

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ИЗМЕНЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ И ЛАКТАТА КРОВИ СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ РЕАГИРОВАНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА

М. С. Головин

*Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия*

Были изучены особенности реакций глюкозы и лактата при физической нагрузке у спортсменов с разным типом функционального реагирования нервно-мышечного аппарата. 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 десяти, двадцати и тридцати ускорений. Наблюдались более высокие значения финальной концентрации глюкозы и лактата у спринтеров, по сравнению со средневикими и стайерами.

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

**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 [10]. 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.

**Методика и организация исследования.** 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-ти, 20-ти и 30-ти ускорений;

Отдых 10 минут; Забор капиллярной крови;

Все спортсмены выполняли 10-ти минутную низкоинтенсивную аэробную разминку под контролем персональных мониторов сердечного ритма (Polar RS 100). Перед началом основной части исследования были проведены пилотные тестирования для определения индивидуальных порогов аэробного и анаэробного обмена. 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 [9]. 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».

#### Результаты исследования и их 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 [11].

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 является маркером экономичности расходования и сохранения энергии, мобилизации углеводов из депо для удовлетворения потребности энергии при разной интенсивности и продолжительности физических нагрузок [10].

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

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 <sup>2</sup>	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#

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

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

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

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. [10; 11]. 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 [6]. 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) [7]. 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 [11]

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 восстанавливалась, что свидетельствует о существенном преобладании процессов анаэробного гликолиза. Описанные данные свидетельствуют 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.

Множество факторов могут 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 более существенному увеличению лактата у спринтеров, чем у стайеров [11].

**Заключение.** Важнейшей деятельностью является широкое внедрение в физкультурно-оздоровительную и спортивную практику технологий и методов оценки морфо-функционального и биохимического статуса 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 литературы

1. Головин, М. С. Развитие скоростно-силовых качеств баскетболистов 10—13 лет средствами упражнений с медболами / М. С. Головин, Д. В. Седов, А. Б. Колмогоров, Е. С. Казаржевская, Е. И. Головина // Вестник спортивной науки. — 2021. — № 6. — С. 23—27.
2. Исаев, А. П. Анализ главных компонент интегративной деятельности организма бегунов на средние дистанции / А. П. Исаев, В. В. Эрлих,

В. И. Заляпин // Теория и практика физической культуры. — 2015. — № 8. — С. 27—29.

3. Казначеев, В. П. Адаптация и конституция человека / В. П. Казначеев, С. В. Казначеев. — Новосибирск : Наука. Сиб. Отделение. — 1986. — 118 с.

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

5. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. — М.: Наука, 2006. — 248 с.

6. Burnley, M. Power-duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance / M. Burnley, A. M. Jones // European Journal of Sport Science. — 2018. — V. 18, № 1. — Pp. 1—12.

7. Faude, O. Lactate threshold concepts: how valid are they? / O. Faude, W. Kindermann, T. Mey-

er // Sports Medicine. — 2009. — V. 39, № 6. — Pp. 469—490.

8. Hall, M. Lactate: Friend or Foe / M. Hall, S. Rajasekaran, T. W. Thomsen, A. R. Peterson // PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation. — 2016. — Vol. 8, № 3. — Pp. 8—15.

9. Kenney, L. Physiology of Sport and Exercise / L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill. — 2011. — 5th ed. (Champaign; Human Kinetics). — 620 p.

10. Midgley, A. W. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? / A. W. Midgley, L. R. McNaughton, A. M. Jones // Sports Medicine. — 2007. — Vol. 37, № 10. — Pp. 857—880.

11. Sotero, R. C. Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running / R. C. Sotero, E. Pardono, R. Landwehr // International Journal of Sports Medicine. — 2009. — Vol. 30, № 9. — Pp. 643—646.

*Поступила в редакцию 11 февраля 2022 г.*

**Для цитирования:** Головин, М. С. Влияние физических нагрузок на изменения глюкозы и лактата крови спортсменов с разным типом реагирования нервно-мышечного аппарата / М. С. Головин // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. — 2022. — Т. 7, № 3. — С. 77—81.

### Сведения об авторе

**Головин Михаил Сергеевич** — кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности. Новосибирский государственный педагогический университет. Новосибирск, Россия. **ORCID:** 0000-0002-8573-856X. **AuthorID:** 682024. **E-mail:** golovin593@mail.ru

## PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION

2022, vol. 7, no. 3, pp. 77—81.

### Influence of physical training on the glucose and blood lactate of athletes with different types of the neuro-muscular functioning

**Golovin M.S.**

*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia. ORCID: 0000-0002-8573-856X. AuthorID: 682024. E-mail: golovin593@mail.ru*

The features of glucose and lactate reactions during physical activity in athletes with different types of the neuromuscular functioning were studied. 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.

**Relevance.** 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).

**Problem, goal, tasks. The goal of the study** was to investigate the characteristics of glucose and lactate reactions during physical activity in athletes with different types of the neuromuscular functioning.

**Research materials and Methods.** Anthropometric parameters, type of the neuromuscular functioning, the concentration of glucose and lactate in capillary blood were determined in athletes aged 18-23 after a series of running accelerations.

**Results and discussion.** Differences in anthropometric parameters were revealed, as well as the inequality of metabolic shifts in working muscles in athletes with different neuromuscular functioning.

**Conclusions and conclusion.** The most important aim is the widespread introduction of technologies and methods for assessing the morpho-functional and biochemical status in sports practice.

**Keywords:** *glucose, lactate, stayers, sprinters, athletics.*

### References

1. Golovin M.S., Sedov D.V., Kolmogorov A.B., Kazarjevskaya E.S., Golovina E.I. Razvitie skorostno-silovyykh kachestv basketbolistov 10-13 let sredstvami uprajneniy s medbolami [Development of speed-power qualities of 10-13 years old basketball players by medballs]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of sports science], 2021, no. 6, pp. 23—27. (In Russ.).

2. Isaev A.P. Erlih V.V., Zalyapin V.I. Analiz glavnykh komponent integrativnoy deyatel'nosti organizma begunov na srednie distantsii [Analysis of principal components of integrative activity of body of middle distance runners]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2015, no. 8, pp. 27—29. (In Russ.).

3. Kaznacheev V.P., Kaznacheev S.V. Adaptatsiya i konstitutsiya cheloveka [Human adaptation and constitution], Novosibirsk, 1986, pp. 118.

4. Kryajev V.D., Kryajev S.V. Individualnaya otsenka bioenergeticheskikh pokazateley begunov na srednie distantsii [Individual evaluation of bioenergy-related parameters in middle-distance runners]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Sports Science Bulletin], 2019, no. 1, pp. 15—20. (In Russ.).

5. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Tehnologii i metodyi opredeleniya sostava

tela cheloveka [Technologies and methods for determining the composition of the human body], 2006, M. Nauka, pp. 248.

6. Burnley M., Jones A.M. Power-duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance. *European Journal of Sport Science*, 2018, Vol. 18, no. 1, pp. 1—12.

7. Faude O., Kindermann W., Meyer T. Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Medicine*, 2009, Vol. 39, no. 6, pp. 469—490.

8. Hall M., Rajasekaran S., Thomsen T.W., Peterson A.R. Lactate: Friend or Foe. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, 2016, Vol. 8, no. 3, pp. 8—15.

9. Kenney L., Wilmore J., Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*, 2011, 5th ed. (Champaign; Human Kinetics), pp. 620.

10. Midgley A.W. McNaughton L.R., Jones A.M. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? *Sports Medicine*, 2007, Vol. 37, no. 10, pp. 857—880.

1. Sotero R.C., Pardono E., Landwehr R. Blood glucose minimum predicts maximal lactate steady state on running. *International Journal of Sports Medicine*, 2009, Vol. 30, no. 9, pp. 643—646.



Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-NonCommercial» («Атрибуция — Некоммерческое использование») 4.0 Всемирная — <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>