Сардана Кононовна** – к.б.н., с.н.с., konsard@rambler.ru, **БАРАШКОВ Николай Алексеевич** – к.б.н., в.н.с.-руковод. лаб., barashkov2004@mail.ru, **ПШЕННИКОВА Вера Геннадьевна** – к.б.н., н.с., psennikovavera@mail.ru, **ДАВЫДОВА Татьяна Кимовна** – к.м.н., в.н.с.-руковод. лаб., tanya.davydova.56@inbox.ru, **СОФРОНОВА Саргылана Ивановна** – к.м.н., гл.н.с.-руковод. отдела, sara2208@mail.ru, **СИДОРОВА Оксана Гарильевна** – н.с., okssi66@mail.ru, **РОМАНОВА Анна Николаевна** – д.м.н., директор, ranik@mail.ru; **ФЕДОРОВА Сардана Аркадьевна** – д.б.н., зав. лаб. ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова, sardaana.fedorova@mail.ru; **ХУСНУТДИНОВА Эльза Камильевна** – д.б.н., проф., акад. АН Республики Башкортостан, директор Института биохимии и генетики УНЦ АН РБ, elzakh@rambler.ru.

В данном обзоре показаны примеры трансляции геномных исследований в практическую медицину двух распространенных в Европе наследственных заболеваний – ауто-сомно-рецессивного муковисцидоза и ауто-сомно-доминантной хореи Гентингтона. С развитием генетических технологий в Республике Саха (Якутия) трансляционная медицина становится реальностью, необходимо очертить подходы и проблемы в данной области исследований на примере частых в республике спинocerebellar атаксии 1-го типа и ауто-сомно-рецессивной глухоты 1А типа.

Ключевые слова: трансляционная медицина, наследственные болезни, ДНК-диагностика, пациент.

The review presents examples of translation of genomic studies into practical medicine of two common in Europe hereditary diseases – autosomal recessive cystic fibrosis and autosomal dominant Huntington's Chorea. With the development of genetic technologies in the Republic Sakha (Yakutia), translational medicine is becoming a reality, it is necessary to outline the approaches and problems in this field of study on example of spinocerebellar ataxia type 1 and autosomal recessive deafness type 1A, frequent in the Republic.

Keywords: translational medicine, hereditary diseases, DNA diagnostics, patient.

Введение. В последнее время все большее развитие получают так назы-

ваемые трансляционные исследования. Трансляционная медицина – это