

Особенности изменения глюкозы и лактата крови при беге у спортсменов с разным типом нервно-мышечного аппарата

Головин Михаил Сергеевич^{1,4}, Греф Юрий Александрович^{1,5},
Егоров Алексей Владимирович^{2,6}, Головина Екатерина Игоревна^{3,7}

¹Новосибирский государственный педагогический университет

²Новосибирский государственный технический университет

³Биотехнологический лицей № 21

⁴Новосибирск, Россия, Golovin593@mail.ru

⁵Новосибирск, Россия, yurygref@yandex.ru

⁶Новосибирск, Россия, egorovav2005@mail.ru

⁷Новосибирская область, Россия, Golovina593@mail.ru

Аннотация. *Введение.* Одной из важнейших задач современного тренировочного процесса является объективизация управления состоянием спортсмена в ходе тренировочной и соревновательной деятельности. Цель исследования – изучить особенности реакций глюкозы и лактата при физической нагрузке у спортсменов с разным типом функционального реагирования нервно-мышечного аппарата. *Методология.* Изучены особенности реакций глюкозы и лактата при физической нагрузке у спортсменов с разным типом функционального реагирования нервно-мышечного аппарата. *Заключение.* Антропометрические показатели спортсменов находились в границах возрастной нормы. Установлены межгрупповые отличия по длине и массе тела, плотности телосложения и жировому компоненту. Выявлено повышение концентрации лактата и глюкозы после серии 10, 20 и 30 ускорений. Наблюдались более высокие значения финальной концентрации глюкозы и лактата у спринтеров по сравнению со средневикиами и стайерами.

Ключевые слова: глюкоза, лактат, стайеры, спринтеры, легкая атлетика

Для цитирования: Головин М. С., Греф Ю. А., Егоров А. В., Головина Е. И. Особенности изменения глюкозы и лактата крови при беге у спортсменов с разным типом нервно-мышечного аппарата // Физическая культура. Спорт. Здоровье. – 2022. – № 1. – С. 52–57.

Features of changes in blood glucose and lactate during running in athletes with different types of neuromuscular system

Golovin Mikhail Sergeevich^{1,4}, Gref Yuri Alexandrovich^{1,5},
Egorov Alexey Vladimirovich^{2,6}, Golovina Ekaterina Igorevna^{3,7}

¹Novosibirsk State Pedagogical University,

²Novosibirsk State Technical University

³Biotechnological Lyceum № 21

⁴Novosibirsk, Russia, Golovin593@mail.ru

⁵Novosibirsk, Russia, yurygref@yandex.ru

⁶Novosibirsk, Russia, egorovav2005@mail.ru

⁷Novosibirsk region, Russia, Golovina593@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The most important aims of the modern training routine are to take into account the individual constitutional characteristics of athletes. One of these features is the type of the neuromuscular functioning (sprinter, stayer, middle runner). *Methodology.* The features of glucose and lactate reactions during physical activity in athletes with different types of the neuromuscular functioning were studied. *Conclusion.* The main anthropometric indicators of the athletes were within the age norm. Statistically significant intergroup differences in body length and weight, body mass index and fat component were established. An increase in the concentration of lactate and glucose after a series of ten, twenty and thirty accelerations was revealed. There were higher values of the final concentration of glucose and lactate in sprinters, compared with middle and long distance athletes. This testifies to the specific features of athletes with different types of the neuromuscular functioning.

Keywords: glucose, lactate, stayers, sprinters, athletics

For citation: Golovin M. S., Gref Yu. A., Egorov A. V., Golovina E. I. Features of changes in blood glucose and lactate during running in athletes with different types of neuromuscular system. *Physical Education. Sport. Health*, 2022, no. 1, pp. 52–57.

Введение. Одной из важнейших задач современного тренировочного процесса является объективизация управления состоянием спортсмена в ходе тренировочной и соревновательной деятельности. Для этого необходимо применение приборов и систем, регистрирующих информацию о спортсмене, уход от среднестатистического нормирования, а также учет индивидуальных конституциональных особенностей занимающихся [1]. Одной из таких особенностей является тип функционального реагирования нервно-мышечного аппарата (спринтер, стайер, средневик).

Короткие спринтерские ускорения используются для развития скоростных качеств и креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ. Однако одни и те же физические упражнения у спортсменов с разными индивидуально-типологическими особенностями приводят к разным функциональным изменениям. *Цель* исследования – изучить особенности реакций глюкозы и лактата при физической нагрузке у спортсменов с разным типом функционального реагирования нервно-мышечного аппарата.

Методология. На подготовительном этапе подготовки обследованы спортсмены-легкоатлеты 18–23 лет (кандидаты в мастера спорта; спринтеры $n = 12$; средневики = 15; стайеры = 13). Оценивали длину и массу тела (ДТ, МТ), количество общего и внутреннего жира (биоимпедансным анализатором) [5].

Тип функционального реагирования нервно-мышечного аппарата – «спринтер», «микст-средневик», «стайер» – оценивали по методике В. П. Казначеева [3]. Дифференциацию на типы осуществляли по отношению максимальной мышечной силы (ММС) к максимальной мышечной выносливости (ММВ). Значения показателя ММС/ММВ менее 1,0 свидетельствуют о преобладании выносливости (тип «стайер»), более 2,0 – о преобладании силовых качеств (тип «спринтер»), от 1,0 до 2,0 – промежуточный тип («миксты»).

Дизайн исследования (структура спортивной тренировки):

- низкоинтенсивная беговая аэробная разминка – 10 минут;
- упражнения на растяжку – 10 минут;
- специальные беговые упражнения (СБУ) – 8 прямых по 30 метров;
- забор капиллярной крови (фоновые значения);
- 3 серии по 10 прямых бег с максимальной скоростью (5 секунд – бег, 55 секунд – отдых);
- забор капиллярной крови после 10, 20 и 30 ускорений;
- отдых 10 минут; забор капиллярной крови.

Все спортсмены выполняли 10-минутную низкоинтенсивную аэробную разминку под контролем персональных мониторов сердечного ритма (Polar RS 100). Перед началом основной части исследования проведены пилотные тестирования для определения индивидуальных порогов аэробного и анаэробного обменов. Критерием для определения пульсовых зон мощности была концентрация лактата в крови: низкоинтенсивная – до 2 ммоль/л; аэробная – от 2 до 3 ммоль/л; смешанная – от 3 до 4 ммоль/л; анаэробная – более 4 ммоль/л. Измерение лактата и глюкозы выполняли на автоматическом анализаторе глюкозы и лактата (Super GL Ambulance, Германия). Результаты обработаны с использованием программного пакета «Microsoft Excel 2010» и «Statistica 10.0 for Windows».

Обсуждение. Основные антропометрические показатели обследованных спортсменов находились в границах возрастной нормы и соответствовали среднестатистической антропометрической модели бегуна (табл. 1) [2; 4]. На основании индекса Кетле не выявлено дефицита массы тела, который часто встречается у бегунов на средние и длинные дистанции. Показатели общего и висцерального жира у стайеров, находящиеся несколько ниже референсных значений, можно рассматривать как вариант нормы.

Таблица 1

Антропометрические показатели спортсменов

	Стайеры	Миксты	Спринтеры
Длина тела, см	170,1 ± 1,4	178,4 ± 1,8*	184,4 ± 2,4# Δ
Масса тела, кг	59,0 ± 1,4	69,6 ± 1,5*	73,9 ± 2,9#
Индекс Кетле, кг/м ²	20,39 ± 0,46	21,87 ± 0,55*	21,73 ± 0,50#
Общий жир, (норма 14-19%)	12,2 ± 1,1	14,4 ± 1,0*	14,0 ± 0,7#
Висцеральный жир, (норма 3-6 %)	2,1 ± 0,4	3,1 ± 0,4*	3,0 ± 0,4#

Примечание. Достоверность различий результатов между стайерами и микстами: * $p < 0,05$; между стайерами и спринтерами: # $p < 0,05$; между микстами и спринтерами Δ $p < 0,05$.

Вместе с тем мы можем наблюдать статистически значимые межгрупповые отличия по длине и массе тела, плотности телосложения и жировому компоненту, что свидетельствует о специфических отличительных признаках спортсменов с разным типом функционального реагирования нервно-мышечного аппарата.

Анализ динамики изменения концентрации глюкозы в крови при нагрузках является практически важным. Глюкоза – маркер экономичности расходования и сохранения энергии, мобилизации углеводов из депо для удовлетворения потребности энергии при разной интенсивности и продолжительности физических нагрузок.

Показатели глюкозы крови спортсменов в покое не отличались. После выполнения 10 максимальных ускорений выявлено повышение концентрации глюкозы во всех группах, динамика этого повышения продолжается после 20 и 30 беговых отрезков (табл. 2).

Таблица 2

Концентрация глюкозы и лактата в покое и после физических нагрузок

	Стайеры	Миксты	Спринтеры	Стайеры	Миксты	Спринтеры
	Глюкоза			Лактат		
Фон	4,5 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,7 ± 0,1
10 ускорений	4,8 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,2 ± 0,2	4,9 ± 0,6	6,7 ± 0,6*	8,7 ± 0,4# Δ
20 ускорений	4,9 ± 0,2	5,2 ± 0,2	5,4 ± 0,3	3,7 ± 0,9	7,0 ± 0,9*	9,8 ± 0,7# Δ
30 ускорений	5,2 ± 0,1	5,4 ± 0,1	5,9 ± 0,3# Δ	4,0 ± 1,1	6,7 ± 1,2*	10,7 ± 0,6# Δ
Восстановление 10 мин	5,2 ± 0,3	5,7 ± 0,2*	5,9 ± 0,4#	1,9 ± 0,3	4,4 ± 0,1*	5,4 ± 0,4# Δ

Примечание. Достоверность различий результатов между стайерами и микстами: * $p < 0,05$; между стайерами и спринтерами: # $p < 0,05$; между микстами и спринтерами $\Delta p < 0,05$.

Между группами установлены статистически значимые отличия концентрации глюкозы после 30 ускорений. Самые высокие концентрации выявлены в группе спринтеров и микстов. Это может характеризовать специфическое влияние типа функционального реагирования нервно-мышечного аппарата на активацию углеводных депо при мышечной работе. Спринтеры отличаются большей склонностью к выполнению данной специфической спринтерской работы, что позволяет им лучше активизировать специфические функциональные системы и повышать запрос организма на потребление глюкозы. Стайеры, по-видимому, не способны в полной мере активизировать нервно-мышечный аппарат с помощью данных физических нагрузок, что в меньшей степени приводит к увеличению концентрации глюкозы.

Механизм биологической надежности при мышечной деятельности заключается в избыточной мобилизации углеводов из депо, что необходимо для обеспечения потребности в энергии других функциональных систем, предотвращения гипогликемических состояний и т. д. При снижении уровня глюкозы во время физической работы будет снижаться энергообеспечение других функциональных систем, обеспечивающих жизнедеятельность организма.

На этапе восстановления выявлена тенденция повышения концентрации глюкозы к 10-й минуте у микстов по сравнению с финальной концентрацией глюкозы и нет статистически значимых изменений у стайеров и спринтеров. Во всех группах уровень глюкозы через 10 минут после завершения нагрузки не возвращался до первоначальных значений.

Одним из самых информативных показателей мышечного утомления, физического и (или) метаболического стресса является финальная концентрация лактата. Показатели лактата во всех группах свидетельствуют о значительной активации анаэробного распада гликогена и сдвиге гомеостаза уже после 10 ускорений. Вместе с тем у стайеров далее не наблюдалось повышения лактата и его концентрация оставалась на прежнем уровне, равном величине порога анаэробного обмена (ПАНО). В группе микстов и спринтеров дальнейшая нагрузка привела к увеличению концентрации лактата в крови, максимальные значения которого выявлены у спринтеров после 30 ускорений и превышали значение 10 ммоль/л.

Результаты нашего исследования согласуются с результатами работы Sotero, который выявили одновременное повышение лактата и глюкозы при повышении интенсивности нагрузки при беге.

В восстановительном периоде показатели лактата у стайеров снижались до уровня первоначальных значений в покое. У микстов концентрация лактата понижалась до уровня ПАНО, тогда как в группе спринтеров после 10-минутного восстановления концентрация лактата не восстановилась, что свидетельствует о существенном преобладании процессов анаэробного гликолиза. Описанные данные свидетельствует о недостаточности 10-минутного восстановительного периода у спринтеров и микстов после серии пятисекундных ускорений.

Вместе с тем биологическая роль лактата очень важна. Его нельзя рассматривать только как побочный продукт метаболизма, требующий скорейшего удаления из организма, так как он активно используется в глюконеогенезе как важнейший энергетический субстрат [3].

Множество факторов может влиять на динамику образования лактата: структура мышечных волокон, активность гликолитических и липолитических ферментов, капилляризация миоцитов и плотность митохондрий, скорость утилизации лактата, что может привести к существенному увеличению лактата у спринтеров, чем у стайеров.

Заключение. Важнейшей деятельностью является широкое внедрение в физкультурно-оздоровительную и спортивную практику технологий и методов оценки морфофункционального и биохимического статусов занимающихся для повышения спортивной результативности, управляемости тренировочного процесса и сохранения здоровья [5].

На основании полученных результатов можно предположить неравенство метаболических сдвигов работающих мышц у спортсменов с разным типом функционального реагирования нервно-мышечного аппарата. Данные аспекты необходимо учитывать при восстановлении после интенсивных мышечных нагрузок.

Список источников

1. Головин М. С., Седов Д. В., Колмогоров А. Б., Казаржевская Е. С., Головина Е. И. Развитие скоростно-силовых качеств баскетболистов 10–13 лет средствами упражнений с медболами // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 6. – С. 23–27.
2. Исаев А. П., Эрлих В. В., Заляпин В. И. Анализ главных компонент интегративной деятельности организма бегунов на средние дистанции // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 8. – С. 27–29.
3. Казначеев В. П., Казначеев С. В. Адаптация и конституция человека. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отделение, 1986. – 118 с.

4. *Кряжев В. Д., Кряжев С. В.* Индивидуальная оценка биоэнергетических показателей бегунов на средние дистанции // Вестник спортивной науки. – 2019. – № 1. – С. 15–20.

5. *Мартыросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г.* Технологии и методы определения состава тела человека. – М.: Наука, 2006. – 248 с.

References

1. Golovin M. S., Sedov D. V., Kolmogorov A. B., Kazarzhevskaya E. S., Golovina E. I. Development of speed and strength qualities of basketball players aged 10–13 years by means of exercises with medballs. *Bulletin of Sports Science*, 2021, no. 6, pp. 23–27. (In Russian)

2. Isaev A. P., Ehrlich V. V., Zalyapin V. I. Analysis of the main components of the integrative activity of the body of middle-distance runners. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2015, no. 8, pp. 27–29. (In Russian)

3. Kaznacheev V. P., Kaznacheev S. V. *Adaptation and human constitution*. Novosibirsk: Nauka, Sib. Department Publ., 1986, 118 p. (In Russian)

4. Kryazhev V. D., Kryazhev S. V. Individual assessment of bioenergetic indicators of middle-distance runners. *Bulletin of Sports Science*, 2019, no. 1, pp. 15–20. (In Russian)

5. Martirosov E. G., Nikolaev D. V., Rudnev S. G. *Technologies and methods for determining the composition of the human body*. Moscow: Nauka Publ., 2006, 248 p. (In Russian)

Информация об авторах

М. С. Головин, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет.

Ю. А. Грэф, старший преподаватель кафедры физического воспитания, Новосибирский государственный педагогический университет.

А. В. Егоров, старший преподаватель кафедры физического воспитания, Новосибирский государственный технический университет.

Е. И. Головина, учитель физической культуры, Биотехнологический лицей № 21, Наукоград Кольцово.

Information about the authors

M. S. Golovin, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University.

Y. A. Gref, Senior Lecturer at the Department of Physical Education, Novosibirsk State Pedagogical University.

A. V. Egorov, Senior Lecturer at the Department of Physical Education, Novosibirsk State Technical University.

E. I. Golovina, Teacher of Physical Culture, Biotechnological Lyceum № 21, Koltsovo Science City.

Поступила: 26.08.2022

Принята к публикации: 28.09.2022

Received: August 26, 2022

Accepted for publication: September 28, 2022