

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm410>

Диабетические комы в структуре смертности больных сахарным диабетом

П.А. Акимов^{1, 2}, Е.Х. Баринов³, Н.А. Терехина¹¹ Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация² Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы, Пермь, Российская Федерация³ Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Данные статистики о причинах смерти больных сахарным диабетом не соответствуют реальным показателям в связи с недостаточным уровнем диагностики на постмортальном этапе исследований в большинстве регионов страны.

Цель исследования — статистический анализ смертности больных сахарным диабетом в результате диабетических ком за 2017–2020 гг.

Материалы и методы. Проведён биохимический анализ крови и стекловидного тела глаза. В крови определяли содержание гликогеоглобина для подтверждения наличия сахарного диабета. В стекловидном теле глаза определяли содержание глюкозы, лактата и ацетоацетата. Критерии дифференциальной диагностики диабетических ком по биохимическому анализу стекловидного тела глаза были разработаны нами ранее.

Результаты. Исследование проведено на трупном материале 4444 больных сахарным диабетом, скончавшихся скоропостижно (в катамнезе стоявших на учёте при жизни с диагнозом сахарного диабета). Все больные сахарным диабетом имели повышенное содержание гликогеоглобина. При анализе структуры смертности больных сахарным диабетом установлено, что в результате диабетических ком скончалось 692 человека, что составило 15,6%. В структуре смертности больных сахарным диабетом диабетические комы занимают значительно больший процент случаев, чем указывается в статистических данных. Данное положение обусловлено недостаточным внедрением лабораторных исследований на постмортальном этапе диагностики, а также ограничением кодирования причины смерти больных сахарным диабетом в результате диабетических ком. Разработанные способы диагностики диабетических ком просты в исполнении, гарантируют высокую точность и достоверность результата, доступны для любой специализированной лаборатории.

Заключение. Наиболее часто встречается прекомаозное состояние (начало развития гиперосмолярной некетозической комы), которое в сочетании с самой комой даёт наибольший процент смертности в результате диабетических ком. В последние годы отмечается тенденция к снижению смертности в результате диабетических ком.

Ключевые слова: сахарный диабет; диабетические комы; смертность.

Как цитировать

Акимов П.А., Баринов Е.Х., Терехина Н.А. Диабетические комы в структуре смертности больных сахарным диабетом // Судебная медицина. 2023. Т. 9, № 1. С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm410>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm410>

Diabetic coma in the mortality of patients with diabetes mellitus

Pavel A. Akimov^{1, 2}, Evgeny Kh. Barinov³, Natalya A. Terekhina¹

¹ E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia Federation

² Perm Regional Bureau of Forensic Medical Examination, Perm, Russia Federation

³ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Statistics on the causes of death of patients with diabetes mellitus do not correspond to real indicators because of the insufficient level of diagnosis at the post-mortem stage of research in most regions of the country.

AIM: This study aimed to statistically analyze the mortality of patients with diabetes as a result of diabetic coma in the period from 2017 to 2020.

MATERIALS AND METHODS: The study examined blood and vitreous body of the eyes from 4444 patients with diabetes mellitus. The levels of glycohemoglobin in the blood and glucose, lactate, and acetoacetate in the vitreous body of the eyes were determined. The diagnosis of diabetic coma was made taking into account previously developed criteria.

RESULTS: A total of 692 (15.6%) patients with diabetes mellitus died of diabetic coma. Diabetic coma-related deaths occupy a much larger percentage of cases than is available in statistical data because of the insufficient implementation of laboratory tests at the post-mortem stage of diagnosis and restricted coding of the cause of diabetic coma-related death of patients with diabetes mellitus. Methods for diagnosing diabetic comas are easy to perform, guarantee high accuracy and reliability of results, and are available for any specialized laboratory.

CONCLUSION: The most common precomatous state (the beginning of the development of hyperosmolar non-ketoacidotic coma), which in combination with coma itself, leads to the highest rates of diabetic coma-related death. In recent years, diabetic coma-related death tended to reduce.

Keywords: diabetes mellitus; diabetic comas; mortality.

To cite this article

Akimov PA, Barinov EK, Terekhina NA. Diabetic coma in the mortality of patients with diabetes mellitus. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2023;9(1):41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm410>

Received: 28.06.2021

Accepted: 19.01.2023

Published: 27.01.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm410>

糖尿病昏迷在糖尿病病人的死亡率结构

Pavel A. Akimov^{1,2}, Evgeny Kh. Barinov³, Natalya A. Terekhina¹¹ E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russia Federation² Perm Regional Bureau of Forensic Medical Examination, Perm, Russia Federation³ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia Federation

简评

论证。由于国内大多数地区在尸检阶段中的诊断不足，关于糖尿病病人的死亡原因信息不符合现实。

研究目的是在2017–2020年内由于糖尿病昏迷导致的糖尿病患者死亡率的统计分析。

材料与方法。进行了血液检测和玻璃体的生物化学分析。测定血液中的糖化血红蛋白以确认是否存在糖尿病。测定玻璃体中的葡萄糖、乳酸盐和丁铜酸酯的含量。我们之前已制定了通过玻璃体的生化分析对糖尿病昏迷进行鉴别诊断的标准。

结果。这项研究是在4444名猝然去世的糖尿病患者的尸体上进行的（这些患者在生前被登记为糖尿病病人）所有糖尿病患者的糖化血红蛋白水平都提高了。在分析糖尿病患者的死亡率结构时，发现了692个人的死因是糖尿病昏迷，占15.6%。在糖尿病患者的死亡率结构中，糖尿病昏迷的比例比统计数据中注明的要高得多。这种情况是由于在死后诊断阶段中采用的实验室检查不足，以及糖尿病患者由于糖尿病昏迷导致的死因编码有限。制定的糖尿病昏迷诊断方式是易于执行的，确保结果的很高的准确性和可靠性，任何专业实验室都可以进行。

结论。最常见的是昏迷前状态（高渗性非酮症酸中毒昏迷的发作），其与昏迷结合在一起，使糖尿病昏迷的死亡率百分比最高。近年来，糖尿病昏迷导致的死亡率有下降的趋势。

关键词：糖尿病；糖尿病昏迷；死亡率。

To cite this article

Akimov PA, Barinov EK, Terekhina NA. 糖尿病昏迷在糖尿病病人的死亡率结构. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2023;9(1):41–48.DOI: <https://doi.org/10.17816/fm410>

收到: 28.06.2021

接受: 19.01.2023

发布日期: 27.01.2023

ОБОСНОВАНИЕ

В структуре причин смерти больных сахарным диабетом (СД) основную долю составляет смертность в результате сердечно-сосудистой патологии, при этом на диабетические комы приходится 0,2–2,0% [1]. Для постмортальной диагностики используются современные методы биохимии, отражающие метаболические нарушения в организме, происходящие преимущественно в антеморальном периоде [2]. Выбор стекловидного тела глаза в качестве объекта исследования обусловлено стабильностью в нём метаболических показателей в постмортальном периоде, что может быть использовано для диагностики острых осложнений СД [3, 4].

Недостаточная материально-техническая обеспеченность системы здравоохранения страны в целом обуславливает ограничения в работе государственных судебно-экспертных учреждений. Всё это сказывается на уровне постановки диагноза и кодирования причины смерти больных СД, так как объективные данные этой патологии могут быть получены только биохимическими методами. Таким образом, данные статистики о заболеваемости и особенно смертности населения имеют ориентировочное значение.

Изучением последствий нарушения метаболизма и поиском соответствующих маркеров занимается постмортальная биохимия. Ранее нами были изучены параметры углеводного обмена в постмортальном периоде у лиц, болевших при жизни СД. Выявлены новые метаболические маркеры и разработаны способы постмортальной дифференциальной диагностики диабетических ком (гипогликемической, кетоацидотической, гиперосмолярной некетоацидотической, гиперосмолярной кетоацидотической) по биохимическому анализу стекловидного тела глаза [4–6]. Полученные нами результаты в дальнейшем были подтверждены работами зарубежных исследователей [7, 8]. Интерес к данной проблеме продолжается и в настоящее время [9].

Цель исследования — статистический анализ смертности больных СД в результате диабетических ком.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одноцентровое обсервационное одномоментное выборочное исследование. Применялся сплошной отбор всех экспертиз, подходящих критериям соответствия. Изучалась одна популяция.

Критерии соответствия

Критерии включения: лица, скончавшиеся скоропостижно, стоявшие на учёте при жизни с диагнозом СД; наличие в экспертизе данных о выполнении биохимического анализа крови на гликогемоглобин

и биохимического исследования стекловидного тела глаза на содержание глюкозы, лактата и ацетоацетата.

Критерии исключения: не применялись.

Условия проведения

Исследование выполнено в судебно-химическом отделении Пермского краевого бюро судебно-медицинской экспертизы. Для анализа использовались данные с января 2017 г. по декабрь 2020 г. включительно.

Методы исследования

Определение глюкозы проводили глюкозооксидазным методом, лактата — лактатоксидазным методом с применением стандартных наборов реактивов. Определение оптической плотности проводили на спектрофотометре PD-303 (Япония). Определение ацетоацетата проводили полуколичественным методом с применением набора «Биоскан-кетоны». Определение гликированного гемоглобина проводили фотометрическим методом с тиобарбитуровой кислотой на спектрофотометре «СФ-2000» (Россия).

Критерии дифференциальной диагностики диабетических ком

Критерии дифференциальной диагностики диабетических ком по биохимическому анализу стекловидного тела глаза были разработаны нами ранее [4–6].

Критериями диагностики гиперосмолярной некетоацидотической комы (гипергликемической комы) являются содержание глюкозы, превышающее 17 ммоль/л, отсутствие или незначительное содержание (до 1,5 ммоль/л) ацетоацетата. Содержание глюкозы, превышающее 9 ммоль/л, но ниже 17,0 ммоль/л, свидетельствует о состоянии диабетической прекомы.

Критериями диагностики кетоацидотической комы являются резкое увеличение содержания ацетоацетата (выше 4,0 ммоль/л), наличие (до 7 ммоль/л) или отсутствие глюкозы.

Критериями диагностики гиперосмолярной кетоацидотической комы являются содержание ацетоацетата более 2,5 ммоль/л и глюкозы более 7 ммоль/л.

Критериями диагностики гипогликемической комы являются отсутствие глюкозы и содержание лактата менее 10 ммоль/л.

Этическая экспертиза

Приказ № 346н от 12 мая 2010 г. «Об утверждении Порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации», п. 88. «Особенности порядка производства биохимической экспертизы»: освоение и внедрение новых качественных и количественных биохимических методов анализа, адаптированных к задачам судебно-медицинской практики, с целью расширения диагностических возможностей проводимых экспертных исследований.

Таблица 1. Структура смертности больных сахарным диабетом в результате диабетических ком**Table 1.** Structure of mortality of patients with diabetes mellitus as a result of diabetic comas

Причина смерти	2017	2018	2019	2020	Всего
	n=836	n=1230	n=854	n=1524	n=4444
Прекоматозное состояние, % (n)	7,4 (62)	5,4 (67)	1,5 (13)	5,0 (76)	4,9 (218)
Гиперосмолярная некетацидотическая кома, % (n)	3,6 (30)	2,0 (25)	3,7 (32)	2,4 (36)	2,8 (123)
Гиперосмолярная кетоацидотическая кома, % (n)	2,6 (22)	2,4 (29)	3,0 (36)	1,3 (21)	2,4 (108)
Кетоацидотическая кома, % (n)	1,2 (10)	1,3 (16)	1,2 (10)	1,3 (20)	1,3 (56)
Гипогликемическая кома, % (n)	3,2 (27)	3,0 (37)	4,4 (38)	5,6 (85)	4,2 (187)
Итого	18,1 (151)	14,1 (174)	15,1 (129)	15,6 (238)	15,6 (692)

Статистический анализ

Вычисляли процент встречаемости диабетических ком в структуре смертности больных СД на основе вышеуказанных критериев диагностики с использованием 95% доверительного интервала. Данные представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Для расчётов использовался пакет статистических программ Microsoft Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты исследования

Объектом исследования явился секционный материал 4444 больных.

Основные результаты исследования

Все больные СД имели повышенное содержание гликогеоглобина. При анализе структуры смертности больных СД установлено, что в результате диабетических ком скончалось 692 человека из 4444, что составило 15,6% (см. табл. 1), при этом прекоматозные состояния (развитие гиперосмолярной некетацидотической комы) и сама кома наблюдались в большинстве случаев (соответственно 4,9% и 2,8%, итого 7,7%).

Дополнительные результаты исследования

При проведении сравнительного анализа смертности больных СД за последние два десятилетия установлено снижение частоты фатальных осложнений в результате

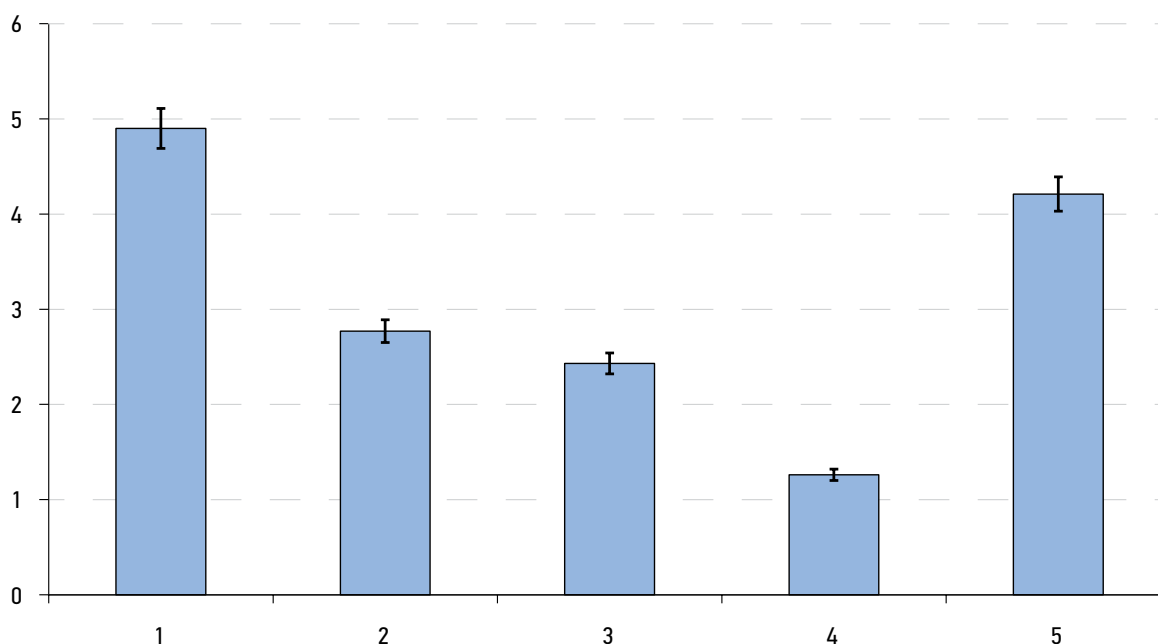


Рис. 1. Структура диабетических ком и 95% доверительный интервал: (по оси абсцисс) 1 — диабетическая прекома, 2 — гиперосмолярная некетацидотическая кома, 3 — гиперосмолярная кетоацидотическая кома, 4 — кетоацидотическая кома, 5 — гипогликемическая кома; (по оси ординат) доля встречаемости диабетических ком (%).

Fig. 1. Structure of diabetic comas and 95% confidence interval: (along the abscissa axis) 1 — diabetic precoma, 2 — hyperosmolar non-ketoacidotic coma, 3 — hyperosmolar ketoacidotic coma, 4 — ketoacidotic coma, 5 — hypoglycemic coma; (on the ordinate axis) the proportion of occurrence of diabetic com (%).

диабетических ком с 42,2% (до 2005 г.) до 25,0% (за 2014–2015 гг.), при этом прекоматозные состояния отмечены только в последние годы [6]. Такая тенденция продолжает наблюдаться и в течение последнего периода (2017–2020 гг.). Полученные данные можно объяснить улучшением диагностики, лечения и профилактики осложнений СД среди населения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Репрезентативность выборок

Набор данных экспертных исследований осуществлялся только в Пермском крае. Известно, что заболеваемость СД, как и смертность в результате диабетических ком, может отличаться по регионам.

Сопоставление с другими публикациями

В настоящее время в мировой практике для постмортальной диагностики СД используются различные методы определения гликогеоглобина [2, 10]. Содержание гликогеоглобина является стабильным и информативным показателем: в постмортальном периоде соответствует референтным величинам для крови живых людей и не зависит от причины смерти и длительности постмортального периода [10–12], а также отражает степень тяжести (компенсации) диабета (компенсированный, субкомпенсированный, декомпенсированный) при жизни пострадавшего. Использование этого биохимического метода является единственным достоверным критерием постмортальной диагностики СД [4].

Кодирование причины смерти больных СД осуществляется согласно Международной классификации болезней Десятого пересмотра (МКБ-10):

- E10 Инсулинзависимый сахарный диабет;
- E11 Инсулиннезависимый сахарный диабет;
- E12 Сахарный диабет, связанный с недостаточностью питания;
- E13 Другие уточнённые формы сахарного диабета;
- E14 Сахарный диабет неуточнённый.

При наступлении смерти больных СД, стоявших на учёте с этим заболеванием, используются коды E10–E13 на основании данных медицинских документов. При выявлении СД на основании повышенного содержания гликогеоглобина без медицинских документов использует код E14. Вместе с тем, согласно МКБ-10, кодировка причины смерти больных СД имеет сильные ограничения, на что указывают четвёртые знаки:

- .0 С комой;
- .1 С кетоацидозом;
- .2 С поражениями почек;
- .3 С поражениями глаз;
- .4 С неврологическими осложнениями;
- .5 С нарушениями периферического кровообращения;
- .6 С другими уточнёнными осложнениями;

- .7 С множественными осложнениями;
- .8 С неуточнёнными осложнениями;
- .9 Без осложнений.

Как видно из классификации Всемирной организации здравоохранения, имеются только две рубрики причин смерти с диабетической комой. В рубрику «.0 С комой» можно отнести гиперосмолярную некетацидотическую кому (гипергликемическую), прекоматозное состояние, а также гипогликемическую кому. В рубрику «.1 С кетоацидозом», соответственно, — кетоацидотическую кому и гиперосмолярную кетоацидотическую кому. Имеющийся код «E15 Гипогликемическая кома недиабетическая» не предназначен для диагностики этой комы у больных СД. В то же время в структуре смертности населения гипогликемическая кома значительно чаще (до 11%) встречается у лиц без заболевания СД [13].

Резюме основного результата исследования

Внедрение в судебно-медицинскую практику современных методов биохимического исследования позволяет выявлять метаболические нарушения, что даёт возможность объективно оценивать танатогенез и использовать эти данные для дифференциальной диагностики. Внедрение биохимических исследований на постмортальном этапе зависит от запросов танатологов.

Обсуждение основного результата исследования

Таким образом, всем лицам, страдавшим при жизни СД, и лицам, скончавшимся скоропостижно, рекомендуется проводить скрининговые исследования по определению содержания глюкозы, лактата, кетоновых тел в стекловидном теле глаза. Разработанные способы диагностики диабетических ком просты в исполнении, гарантируют высокую точность и достоверность результата, доступны для любой специализированной лаборатории. Определение содержания гликогеоглобина позволяет достоверно подтвердить наличие СД при жизни пострадавшего.

Ограничения исследования

Исследование проведено только в одном регионе Российской Федерации. Несмотря на сплошной способ формирования выборки, полученные результаты могут быть несколько занижены в связи с критериями диагностики ком. Известно, что существуют границы между нормой и патологией, так называемые серые зоны. В наших исследованиях этот интервал («серая зона») составлял от 7,1 до 8,9 ммоль/л. Данные наблюдения не были включены в группу «прекоматозное состояние».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В структуре смертности больных СД диабетические комы занимают значительно больший процент случаев,

чем указывается в статистических данных. Данное положение обусловлено недостаточным внедрением лабораторных исследований на постмортальном этапе диагностики, а также ограничением кодирования причины смерти больных СД в результате диабетических ком. Наиболее часто встречается прекоматозное состояние (начало развития гиперосмолярной некетацидотической комы), которое в сочетании с самой комой даёт наибольший процент смертности в результате диабетических ком. В последние годы отмечается тенденция к снижению смертности в результате диабетических ком.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. П.А. Акимов, к.м.н., доцент кафедры биохимии ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России является судебно-медицинским экспертом ГКУЗОТ «Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы», проводившим статистическую обработку результатов исследования (ГКУЗОТ «Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы» не являлось спонсором исследования, не принимало участие в анализе данных, их интерпретации и подготовке статьи, не состояло в финансовых отношениях с другими членами авторского коллектива). Остальные авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: П.А. Акимов — сбор данных, написание текста рукописи; Е.Х. Баринов, Н.А. Терехина — научное редактирование рукописи; Н.А. Терехина, Е.Х. Баринов,

П.А. Акимов — рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

Благодарности. Авторы выражают благодарность руководству ГКУЗОТ «Пермское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы» в лице начальника к.м.н. А.М. Онянова и заместителя по экспертной работе к.м.н. Д.М. Бородулина за внедрение скринингового биохимического исследования больных сахарным диабетом.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. P.A. Akimov, Cand. Sci (Med.), assoc. Prof. Department of biochemistry E.A. Vagner Perm State Medical University is a forensic medical expert of the Perm Regional Bureau of Forensic Medical Examination, who conducted statistical processing of the study results (the Perm Regional Bureau of Forensic Medical Examination was not a sponsor of the study, did not participate in the analysis of data, their interpretation and preparation of the article, was not in financial relations with other members of the author's team). The other authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. P.A. Akimov — data collection, drafting of the manuscript; E.Kh. Barinov, N.A. Terekhina — critical revision of the manuscript for important intellectual content; N.A. Terekhina, E.Kh. Barinov, P.A. Akimov — review and approve the final manuscript.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the leadership of the Perm Regional Bureau of Forensic Medical Examination, represented by the head, MD, Cand. Sci. Med. Onyanov A.M. and Deputy for expert work, MD, Cand. Sci. Med. Borodulin D.M. for the introduction of a screening biochemical study of patients with diabetes mellitus.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: распространенность, заболеваемость, смертность, параметры углеводного обмена и структура сахароснижающей терапии по данным Федерального регистра сахарного диабета, статус 2017 г. // Сахарный диабет. 2018. Т. 21, № 3. С. 144–159. doi: 10.14341/DM9686
2. Дежинова Т.А., Попов В.Л., Заславский Г.И. Судебно-биохимические исследования. Санкт-Петербург, 2003. 96 с.
3. Авходиев Г.И., Кузьмина О.В., Рафибеков М.Г. Белки и их производные в постмортальном периоде. Чита: Поиск, 2002. 79 с.
4. Терехина Н.А., Акимов П.А. Биохимический анализ стекловидного тела глаза в постмортальной диагностике диабетических ком // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2005. № 2. С. 24–25.
5. Патент РФ на изобретение № 2131700 С1/20.06.1999. Акимов П.А., Терехина Н.А. Способ диагностики гипергликеми-

ческой комы в постмортальном периоде. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2131700C1_19990620. Дата обращения: 12.05.2022.

6. Акимов П.А., Терехина Н.А. Биохимические показатели стекловидного тела глаза в диагностике заболеваний // Пермский медицинский журнал. 2016. Т. 33, № 4. С. 61–64.
7. Hess C., Musshoff F., Madea B. Disorders of glucose metabolism -- post mortem analyses in forensic cases: Part I // Int J Legal Med. 2011. Vol. 125, N 2. P. 163–170. doi: 10.1007/s00414-010-0509-6
8. Musshoff F., Hess C., Madea B. Disorders of glucose metabolism: Post mortem analyses in forensic cases – part II // Int J Legal Med. 2011. Vol. 125, N 2. P. 171–180. doi: 10.1007/s00414-010-0510-0
9. Heimer J., Gascho D., Madea B., et al. Comparison of the beta-hydroxybutyrate, glucose and lactate concentrations derived from postmortem proton magnetic resonance spectroscopy and biochemical analysis for the diagnosis of fatal metabolic

disorders // *Int J Legal Med.* 2020. Vol. 134, N 2. P. 603–612. doi: 10.1007/s00414-019-02235-6

10. Качина Н.Н. Посмертная оценка гликемии по уровню глюкозы и гликозилированного гемоглобина крови // Судебно-медицинская экспертиза. 1991. Т. 34, № 4. С. 7–10.

11. Hindle E.J., Rostron G.M., Gatt J.A. The diagnostic value of glycosylated haemoglobin levels in postmortem blood // *Ann Clin Biochem.* 1985. Vol. 22, Pt 2. P. 144–147. doi: 10.1177/000456328502200206

12. Николаев Б.С., Кинле А.Ф., Самаркина О.Ю. О возможности посмертной диагностики сахарного диабета // Судебно-медицинская экспертиза. 2010. Т. 53, № 5. С. 39–40.

13. Акимов П.А., Терехина Н.А., Витер В.И., Баринов Е.Х. Постмортальная диагностика гипогликемической комы по биохимическому анализу стекловидного тела глаза // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. С. 99.

REFERENCES

1. Dedov I, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Diabetes mellitus in Russian Federation: prevalence, morbidity, mortality, parameters of glycaemic control and structure of hypoglycaemic therapy according to the Federal Diabetes Register, status 2017. *Diabetes Mellitus.* 2018;21(3):144–159. (In Russ). doi: 10.14341/DM9686
2. Dezhinova TA, Popov VL, Zaslavskii GI. Forensic biochemical research. Saint Petersburg; 2003. 96 p. (In Russ).
3. Avhodiev GI, Kuzmina OV, Rafibekov MG. Proteins and their derivatives in the post-mortem period. Chita: Poisk; 2002. 79 p. (In Russ).
4. Terekhina NA, Akimov PA. Biochemical analysis of the vitreous body of the eye in post-mortem diagnosis of diabetic coma. *Pathological Physiology Experimental Therapy.* 2005;(2):24–25. (In Russ).
5. Patent RUS № 2131700 C1/20.06.1999. Akimov PA, Terekhina NA. Method of diagnosis of hyperglycemic coma in the postmortem periode. (In Russ). Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2131700C1_19990620. Accessed: 12.05.2022.
6. Akimov PA, Terekhina NA. Biochemical indices of vitreous humor in diagnosis of diseases. *Perm Med J.* 2016;33(4):61–64. (In Russ).
7. Hess C, Musshoff F, Madea B. Disorders of glucose metabolism -- post mortem analyses in forensic cases: Part I. *Int J Legal Med.* 2011;125(2):163–170. doi: 10.1007/s00414-010-0509-6

8. Musshoff F, Hess C, Madea B. Disorders of glucose metabolism: Post mortem analyses in forensic cases – part II. *Int J Legal Med.* 2011;125(2):171–180. doi: 10.1007/s00414-010-0510-0

9. Heimer J, Gascho D, Madea B, et al. Comparison of the beta-hydroxybutyrate, glucose and lactate concentrations derived from postmortem proton magnetic resonance spectroscopy and biochemical analysis for the diagnosis of fatal metabolic disorders. *Int J Legal Med.* 2020;134(2):603–612. doi: 10.1007/s00414-019-02235-6

10. Kachina NN. Postmortal evaluation of glucose and glycosylated blood Hb levels. *Forensic Med\ Examination.* 1991;34(4):7–10. (In Russ).

11. Hindle EJ, Rostron GM, Gatt JA. The diagnostic value of glycosylated haemoglobin levels in postmortem blood. *Ann Clin Biochem.* 1985;22(Pt2):144–147. doi: 10.1177/000456328502200206

12. Nikolaev BS, Kinle AE, Samarкина OYu. On the possibility of post-mortem diagnosis of diabetes mellitus. *Forensic Med Examination.* 2010;53(5):39–40. (In Russ).

13. Akimov PA, Terekhina NA, Viter VI, Barinov EK. Postmortem diagnosis of hypoglycemic coma by biochemical analysis of the vitreous body. *Modern Problems Sci Education.* 2019;(2):99. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Акимов Павел Акимович**, к.м.н., доцент;
адрес: Россия, 614099, Пермь, ул. Петропавловская, д. 26;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4347-8760>;
eLibrary SPIN: 9597-4566; e-mail: p.a.akimov@yandex.ru

Баринов Евгений Христофорович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4236-4219>;
eLibrary SPIN: 2112-4568; e-mail: ev.barinov@mail.ru

Терехина Наталья Александровна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0168-3785>;
eLibrary SPIN: 7663-4110; e-mail: terekhina@list.ru

AUTHORS' INFO

* **Pavel A. Akimov**, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;
address: 26 Petropavlovskaya street, 614099 Perm, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4347-8760>;
eLibrary SPIN: 9597-4566; e-mail: p.a.akimov@yandex.ru

Evgeny Kh. Barinov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4236-4219>;
eLibrary SPIN: 2112-4568; e-mail: ev.barinov@mail.ru

Natalya A. Terekhina, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0168-3785>;
eLibrary SPIN: 7663-4110; e-mail: terekhina@list.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author