

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО АЦИДОЗА

*Нагрузки современного спорта требуют экстремальной мобилизации резервов организма и содержат угрозу нарушения гомеостаза. Поэтому одним из актуальных направлений современной спортивной медицины, а также теории и практики физической культуры и спорта является изучение молекулярных основ адаптации к воздействию на организм физических нагрузок, к спортивной деятельности, выяснение биохимических механизмов адаптации к физическим нагрузкам разной степени мощности и продолжительности. Изучение биохимических механизмов адаптации к физическим нагрузкам и поиск средств, способствующих повышению адаптационных возможностей организма, имеет как общенаучное, так и практическое значение.*

**Ключевые слова.** Биохимические механизмы, ацидоз, работоспособность, утилизация, аэробный обмен, метаболические реакции.

**Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими заданиями.** Имеющиеся в современной литературе данные свидетельствуют о глубоких изменениях со стороны обменных процессов под влиянием на организм спортсменов частых интенсивных физических нагрузок, что связано с процессами нейроэндокринной регуляции, усилением энергообмена и мобилизацией углеводных и липидных субстратов. Однако, несмотря на всю широту проводимых в этом направлении исследований, до сих пор недостаточно изучены те звенья биохимической адаптации к физическим нагрузкам, которые связаны с транспортом и утилизацией жирных кислот и продуктов их метаболизма, используемых как энергетические и пластические субстраты, при "долговременной" и "срочной" адаптации к воздействию физических нагрузок в зависимости от их характера и уровня тренированности организма.

Мало изученным в этом аспекте является также вопрос о кислородно-транспортной функции гемоглобина и метаболических изменениях в эритроцитах, занимающих важное место в поддержании общего гомеостаза, "тканевого дыхания" и энергообеспечения организма.

Большое количество исследований посвящается тому, чтобы показать влияние жирового рациона питания на уровень накопления органических кислот [2,5]. Известно, например, что аэробный обмен и все метаболические реакции, его обеспечивающие, связаны с утилизацией свободных жирных кислот [4].

**Цель работы.** Изучить активизацию липолиза под нагрузкой и определить значение липидного обмена в механизмах развития метаболического ацидоза.

**Основной материал исследования.** В связи с этим обстоятельством мы изучали возможность активизации липолиза с помощью средств физической культуры и спорта, а также определяли значение липидного обмена в механизмах развития метаболического ацидоза, повышения функционального состояния и физической работоспособности человека. К исследованиям привлекались спортсмены. Они систематически тренировались с использованием упражнений циклического характера. В периоды тренировок регистрировали показатели физической работоспособности, газообмен, кислотно-основной баланс и липидный состав плазмы крови. О реакциях обмена судили по содержанию жирных кислот, а также по уровню продукции метаболического  $\text{CO}_2$  и по изменению величины дыхательного коэффициента [1, 5].

Динамика показателей, отражающая обмен веществ в энергии под влиянием тестирующей работы, представлена в табл. 1. Наибольшая доля энергии от жирового обмена отмечалась во время работы умеренной мощности. Дыхательный коэффициент при этом был равен  $0,766 \pm 0,010$ . Выделение углекислого газа в этот момент составляло в среднем 1100 мл/мин. Далее с увеличением нагрузки дыхательный коэффициент прогрессирующие увеличивался, а продукция от расщепления жиров соотносительно уменьшилась. При мощности в 250 Вт, что соответствует в нашем тестировании порогу анаэробного обмена, дыхательный коэффициент увеличивался в среднем до 0,856 относительных единиц. Энергопродукция расщепления жиров и углеводов составляла в среднем по каждому показателю 52,8% и 47,2%. Следовательно, анаэробный порог определяется достижением равенства энергопродукции от распада жиров и углеводов. Затем с преодолением предельно переносимой физической нагрузки липидный состав плазмы увеличивался, а углеводный – уменьшался, что способствовало развитию глубокого метаболического ацидоза.

Согласно нашим представлениям, быстрота накопления органических кислот связана не с газообменными функциями легких, лимитирующими доставку кислорода в ткани, как это издавна было принято считать [7, 9, 10], а с угнетением реакций распада свободный жирных кислот, поскольку при развитии метаболического ацидоза уровень потребления кислорода продолжает прогрессивно нарастать, сохраняя линейную зависимость, что свидетельствует о полном соответствии кислородного режима энергетическому запросу. С усилением мышечной работы липидный обмен угнетается, а углеводный, наоборот, активизируется, способствуя образованию и накоплению органических кислот. Продукция молочной кислоты функционально связана с распадом гликогена [12]. О том, что гликоген является основным энергетическим субстратом, обеспечивающим интенсивную мышечную деятельность, стало заметно после проведения серии дополнительных исследований. Спортсменам предлагалось пробегать дистанцию продолжительностью в 800 метров с максимальной скоростью, исключаящей возможность использования энергии от реакций липидного обмена, поскольку согласно многочисленным данным [5, 8] работа максимальной мощности полностью обеспечивается энергией за счет окисления углеводов.

**Динамика показателей обмена веществ и энергии под влиянием тестирующей работы ступенчато-повышающейся мощности до полного утомления**

Величина тестирующей нагрузки, Вт	Дыхательный коэффициент	Количество выделяемой энергии от расщепления питательных веществ		Общий расход энергии ккал.
		Жиры %	Углеводы %	
0	0,807 ± 0,012	68,4	31,6	3,60
50	0,766 ± 0,010	82,7	17,3	13,10
100	0,772 ± 0,013	81,4	18,6	22,26
150	0,786 ± 0,015	77,1	22,9	30,34
200	0,818 ± 0,015	67,1	32,6	35,85
250	0,856 ± 0,018	53,3	47,7	49,70
300	0,902 ± 0,020	34,7	65,3	60,50
350	0,986 ± 0,020	7,3	92,7	73,05

*Общий расход энергии регистрировался на каждой ступени за трехминутный период работы.*

**Результаты исследования.** Итак, спортсмены поочередно пробегали тестирующую дистанцию с максимальной скоростью. Через каждые 200 метров, прерывая бег, осуществлялся забор крови на анализ и регистрировалось накопление органических кислот. Как показали исследования, метаболический ацидоз развивался во время бега по закону линейной регрессии, при этом не было выявлено режима аэробной работы. Вся дистанция преодолевалась за счет распада углеводов в условиях анаэробного обмена. Следовательно, накопление органических кислот в таком случае происходит постепенно на протяжении всей дистанции. На основании полученных данных можно сделать заключение о том, что энергообеспечение скоростного бега осуществляется исключительно за счет распада углеводов, поскольку липидный обмен при интенсивной мышечной работе полностью угнетается [5].

Опираясь на однажды высказанное предположение о едином источнике биологической энергии, обеспечивающей сократительную функцию скелетной мускулатуры, и возникающем при этом кислородном долге [7], его сверстники [11] и последователи [9], не выражая сомнения и не пытаясь анализировать противоречивые факты [3], стали единодушно признавать ничем не обоснованные сведения [7] в качестве истинных знаний, пытаясь всякий раз доказать, что потребление кислорода при физической работе отстает от функционального запроса [8], способствуя тем самым развитию метаболического ацидоза [9]. Однако, как показали наши исследования, пробегание тестирующей дистанции с максимальной скоростью не приводит к скачкообразному нарастанию уровня органических кислот, как это отмечалось каждый раз во время работы ступенчато-повышающейся мощности [9].

**Выводы.** Таким образом, в наших исследованиях были получены ценные сведения в отношении механизма развития метаболического ацидоза и выявлена возможность усиления биоэнергетики путем активизации липидного обмена. В последующем необходимо определить функциональное состояние спортсменов ациклических видов спорта.

#### **Использованные источники**

1. Andersen R. Lusk G. The interrelation between diet and body condition and the energy production during mechanical work // J. Biol. Chem., 1917, V. 32, p. 421-425.
2. Christensen E., Hansen O. Zur methodic der respiratorischen Ruoti-entbestimmungen in Ruhe und arbeit // Skand. arch. physiol., 1939bd 31, a. 137-171.
3. Eggleton P., Eggleton Gr. Further observation on pnosphagen // J. Physiol., 1928, V. 65, p. 15.
4. Fritz I. Davis D.C. Holtrop R.H. Fatty acid oxidation by ske-lete muscle during rest and activity // Amer. J. Physiol., 1358 V. 194, p. 379-386.
5. Gollnick Ph.D. Free tatty acid turnover and the availability of substrates as a limiting factor in orolonget exercise // Annals of New York Academy of sciences, 1977, V. 301, p. 64-71.
6. Hermansen L., Hultman E., Saltin B. Muscle glycogen during. prolonget severe exercise // Acta. Physiol. Scand., 1967, V. 71 p.129-139.
7. Hill A.V. Muscular activity. London, 1525. – 115 p.

*Popichev M.I.*

#### **FUNCTIONAL ROLE OF METABOLISM DURING METABOLIC ACIDOSIS**

*Pressures of modern sports require extreme mobilization of body reserves and contain the threat of homeostasis. So one of the important directions of modern sports medicine and the theory and practice of physical culture and sports is the study of the molecular basis of adaptation to the effects of exercise on the body, to sporting activities, identifying the biochemical mechanisms of adaptation to physical exercise varying degrees of power and duration. The study of the biochemical mechanisms of adaptation to physical activities and fundraising that enhance adaptive capacities of the organism, as a general scientific and practical importance.*

**Key words:** *biochemical mechanisms, acidosis, performance, utilization, aerobic metabolism, metabolic reactions.*

*Стаття надійшла до редакції 09.09.2013 р.*