

БИОЛОГИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 612.015.32:612.014.43].08

ПОКАЗАТЕЛИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА В ТКАНЯХ ПРИ ДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

П.А. Акимов

*Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера,
Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы, Россия*

CARBOHYDRATE METABOLISM INDICES IN BODY TISSUES EXPOSED TO LOW TEMPERATURES

P.A. Akimov

*Academician Ye.A. Vagner Perm State Medical University,
Perm Regional Bureau of Forensic Medical Examination, Russian Federation*

Цель. Провести анализ показателей углеводного обмена в тканях для уточнения процессов танатогенеза и установления непосредственной причины смерти пострадавших от черепно-мозговой травмы и при утоплении в условиях низких температур окружающей среды.

Материалы и методы. Исследовано содержание гликогена и лактата в тканях (печени, скелетной мышце и миокарде) с использованием секционного материала 111 человек, скончавшихся от черепно-мозговой травмы при дорожно-транспортных происшествиях, и 80 человек, скончавшихся при утоплении в холодной воде. В качестве контроля использовался материал от 16 человек, скончавшихся от сердечной патологии. Две группы сравнения, 25 и 30 человек, составили лица, скончавшиеся от общего переохлаждения организма.

Результаты и обсуждение. Наиболее информативным и достоверным для диагностики оказалось содержание лактата в скелетной мышце, содержание которого резко снижается при наступлении смерти от общего переохлаждения организма. Таким образом, непосредственной причиной смерти в результате получения черепно-мозговой травмы, как и при утоплении, в условиях низких температур окружающей среды более чем в половине случаев является общее переохлаждение организма.

Выводы. Определение содержания гликогена и лактата в скелетной мышце позволяет установить непосредственную причину смерти пострадавших от черепно-мозговой травмы и при утоплении в условиях низких температур окружающей среды. Отсутствие или значительное снижение содержания гликогена, а также снижение содержания лактата менее 41 мкмоль/г в скелетной мышце свидетельствуют о непосредственной причине наступления смерти в результате общего переохлаждения организма.

Ключевые слова. Гликоген, лактат, черепно-мозговая травма, утопление, общее переохлаждение организма.

© Акимов П.А., 2016

тел. +7 909 10 88 001

e-mail: p.a.akimov@yandex.ru

[Акимов П.А. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры биохимии, врач судебно-медицинский эксперт].

Aim. To analyze the indices of tissue carbohydrate metabolism for determination of tanatogenesis processes and establishment of immediate causes of death in sufferers with craniocerebral injury and drowning in conditions of low temperatures of environment.

Materials and methods. Tissue glycogen and lactate content (hepatic, skeletal muscular and myocardial) was studied using sectional material from 111 persons, who died from craniocerebral injury as a result of traffic accident and 80 persons – from drowning in cold water. Material from 16 persons, who died from cardiac pathology, served as a control. Two groups of comparison were formed: 25 and 30 persons, who died from hypothermia.

Results. The most informative and significant for diagnosis was lactate content in the skeletal muscle, critically decreasing with death occurring as a result of hypothermia. Thus, an immediate cause of death from craniocerebral injury as well as drowning in conditions of low temperatures of environment is hypothermia (more than a half of cases).

Conclusions. Glycogen and lactate content in the skeletal muscle permits to assess the immediate cause of death in persons, who had suffered from craniocerebral injury and from drowning in conditions of low temperatures. Absence or significant fall in glycogen content as well as decrease in lactate content $< 41 \text{ mcmol/g}$ in skeletal muscle prove hypothermia to be an immediate cause of death.

Key words. Glycogen, lactate, craniocerebral injury, drowning, hypothermia.

ВВЕДЕНИЕ

Определение содержания гликогена в печени, скелетной мышце и миокарде используется в судебно-медицинской практике как метод лабораторной дифференциальной диагностики при смерти от общего переохлаждения организма, острого отравления этанолом и ишемической болезни сердца [7, 10]. В структуре причин смерти травма занимает третье место, уступая сердечно-сосудистым и онкологическим заболеваниям, при этом в 50 % случаев это повреждения головного мозга [6]. Травма в результате нанесения повреждений составляет более 70 % случаев, транспортная – около 20 %, при этом примерно в 25 % случаев смерть наступает на улице [5]. Танатогенез утопления является сложным механизмом, поэтому имеются несколько классификаций типа утопления и трудности в кодировании причины смерти [3, 4]. Одним из механизмов танатогенеза может явиться общее переохлаждение организма, которое и приводит к трагедии при нахождении в холодной воде [9] или при низкой температуре окружающей среды после получения травмы.

Цель исследования – провести анализ показателей углеводного обмена в тканях для уточнения процессов танатогенеза и установления непосредственной причины смерти пострадавших от черепно-мозговой травмы и при утоплении в условиях низких температур окружающей среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено с использованием секционного материала 111 человек, скончавшихся от черепно-мозговой травмы (ЧМТ) при дорожно-транспортных происшествиях, и 80 человек, скончавшихся при утоплении в холодной воде. Группу контроля составили 16 человек, умерших от сердечной патологии. Две группы сравнения, 25 и 30 человек, составили лица, скончавшиеся от общего переохлаждения организма. Содержание гликогена и лактата в тканях (печени, скелетной мышце и миокарде) проведено разработанным нами методом [2]. Сущность метода заключается в предварительной фиксации ткани в ацетоне с последующей пробоподготовкой путем го-

могенизации биологической ткани и проведения гидролиза (гликогена до глюкозы) в растворе трихлоруксусной кислоты, центрифугировании и определении метаболитов углеводного обмена (глюкозы и лактата) ферментными способами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание гликогена в тканях варьировалось в широком диапазоне. В связи с этим все пострадавшие, скончавшиеся от ЧМТ и утопления, были разделены на четыре группы в зависимости от содержания гликогена в скелетной мышце. В первую группу вошли пострадавшие (7 (6,3 %) и 9 (11,3 %)) с нормальным содержанием

гликогена (как у контрольной группы). У пострадавших второй группы наблюдалось умеренное снижение гликогена (20 (18,0 %) и 20 (25,0 %) человек). В третью группу вошли пострадавшие со значительным снижением гликогена (31 (27,9 %) и 18 (22,5 %)); в материалах пострадавших четвертой группы гликоген не определялся (15 и 23) или определялся в следовых количествах (37 и 10), что характерно для наступления смерти от общего переохлаждения организма [7, 10], всего 53 (47,7 %) и 33 (41,2 %) человека (табл. 1, 2). К первой группе сравнения отнесли случаи, когда гликоген во всех трех объектах не определялся, ко второй – когда гликоген в тканях был значительно снижен.

Таблица 1

Содержание гликогена в тканях, мкмоль/г, при черепно-мозговой травме

Секционный материал		Группа				
		контроль	1	2	3	4
Скелетная мышца	$M \pm m$	23,0 ± 2,0	22,0 ± 1,8	10,7 ± 1,7	6,0 ± 1,9	0,8 ± 0,2
	min-max	15,1-41,2	16,9-30,6	8,0-14,0	4,3-7,9	0,0-3,7
Печень	$M \pm m$	93,0 ± 10,7	113,3 ± 23,6	71,1 ± 9,2	71,6 ± 6,5	14,2 ± 4,1
	min-max	12,4-173,7	32,2-174,0	5,4-159,7	12,2-148,7	0,0-90,7
Миокард	$M \pm m$	5,1 ± 2,0	15,3 ± 2,9	5,5 ± 1,0	5,5 ± 1,1	2,3 ± 0,6
	min-max	0,0-30,5	7,8-25,6	0,0-14,2	0,0-16,1	0,0-14,1

Таблица 2

Содержание гликогена в тканях, мкмоль/г, при утоплении

Секционный материал		Группа			
		1	2	3	4
Скелетная мышца	$M \pm m$	19,7 ± 1,3	11,1 ± 0,5	6,0 ± 0,3	0,8 ± 0,2
	min-max	16,4-28,1	8,2-14,9	4,2-7,9	0,0-3,5
Печень	$M \pm m$	92,2 ± 11,0	79,6 ± 8,4	44,0 ± 4,8	31,7 ± 5,8
	min-max	40,7-147,5	32,8-178,1	14,5-86,9	0,0-118,7
Миокард	$M \pm m$	3,1 ± 1,0	3,2 ± 0,8	3,3 ± 0,9	1,9 ± 0,7
	min-max	0,0-10,1	0,0-12,8	0,0-11,1	0,0-13,8

Известно, что при классическом (медленном темпе) охлаждения наблюдают полное отсутствие углеводов во всех трех объектах либо резко выраженное снижение. При быстром темпе охлаждения наблюдается

незначительное или умеренное снижение содержания углеводов [1]. В последних случаях трудно провести дифференциальную диагностику непосредственной причины смерти между общим переохлаждением ор-

ганизма, черепно-мозговой травмой или утоплением в холодной воде.

В каждой анализируемой группе наблюдался широкий диапазон данных по содержанию гликогена в печени, что зависит от многих причин, в частности от постпрондиального периода, первоначального исходного уровня и наличия алкоголя в организме. Смерть от утопления в воде составляет около 5 % от общего количества смертей, при этом примерно в 80 % случаев пострадавшие находились в состоянии алкогольного опьянения [8]. Наибольшее содержание гликогена в печени, не отличающееся от такового у лиц группы сравнения, установлено в первой группе наблюдений. Содержание гликогена у лиц второй и третьей групп при ЧМТ и второй группы при утоплении было умеренно снижено ($p < 0,5$). Значительное снижение содержания гликогена в печени отмечено у лиц четвертой группы ($p > 0,001$), что свидетельствует об усилении гликогенолиза для поддержания температурного гомеостаза. Снижение содержания гликогена как в печени, так и в скелетной мышце связано с травматическим шоком и свидетельствует о периоде переживаемости после получения травмы. При нахождении в холодной воде снижение содержания гликогена связано с холодовым и эмоциональным шоком и свидетельствует о периоде борьбы организма за выживание.

Гликоген не является основным энергетическим субстратом для миокарда, однако при сердечной патологии наблюдается его резкое снижение [7, 10]. Наибольшее содержание гликогена в миокарде отмечено только в первой группе наблюдений у лиц с ЧМТ (мгновенная смерть). В остальных группах содержание гликогена не отличалось от контрольных показателей ($p < 0,2$), что свидетельствует о явлениях угасания

сердечной деятельности в посттравматическом периоде.

При изучении содержания лактата в тканях установлены следующие изменения (рисунок). Наиболее информативным и достоверным для диагностики оказалось содержание лактата в скелетной мышце, которое резко снижается при наступлении смерти от общего переохлаждения организма ($p < 0,001$). Содержание лактата в первой и второй группах наблюдений не отличалось от такового в контрольной группе ($p > 0,5$), а в четвертой группе – от значений обеих групп сравнения ($p > 0,5$).

При анализе содержания лактата в скелетной мышце образцов третьей группы установлено, что снижение лактата ниже 41,0 мкмоль/г (наибольшее значение у лиц, скончавшихся от общего переохлаждения организма, и наименьшее во второй группе) отмечено в 1/3 случаях. Низкое содержание лактата в скелетной мышце связано со снижением окисления глюкозы, обусловленным резким снижением активности ферментов и транспорта глюкозы в ткань. Содержание лактата в печени оказалось менее информативным. Достоверное снижение отмечено только в четвертой группе (при общем переохлаждении организма), не отличающееся от показателей групп сравнения. В миокарде достоверных изменений в содержании лактата не установлено ($p < 0,2$), вместе с тем отмечается тенденция к снижению показателя в образцах четвертой группы (при переохлаждении организма).

Таким образом, непосредственной причиной смерти в результате получения черепно-мозговой травмы, как и при утоплении, в условиях низких температур окружающей среды более чем в половине случаев является общее переохлаждение организма.

Полученные результаты рекомендуется использовать в судебно-медицинской практике. При дифференциальной диагностике

необходимо учитывать не только содержание гликогена в тканях, но и содержание лактата.

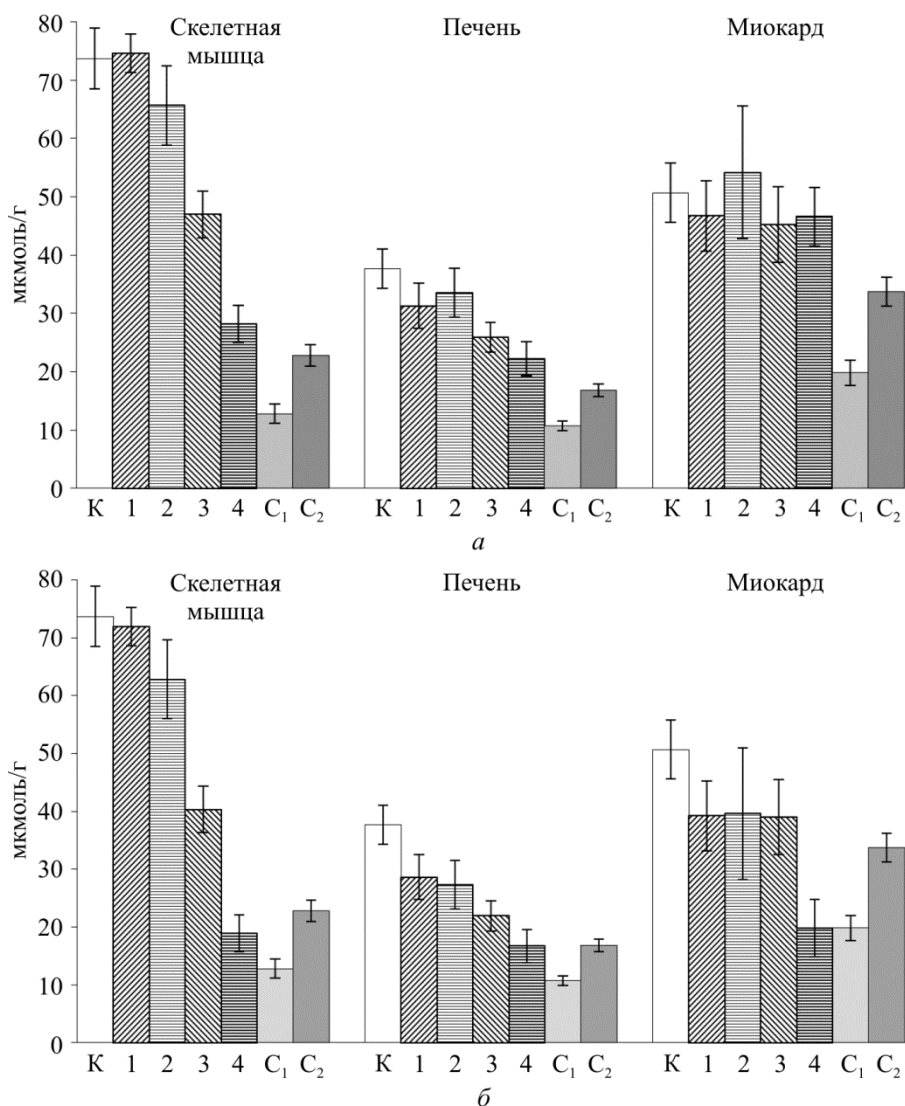


Рис. Содержание лактата в тканях при черепно-мозговой травме (а) и при утоплении (б): К – контроль; 1–4 – группы наблюдения; C₁–C₂ – группы сравнения

Выводы

Определение содержания гликогена и лактата в скелетной мышце позволяет установить непосредственную причину смерти

пострадавших от черепно-мозговой травмы и при утоплении в условиях низких температур окружающей среды. Отсутствие или значительное снижение содержания гликогена, а также снижение содержания лактата менее 41 мкмоль/г в скелетной мышце сви-

детельствует о непосредственной причине наступления смерти в результате общего переохлаждения организма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Акимов П.А., Коротун В.Н., Любовицкий А.В.* Биохимические исследования при диагностике переохлаждения организма в практике бюро судебно-медицинской экспертизы. Лабораторные методы исследования в судебной медицине и задачи судебно-медицинской науки и практики по их совершенствованию. Материалы VIII Всерос. пленума судебных медиков. Москва–Астрахань 1993; Ижевск 1994; 158–161.

2. *Акимов П.А., Терёхина Н.А.* Способ определения метаболитов углеводного обмена в биологических тканях: пат. Рос. Федерация 2453849; Опубл. 20.06.2012. Бюл. № 17.

3. *Коротун В.Н., Витер В.И.* К вопросу о классификации условий, обстоятельств и причины смерти при погружении человека в воду и от ее воздействия. Проблемы экспертизы в медицине 2008; 3–4: 28–30.

4. *Коротун В.Н.* Вопросы кодирования причин и обстоятельств смерти при погруже-

нии человека в воду и от ее воздействия. Проблемы экспертизы в медицине 2008; 3–4: 30–33.

5. *Ладейщиков В.М., Коротун В.Н., Борисова Л.И.* Анализ смертности пострадавших с черепно-мозговой травмой по данным Пермского областного бюро судебно-медицинской экспертизы. Проблемы экспертизы в медицине 2006; 4: 70.

6. *Лихтерман Л.Б.* Черепно-мозговая травма. М.: Медицинская газета 2003; 360.

7. Определение гликогена в миокарде, печени, скелетной мышце как метод лабораторной дифференциальной диагностики при смерти от острого отравления этанолом, ишемической болезни сердца и общего охлаждения. Письмо № 1688 от 28.07.88 г. главн. суд.-мед. эксперт. М. 1988; 8.

8. *Пермяков А.В., Ковалева М.С.* Роль алкоголя в пато- и танатогенезе утопления. Проблемы экспертизы в медицине 2002; 1: 43.

9. *Попов В.Л., Исаков В.Д., Ситник В.И.* Гипергликемия при холодовой травме. Судебно-медицинская экспертиза 1990; 4: 54–55.

10. *Шигеев В.Б., Шигеев С.В., Колударова Е.М.* Холодовая смерть. М. 2004; 184.

Материал поступил в редакцию 20.09.2016