

УДК 577.151.4

## ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА НА МЕТАБОЛИЧЕСКУЮ И ГОРМОНАЛЬНУЮ РЕАКЦИЮ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОВТОРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

**Тамбовцева Р.В.***РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК) «Российский государственный университет физической культуры спорта, молодежи и туризма», Москва, e-mail: ritta7@mail.ru*

В статье рассматриваются гормональные реакции организма животных на физические нагрузки. Сравнение изменений показателей углеводного, липидного и белкового метаболизма и концентраций гормонов в крови экспериментальных крыс в ответ на четырехкратные тестирующие нагрузки показывают, что четырехнедельная по пять дней в неделю тренировка животных вызывает значительную перестройку в энергетике как самой работы, так и восстановительных процессов. Изменение энергетического обмена сопровождается перестройкой его гормональной регуляции. Увеличение объема и интенсивности работы сопровождалось повышением степени мобилизации энергетических субстратов. Усиление мобилизации углеводов и липидов при мышечной деятельности сопряжено с изменениями характера гормональной регуляции обменных процессов.

**Ключевые слова:** гормоны, крысы, гликоген, глюкоза, мочевины, соматотропин, инсулин

## INFLUENCE OF TRAINING PROCESS FOR METABOLIC AND HORMONAL RESPONSES OF REPETITIVE PHYSICAL ACTIVITIES

**Tambovtseva R.V.***Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTsOLIFK), Moscow, e-mail: ritta7@mail.ru*

This article discusses the hormonal response of the animal organism to exercise. Comparison of changes in carbohydrate, lipid and protein metabolism and hormone concentrations in the blood of experimental rats in response to the four-fold Testing of load show that the four-week, five days a week training animals causes a significant restructuring in the energy sector as the work itself, and recovery processes. Changing energy exchange accompanied by the restructuring of its hormonal regulation. The increase in the volume and intensity of work was accompanied by an increase in the degree of mobilization of energy substrates. Increased mobilization of carbohydrates and lipids in muscle activity is associated with changes in the nature of hormonal regulation of metabolism.

**Keywords:** hormones, rats, glycogen, glucose, urea, growth hormone, insulin

Спортивная работоспособность зависит от многочисленных факторов, среди которых наиболее важное место занимает нейро-эндокринная регуляция. Во время мышечной работы происходят значительные изменения в функционировании многих эндокринных желез и происходит мобилизация энергетических и пластических ресурсов за счет симпатно-адреналовой и гипоталамо-адренокортикальной систем. Данные ведущие системы действуют в комплексе с другими гормональными и негормональными факторами, активно воздействуя на клеточную систему авторегуляции, и способствуя адаптации организма к физической нагрузке [1,2,3,4].

Целью настоящего исследования явилось изучение динамики метаболитов углеводного, липидного и белкового обмена, а также концентраций инсулина и соматотропина при выполнении животными физической нагрузки.

### Материалы и методы исследования

В эксперименте были использованы крысы линии Вистар, самцы в возрасте 90 дней и массой в среднем

200 грамм, которые были предварительно адаптированы к выполнению физической нагрузки на тредбане. В качестве тренировочных и тестирующих упражнений использовался бег на тредбане с различной скоростью и различным углом наклона тредбана. Количество крыс составило 50, десять нетренированных особей служили контрольной группой. Тренировочный процесс проводился в течение четырех недель по пять дней в неделю. Тренированные животные были подвергнуты декапитации эфирным наркозом – до, через 20 минут, через 6 часов и через 24 часа после окончания тестирующего упражнения. Были взяты пробы крови, мышечной ткани и печени. Пробы мышечной ткани и печени замораживали в жидком азоте. В печени и m. Gastrocnemius исследовались содержание гликогена, в крови – концентрация глицерина, неэстерифицированных жирных кислот, глюкозы,  $\beta$ -гидроксипирувата,  $\alpha$ -аминоазота, мочевины, соматотропина и инсулина.

### Результаты исследования и их обсуждение

Показано, что в выполнении тестирующей нагрузки нетренированными животными общий объем работы составил  $2738 \pm 88$  м, тренированными –  $3865 \pm 96$  м. Достоверных различий в содержании глюкозы в крови между тренированными и не-

тренированными животными не обнаружено ни в состоянии покоя, ни через 20 минут, ни через 24 часа восстановления после нагрузки. Через 6 часов восстановления у тренированных животных отмечалось достоверное снижение концентрации глюкозы по сравнению с исходной ( $P < 0,05$ ). По концентрации молочной кислоты в крови по последней нагрузке, которая вызвала одинаковую ответную реакцию гликолитической системы, различия между двумя группами оказались недостоверными. Однако это не означает, что интенсивность работы тренированных и нетренированных животных была одинаковой, так как известно, что у тренированных меньшая концентрация молочной кислоты может образовываться даже в ответ на более интенсивную нагрузку. Кроме того, у тренированных животных было отмечено более высокая скорость утилизации молочной кислоты. Содержание гликогена в мышцах и печени у тренированных и нетренированных животных изменялась однонаправленно, однако глубина изменений у тренированных животных была большей. В белых мышечных волокнах у нетренированных животных оказалось большее количество гликогена в состоянии покоя ( $p < 0,01$ ), чем у тренированных. При исследовании красных мышечных волокон таких изменений не наблюдалось. В белых мышечных волокнах нетренированных крыс через 20 минут после нагрузки не наблюдалось снижения содержания гликогена, однако отмечалась суперкомпенсация через 24 часа восстановления ( $p < 0,01$ ). Между тем у тренированных животных снижение содержания гликогена после нагрузки было достоверным ( $p < 0,001$ ), а суперкомпенсация через 24 часа восстановления не происходила. В красных мышечных волокнах нетренированных животных не было выявлено достоверных изменений концентрации гликогена в ответ на нагрузку, а у тренированных – это изменение было резко выражено ( $p < 0,001$ ). К 6 часам восстановления уровень гликогена возвратился к дорабочему, суперкомпенсация через 24 часа восстановления не была зафиксирована ни у тренированных, ни у нетренированных крыс.

В ответ на четырехкратную работу у тренированных крыс через 20 минут после нагрузки не обнаружено значительных изменений уровня неэстерифицированных жирных кислот в крови после нагрузки. Достоверная динамика этого показателя отсутствовала и в период отставленного восстановления – через 6 и 24 часа после работы. Однако у тренированных животных дорабочие концентрации жирных кислот

и их уровень через 20 минут отдыха были значимо выше, не отличаясь существенно через 24 часа восстановления. Ни у тренированных, ни у нетренированных животных не выявлено достоверных изменений уровня глицерина в крови в ответ на нагрузку и в период восстановления, хотя отмечалась небольшая тенденция к повышению его концентрации у тренированных животных через шесть часов восстановления. Также не было выявлено различий в концентрациях  $\beta$ -гидроксипирувата в покое и после нагрузки между тренированными и нетренированными животными. Концентрация данного метаболита достоверно повышалась у обоих животных через 20 минут после нагрузки. Однако к шести часам в период восстановления уровень  $\beta$ -гидроксипирувата у тренированных животных достоверно снижался ( $p < 0,001$ ). Но уже к 24 часам после выполнения работы уровень этого метаболита у тренированных и нетренированных животных приходил в исходное состояние. Концентрация  $\alpha$ -аминоазота у тренированных и нетренированных животных ни в покое, ни в период отдыха после нагрузки не различался. Содержание мочевины в крови в состоянии покоя и через 20 минут после нагрузки у тренированных животных было более высоким, чем у нетренированных. У тренированных животных уровень инсулина в плазме крови крыс снижался в ответ на нагрузку (через 20 минут после нее). Этот уровень оставался достоверно сниженным через 6 и 24 часа после последней нагрузки. Здесь были показаны значительные отличия от группы нетренированных животных, у которых в предыдущем эксперименте ни через 20 минут, ни через 24 часа восстановления не было зафиксировано изменений концентрации гормона по сравнению с исходным. Через 20 минут после работы у нетренированных животных отмечается почти двукратный прирост концентрации соматотропина, и через 24 часа отмечается умеренное повышение. Между тем, тренированные животные реагировали на четырехкратную работу лишь незначительным повышением концентрации соматотропина от исходного уровня. Следует отметить, что тренировка животных привела к нарушению четкой корреляционной зависимости между уровнями неэстерифицированных жирных кислот и глицерина (обратной – сразу после нагрузки и прямой – через 24 часа восстановления). Однако у тренированных животных отмечалась тенденция к однонаправленному изменению уровня соматотропина и неэстерифицированных жирных кислот в период отдыха после те-

стирующей нагрузки. Между уровнем инсулина и содержанием в крови глюкозы у тренированных и нетренированных животных не прослеживалось никакой взаимосвязи. Характерной особенностью тренированных животных явилось наличие обратной зависимости между концентрациями молочной кислоты и неэстерифицированных жирных кислот в крови как после окончания работы, так через 6 и 24 часа после нее. Между тем у нетренированных животных во время отставленного восстановления такой зависимости не наблюдалось.

### Выводы

Сопоставление изменений показателей углеводного, липидного и белкового метаболизма и концентраций гормонов в крови экспериментальных крыс в ответ на четырехкратные тестирующие нагрузки показывает, что четырехнедельная по пять дней в неделю тренировка животных вызывает значительную перестройку в энергетике как самой работы, так и восстановительных процессов.

Изменение энергетического обмена сопровождаются перестройкой его гормональной регуляции.

Увеличение объема и интенсивности работы сопровождалось повышением степени мобилизации энергетических субстратов.

Метаболические сдвиги в углеводном обмене у тренированных крыс оказались значительными, так, что уровень глюкозы в крови оставался пониженным по сравнению с исходным и через 6 часов отдыха.

Увеличенные в покое и через 20 минут после нагрузки у тренированных крыс по сравнению с нетренированными концентрации неэстерифицированных жирных кислот в крови можно связать с более высоким уровнем липидного обмена.

Усиление мобилизации углеводов и липидов при мышечной деятельности сопряжено с изменениями характера гормональной регуляции обменных процессов.

Проведенный эксперимент не подтверждает точки зрения об уменьшении степени реципрокности в использовании углеводов и липидов у тренированных. Отмечается одновременное повышение уровней углеводного и липидного обмена, при котором реципрокные отношения сохраняются, а иногда и усиливаются.

### Список литературы

1. Кремер У. Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / У.Дж. Кремер, А.Д. Рогол. – Киев: Олимпийская литература, 2005. – 599 с.
2. Тамбовцева Р.В., Никулина И.А. Изменение гормональной регуляции обменных процессов у конькобежцев на разных этапах тренировочного цикла // Теория и практика физической культуры. – 2015. – №5. – С. 52–54.
3. Тамбовцева Р.В., Никулина И.А. Особенности гормональной регуляции энергетического обмена у спортсменов различных специализаций при выполнении предельной работы // Теория и практика физической культуры. – 2016. – №1. – С. 28–30.
4. Tambovtseva R.V., Nikulina I.A. Changes in hormonal regulation of metabolic processes in speed skaters in different phases of training cycle // Theory and Practice of Physical Culture. 2015.N5.C.18 [Электронный ресурс] // Theory and Practice of Physical Culture. – 2016. – №1. URL: <http://www.teorya.ru/ru/node/3587> (дата обращения: 14.10.2016).