

10. Карпова, О.Л. Эффективность использования Биотина на разных породах служебных собак для профилактики гиповитаминозов. Карпова, О.Л., Величко М.Г. // «НИРС – 2005». Сборник тезисов докладов. – Мн., 2005. – С.124.
11. Карпова, О.Л. Разработка сбалансированного корма для служебных собак на основе местного сырья // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно, 2007. – С. 224.
12. Плосков, К.Н. Доминантная агрессия собак и другие формы нежелательного поведения как сдерживающий фактор развития охотничьего собаководства. Методика коррекции проблемного поведения с помощью специальной дрессировки // Современные проблемы охотничьего собаководства. Всероссийский науч.-исслед. Ин-т охотничьего хозяйства и звероводства. – Киров, 2004. – С.143.
13. Пойми Друга: Справочник по поведению собак / А. Санин, Л. Чебыкина. – М.: ЛОКИД-Пресс, 2005. – 302 с.
14. Послушание собаки / В.В. Гриценко. М.: Вече, 2006. – 272 с.
15. Укроженко, М.М. Психофизиологические основы поведения и дрессировки собак // Сб. «Все о собаке» под общ. ред. В.Н. Зубко. – М.: Эра, 1992. – С. 284.

УДК 577.164.18.

## **АКТИВНОСТЬ ГЛИКОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ПЕЧЕНИ ЖИВОТНЫХ ПРИ НИЛИ**

**О.В. Коноваленко, Т.Н. Будько**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

***Аннотация.** В статье приведены данные научных исследований по изучению метода, позволяющего наиболее адекватно определить в печени изменение скорости гликолиза, важного биохимического пути клеточного обмена углеводов, при воздействии НИЛИ.*

*Установлено, что применение НИЛИ нормализует активность некоторых регуляторных ферментов гликолиза. Это может играть существенную роль при использовании НИЛИ на практике.*

***Summary.** The data of scientific researches on learning of the method allowed to determine the change of glycolysis speed in the liver as the most significant biochemical cell's road of carbohydrates metabolism at use LILR are shown in the paper. It has determined that the use of LILR is normalize activity of some glycolysis regulated enzymes. It is important at use of LILR on the practice.*

**Введение.** В клинической практике низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) уже дало эффективные результаты лечения различных заболеваний [1, 2, 3]. НИЛИ используется в двух основных направлениях: при фотодинамической терапии (ФДТ) и лазеротерапии (ЛТ); применение ЛТ при лечении широкого круга заболеваний основывается на стимулирующем эффекте НИЛИ, а ФДТ – на поражающем эффекте. Лазерное излучение обладает широким диапазоном действия

на организм, и в каждом случае срабатывают свои патогенетические механизмы реализации воздействия НИЛИ на организм.

Механизмы реализации конечных эффектов лазерного воздействия окончательно не установлены, что не всегда позволяет точно определить показания и противопоказания к применению лазеротерапии. Использование НИЛИ при лечении многих заболеваний предполагает существование общего звена в патогенезе всех нозологических форм заболеваний – это наличие единого общего механизма действия НИЛИ. Наиболее вероятно, что таким связующим звеном является универсальный патологический процесс – восстановление [4].

Воздействие НИЛИ приводит к разнообразным биохимическим, биофизическим и физиологическим ответам организма. Ранее нами было показано, что использование НИЛИ в послеоперационном периоде у больных с неосложнёнными паховыми грыжами вызывает выраженное изменение активности некоторых ферментов углеводного обмена в плазме крови. Так, скорость лактат- и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназных реакций остаются высокими на 2 сутки после операции, а сниженная активность пируваткиназы (ПК) нормализуется после 7-кратного облучения.

Имеются литературные сведения о многочисленных биохимических нарушениях в клетке, вызванных НИЛИ.

Изучение углеводного обмена при НИЛИ, учитывая его важность и уникальность механизмов регуляции, представляет большой интерес с позиций практического применения.

Гликолиз как важный биохимический путь обмена углеводов в клетке интенсивно и всесторонне изучается на различных уровнях. Экспериментальные подходы к изучению его скорости многообразны. Это сравнение отношения действующих масс с их термодинамическими равновесными константами, исследование изменения концентраций интермедиатов на начальных стадиях метаболизма, изменение максимальной активности ферментов в клеточных экстрактах, изучение физических и кинетических свойств соответствующих ферментов.

Нами был исследован, хотя и трудоёмкий метод, но более удачный в оценке определения образования лактата из различных субстратов, позволяющий наиболее адекватно установить изменение скорости гликолиза в ткани печени при НИЛИ.

**Цель работы.** Выявить влияние НИЛИ на скорость гликолитического потока в ткани печени животных.

**Материал и методика исследований.** Исследования выполнены на белых крысах-самцах массой 120-140 г, получавших многократное экстракорпоральное НИЛИ печени с помощью лазерного полупро-

водникового прибора «Скаляр», излучавшего луч длиной волны 0,83 мкм с выходной мощностью 20 мВт и экспозицией 120 с. Лазерное воздействие на печень осуществляли после предварительного удаления волосяного покрова над органом. Декапитацию животных проводили через 1,3,6 сут. после НИЛИ. Для исследования брали кровь и печень животного.

Активность ферментов и концентрацию субстратов определяли по общепринятым методам [5]. Изоформы пируваткиназы (ПК) печени разделяли, используя метод колоночной хроматографии [6]. Скорость гликолиза определяли по методу Панина, содержание белка – по методу Лоури, а также спектрофотометрически по поглощению при длине волны 280 нм.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Ферментами, лимитирующими скорость гликолитического потока, являются гексокиназа (ГК) и фосфофруктокиназа (ФФК). Используемый в качестве субстрата глюкозо-6-фосфат (Г-6-Ф) в обход гексокиназной реакции приводит к существенному увеличению скорости синтеза лактата гомогенатами печени, а инкубация с фруктозо-1,6-дифосфатом повышает скорость наработки лактата из Г-6-Ф. Определение конечного продукта гликолиза – лактата из глюкозы, Г-6-Ф, фруктозо-1,6-дифосфата, фосфоенолпирувата, пирувата у опытных животных показало, что торможение скорости гликолитического пути в ткани печени экспериментальных животных, подвергнутых воздействию НИЛИ, происходит на разных уровнях, включая и пируваткиназную реакцию (таблица 1).

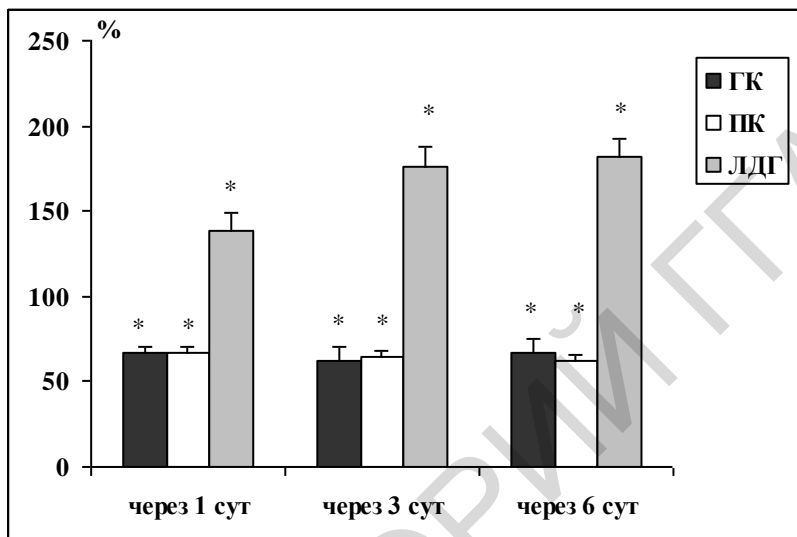
Таблица 1 – Скорость наработки лактата из различных субстратов в гомогенатах ткани печени крыс при НИЛИ (моль лактата мин<sup>-1</sup> на 1 г ткани)

Субстрат	Контроль	Опыт
Глюкоза	0,60±0,33	0,367±0,008*
Глюкозо-6-фосфат	1,10±0,04	0,662±0,09*
Фруктозо-1,6-дифосфат	1,59±0,03	0,980±0,07*
Фосфоенолпируват	41,5±2,5	20,3±1,6*
Пируват	110±6,7	108,0±4,3

p<0,01 по отношению к контролю. То же в табл.2 и на рис. 2.

Следует отметить, что регуляция гликолиза во всех клетках высоко специфична, и активность ключевых ферментов определяет скорость гликолитических превращений. Использование метода неравновесных (ключевых) гликолитических реакций показало, что в печени основное ограничение скорости потока связано с фосфорилированием глюкозы как в условиях физиологического покоя, так и при различных патологиях. Исходя из полученных данных, отмечается достоверное

изменение активности ГК, ПК, лактатдегидрогеназы (ЛДГ) через сутки после облучения (рис. 2).



**Рисунок 2 – Активность гликолитических ферментов (в % к контролю) в ткани печени крыс при НИЛИ**

Важным регуляторным этапом гликолиза является пируваткиназная реакция, в частности,  $\alpha$ -ПК, которая относительно мало изучена при НИЛИ. Эта реакция катализируется сложным аллостерическим ферментом, чувствительным к эффекторам с положительным и отрицательным действием [5, 6]. Регуляторные свойства энзима подтверждаются сложностью структуры и множественным контролем активности фермента. Аллостерические свойства проявляют все известные изоформы ПК, кроме М-изоформы. ПК печени представлена двумя изоформами –  $\alpha$  и М. Влияние НИЛИ на соотношение изоформ фермента установлено методом хроматографического фракционирования. М-изоформа, по нашим данным, составила 4% от общей активности фермента (таблица 2).

Таблица 2 – Активность пируваткиназы и её изоформы в ткани печени крыс в норме и при НИЛИ (6 сут.)

Группа животных	Активность (мкмоль/мин/г.ткани)		
	общая	М-изоформа	$\alpha$ -изоформа
Контроль	69,2 $\pm$ 2,3	4,1 $\pm$ 0,2	38,2 $\pm$ 1,1
Опыт	38,3 $\pm$ 3,1	4,0 $\pm$ 0,1	14,8 $\pm$ 0,2*

Отсюда вытекает, что уменьшение общей активности фермента при НИЛИ связано с  $\alpha$ -изоформой, и падение общей активности ПК в ткани печени при действии низкоинтенсивного лазерного излучения, вероятно, обусловлено снижением скорости  $\alpha$ -изоформы, хотя нельзя исключить роль фосфорилирования в регуляции активности ПК, процессы которого напрямую связаны с уровнем циклических нуклеотидов.

**Заключение.** Полученные результаты позволяют заключить, что применение НИЛИ нормализует активность ключевых ферментов гликолиза, что может играть существенную роль при его использовании в практических целях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Утц, С.Р. Низкоинтенсивная лазеротерапия в дерматологии / Утц С.Р., Волнухин В.А. // – Саратов, 1998. – 92 с.
2. Использование НИЛИ в хирургии / Корекин В.В. [и др.]// Анестезиология и реаниматология. – 1995. – № 1. – С. 42.
3. Захаров, С.Д. Лазеры и медицина / Захаров С.Д.// – М., 1989. – 81 с.
4. Механизм действия НИЛИ при различных заболеваниях/ Клебанов Г.И. [и др.]// Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, – 1997. – № 4. – С. 395.
5. Мильман, Л.С. Методы биологии развития / Мильман, Л.С. [и др.]// – М., 1974. – 418 с.
6. Определение активности пируваткиназы в ткани печени. /Reys A., Cardenas M.L.// Biochem. J., 1984. Vol. 221. N 2. P. 303.

УДК 636.2.35.612.8

### **УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЫШЕЧНОЙ И ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМАХ ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (НИЛИ) И АКТИВАТОРОВ МЕТАБОЛИЗМА**

**В.В. Малашко, М.А. Каврус, Н.А. Кузнецов, Д.В. Малашко, И.В. Кулеш, Г.А. Тумилович**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

**Аннотация.** Изучены ультраструктурные изменения в мышечной и пищеварительной системах телят и поросят с низкой живой массой при рождении. Использование катозала при выращивании телят позволяет увеличить живую массу на 6,9-7,9%, нормализовать минеральный обмен веществ. Облучение НИЛИ длиннейшей мышцы поросят-гипотрофиков способствует активизации миогистогенеза и наращиванию мышечной массы, увеличению активности ЩФ и СДГ в структурах желудка и тонкого кишечника.

**Summary.** The ultrastructural changes in skeletal musculature both digestive systems of calves and pigs with low alive weight at a birth were investigated. The use of