

На правах рукописи

**ЩЕПОЧКИН
ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВИЧ**

**ТЕРМОМЕТРИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА В АСПЕКТЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ**

14.00.24 - судебная медицина

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

**Ижевск
2001**

Работа выполнена на кафедре судебной медицины
Ижевской государственной медицинской академии

Научный руководитель: доктор медицинских наук,
профессор **В.И. Витер**

Научный консультант: доктор технических наук,
профессор **В.А. Куликов**

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук,
доцент **П.О. Ромодановский**

кандидат медицинских наук,
доцент **А.В. Светлаков**

Ведущая организация: Тюменская государственная
медицинская академия

Защита состоится “ 22 ” ноября 2001 года в _____ часов на заседании диссертационного совета К 208.029.01 Ижевской государственной медицинской академии по адресу 426034 г. Ижевск, ул. Революционная, 199.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Ижевской государственной медицинской академии по адресу 426034 г. Ижевск, ул. Революционная, 199.

Автореферат разослан “ 18 ” октября 2001 года

**Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор медицинских наук
профессор**

С.Н. Стяжкина.

Актуальность проблемы:

Определение давности наступления смерти (ОДНС) является одной из актуальных проблем судебной медицины. На значимость ее неоднократно указывалось на разнообразных форумах, Всесоюзных и Российских съездах судебных медиков (1976, 1982, 1988), пленумах Научного совета по судебной медицине АМН РФ. Однако проблема по сегодняшний день так и остается нерешенной, на что было вновь обращено внимание на V Всероссийском съезде судебных медиков (Астрахань 2000).

В настоящее время в судебной медицине для определения давности смерти (ОДНС) относительно надежным методом и соответственно наиболее распространенным, является термометрический способ, основанный на оценке посмертной динамики температуры тела (Kuroda F. and all., 1983). При этом наиболее часто используемыми диагностическими зонами являются прямая кишка и ткань печени. Ректальная термометрия отличается простотой и неинвазивностью, выбор печени обусловлен ее значительными размерами и большей гомогенностью относительно других органов.

Однако при попытке математического моделирования посмертного охлаждения трупа, регистрируемого в данных зонах, исследователи сталкиваются с определенными трудностями, что связано с наличием значительного количества разнообразных трудно учитываемых факторов, в той или иной мере влияющих на исследуемый процесс. Расхождения в расчетах, полученных при попытках переноса математической модели на конкретный объект, ряд авторов, объясняет тем, что эксперт избирает неадекватную диагностическую зону, в которой проводилось измерение температуры (Новиков П.И., 1986).

Анализируя анатомические области тела человека, которые могли бы быть пригодными для производства посмертной термометрии, мы сделали предположение, что наиболее перспективным для этой цели может оказаться головной мозг. Голова наиболее близка к правильной геометрической фигуре – шару, и, соответственно, при учете процесса теплообмена ее с внешней средой уменьшается изначальная величина погрешности, обусловленная при обычных расчетах сложностью строения человеческого тела

и невозможностью описания его простой геометрической формой (Благодатских А.В. с соавт., 1997). Кроме того, голова человека состоит из меньшего количества незначительных по объему и достаточно равномерно распределенных слоев, где головной мозг, занимающий всю полость мозгового черепа, представляет собой в высокой степени однородную структуру, что уменьшает длительность посмертного перераспределения температур, называемый в теплотехнике нерегулярным тепловым режимом.

До настоящего времени, в судебно-медицинской практике термометрия головного мозга не проводилась, а в литературных источниках отсутствуют материалы по анализу особенностей его охлаждения в зависимости от влияния комплекса каких-либо эндо- и экзогенных факторов.

Учитывая вышесказанное, *целью исследования* явилось: разработка экспертных критериев диагностики давности наступления смерти на основании анализа посмертной термодинамики ткани головного мозга человека методом мультиканальной электронно-компьютерной термометрии.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие *задачи*:

1. Определить оптимальный технический прием введения термодатчиков в ткань головного мозга и разработать методику измерения динамики его посмертной температуры, используя метод мультиканальной электронно-компьютерной термометрии.

2. Установить закономерности динамики посмертной температуры ткани головного мозга в зависимости от давности наступления смерти.

3. Обосновать целесообразность использования ткани головного мозга в качестве диагностической зоны в сравнении с диагностическими зонами в печени и прямой кишке на ранних сроках посмертного периода.

4. Разработать экспертные критерии определения давности наступления смерти по динамике охлаждения ткани головного мозга человека в зависимости от комплекса экзо- и эндогенных факторов.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые обоснована возможность использования ткани головного моз-

га при производстве посмертной термометрии в качестве диагностической зоны. При этом разработана методика определения давности наступления смерти по ее результатам, произведен расчет погрешностей термометрических методик использующих различные диагностические зоны и определен интервал применимости каждой из них.

Номер государственной регистрации диссертации 01.98.00.26420.

Практическая значимость работы состоит в оптимальности использования краниоэнцефальной термометрии на ранних сроках посмертного периода, посредством созданной методики определения ДНС, соотносенной с ее погрешностью и интервалом применимости.

Апробация диссертации.

Результаты исследования докладывались и обсуждались на II, III-м Международных медицинских конгрессах (Ижевск, 1997, 2000), юбилейной конференции ИГМА «АСМИ – 10 лет» (Ижевск, 1999). На совместных заседаниях кафедры судебной медицины ИГМА и Республиканского общества судебных медиков Удмуртии (Ижевск, 1998, 2000, 2001).

Реализация результатов исследования. Публикации.

Полученные результаты исследования используются в учебном процессе кафедр судебной медицины Ижевской государственной медицинской академии, Московского государственного медико-стоматологического университета и в процессе занятий с курсантами МВД Ижевского филиала Всероссийского института повышения квалификации работников МВД России, в практической работе ГУЗ «Бюро СМЭ» МЗ УР и Пермского областного бюро СМЭ. По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, из них 1 в центральной, 2 в международной печати.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 130 листах, с приложением на 108 листах, оформленного в виде таблиц. Состоит из введения, обзора литературы, главы о материале и методах исследования, 3 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы включающего

178 источников, в том числе 23 зарубежных. Диссертация содержит 18 рисунков и 25 таблиц.

Весь материал, представленный в диссертации, получен, обработан и проанализирован лично автором.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Предлагается использование ткани головного мозга в качестве диагностической зоны, позволяющей наиболее достоверно определять давность наступления смерти в раннем постмортальном периоде методом регулярного теплового режима, с разработкой соответствующего способа исследования.

2. Впервые в судебной медицине применена методика математического моделирования посмертной термодинамики ткани головного мозга, позволяющая с большей степенью точности характеризовать исследуемый процесс.

3. Процесс посмертного охлаждения тела человека состоит в прямой зависимости от ряда внешних и внутренних факторов влияющих на термическую постоянную времени экспоненты регулярной стадии остывания диагностических зон трупа.

Материал и методы исследования

Работа выполнена на практическом судебно-медицинском материале с применением комплекса общепринятых и специальных методов исследования по оригинальной методике. Приведены данные исследования 65 трупов с достоверно известной давностью наступления смерти, не превышающей 6 часов, поступивших в Государственное учреждение здравоохранения «Бюро судебно-медицинской экспертизы» МЗ Удмуртской республики г. Ижевска (ГУЗ «Бюро СМЭ» МЗ УР). Для анализа материал был разделен на исследовательские группы по нозологическому принципу.

Распределение наблюдений по полу, возрасту и причине смерти представлено в таблице 1:

Обоснованием для выбора объектов специального исследования явилось:

– ткань головного мозга (новая диагностическая зона) – орган, наиболее близкий по форме к правильной геометрической фигуре - шару, состоящий из меньшего количества, меньших по объему, однородных, равномерно распределенных слоев, а также как

орган с наименьшей продолжительностью его биологической жизни (Лушников Е.Ф., Шапиро Н.А., 1974);

– ткань печени и прямая кишка (зона контрольной термометрии) - традиционные и наиболее часто используемые для посмертного термометрирования диагностические зоны;

Таблица 1.
Распределение материала по полу, возрасту и причинам смерти

Нозологическая группа	Кол-во	Пол		Возраст (годы)					
		муж	жен	15-24	25-34	35-44	45-59	60-74	75-90
Скоропостижная смерть	20	17	3	–	–	6	7	6	1
Механическая асфиксия	15	11	4	–	2	2	9	1	1
Закрытая черепно-мозговая травма	10	7	3	–	1	2	4	3	–
Обильная и острая кровопотеря	10	6	4	1	3	1	3	–	2
Отравления	10	7	3	–	2	1	5	1	1
Итого:	65	48	17	1	8	13	28	10	5

Изучены результаты термометрии головного мозга, печени, прямой кишки у 65 трупов, полученные методом компьютерного мониторинга с применением оригинального программно-аппаратного комплекса с интервалом в 10, 30 и 60 минут на протяжении 4 – 40 часов. Во всех случаях параллельно измерениям температуры диагностических зон измерялась температура окружающей среды.

Методы исследования

1. Общие:

1. Сбор информации об обстоятельствах наступления смерти лиц, трупы которых поступали в ГУЗ «Бюро СМЭ», с изучением медицинской документации, с целью предварительного отбора случаев для формирования исследуемых нозологических групп.

2. Судебно-медицинское исследование трупа.

3. Гистологическое исследование внутренних органов по общепринятым методикам в гистологическом отделении ГУЗ «Бюро СМЭ».

4. Судебно-химическое исследование в судебно-химическом отделении ГУЗ «Бюро СМЭ» на предмет наличия и концентра-

ции высших спиртов в крови, наличия наркотических веществ в крови и внутренних органах.

5. Окончательное формирование исследуемых групп на основании выводов и заключений судебно-медицинского исследования трупов, результатов судебно-гистологического и судебно-химического исследований.

II. Специальные:

6. Термометрия головного мозга, печени, прямой кишки, окружающей среды на месте происшествия и при поступлении в танатологическое отделение, по специальной методике изложенной ниже.

7. Формирование базы данных с помощью программы ***Microsoft Excel***.

8. Статистическая обработка показателей составляющих базы данных.

Средства, используемые для получения и обработки данных.

Исследование термодинамики и фиксация полученных результатов производилась с помощью программно-аппаратного комплекса (рис. 1), состоящего из многоканального электронного измерителя **УКТ 38**, адаптера сети **АС-2** предназначенного для сопряжения прибора с ЭВМ, и прилагаемого оригинального программного обеспечения, установленного на персональный компьютер типа IBM PC/AT.

Имея 8 датчиков, являющихся термопреобразователями сопротивления, подключенные к электронному термометру, измеритель позволяет проводить термометрию двух трупов одновременно: по 3 игольчатых датчика для измерения окружающей среды, головного мозга, печени и одному тупоконечному для определения температуры прямой кишки.

Во время проведения экспериментов, температура окружающей среды измерялась посредством фиксации датчика на уровне головы трупа.

Краниоэнцефальная термометрия производилась путем введения острого игольчатого датчика термометра через верхний носовой ход с проколом решетчатой кости поступательно-вращательным движением под углом 15-20 градусов к сагиттальной

плоскости, и около 45 градусов к горизонтальной, что исключает попадание датчика в желудочковую систему (рис.2). При этом датчик вводился на глубину около 13 см в заднюю часть лобной доли головного мозга. Термометрия печени производилась по методике предложенной Толстолуцким В.Ю. (1995), прямой кишки по Ботезату Г.А. (1977).

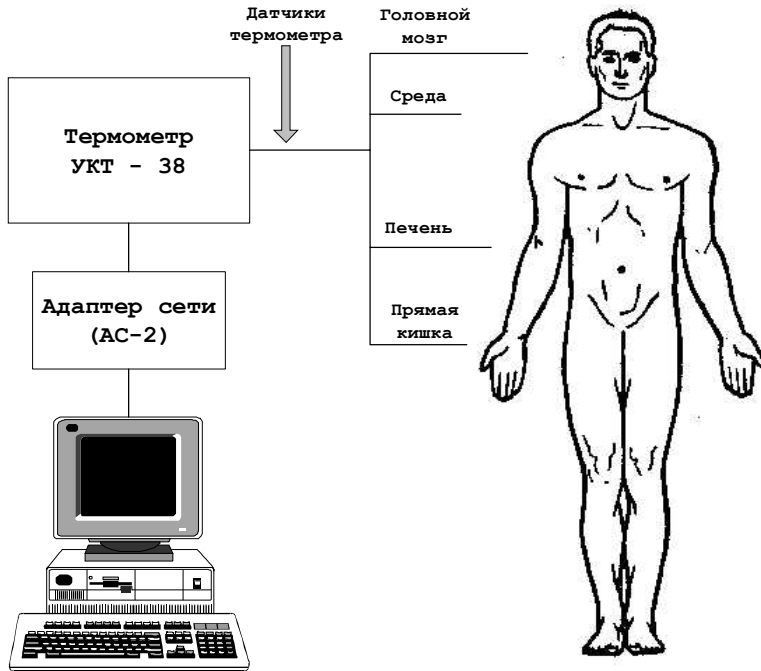


Рис. 1. Установка для определения температуры тела

Для установления связи между ЭВМ и адаптером сети, регистрации показаний датчиков термометра и записи результатов исследования применялась компьютерная программа *Termom*. Данные сохранялись на жестком диске компьютера в виде текстового файла с расширением ukt. При этом количество замеров на один эксперимент составляло от 20 до 944. Всего произведено и обработано 14372 измерения температуры головного мозга, печени, прямой кишки и окружающей среды.

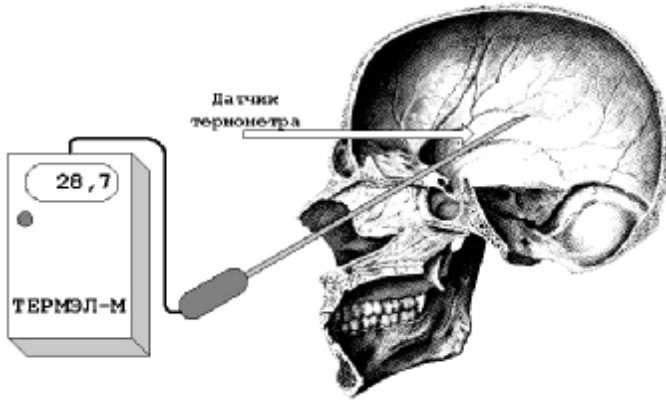


Рис. 2. Расположение датчика в полости черепа.

В ряде случаев, измерение температуры производилось с помощью портативного электронного термометра **Термэл-М** (ООО «РС - Прибор» г. Ижевск) и 4 аналогичных датчиков (три игольчатых и один тупоконечный). Техника проведения его не отличалась от вышеописанной.

В процессе формирования базы данных, статистической обработки и оформления полученных результатов использовались компьютер IBM PC/AT, программа обработки электронных таблиц *Microsoft Excel 2000*, текстовый редактор *Microsoft Word-2000*, статистический пакет *SPSS for Windows*, программа многофакторного анализа данных *PolyAnalist*.

Результаты исследования

В процессе обработки полученных результатов термометрии первоначально, была определена дифференциальная температура (Новиков П.И., Власов А.Ю., 1988), по которой построены графики зависимости температуры от времени (ДНС), с последующим наложением экспоненциального тренда с целью определения характера выявленной зависимости на предмет ее не случайности (рис. 3).

Известно, что наиболее точно отвечающим типу описываемой закономерности является экспоненциальный тренд, который и был использован нами для характеристики процесса. При этом значе-

ния величин достоверности аппроксимации R^2 подтверждают ранние исследования о высокой степени приближения значений тренда к значениям описываемого процесса.

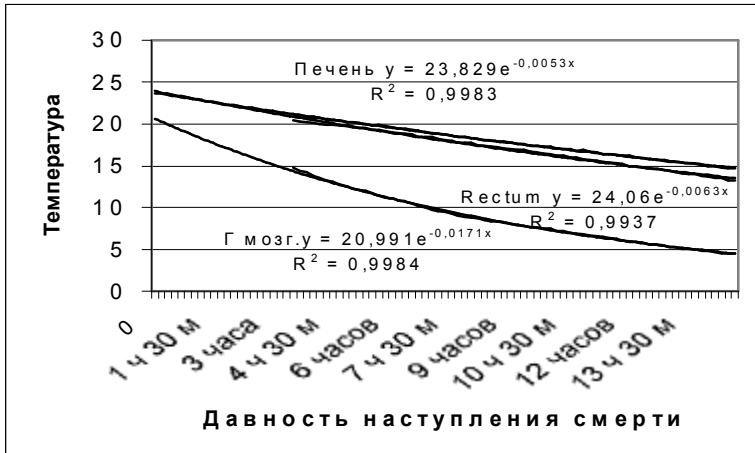


Рис. 3. Динамика посмертной температуры при исследовании головного мозга, печени, прямой кишки с соответствующим экспоненциальным трендом (опыт 11)

Для унификации всех данных и уменьшения величины погрешности тренды строились на основании данных затрагивающих промежутки охлаждения тела на протяжении 4 – 13 часов измерения без учета начальных величин термометрии, чтобы исключить влияние периода нерегулярного охлаждения трупа.

На рис. 3 рядом с графиками присутствуют уравнения регрессии описывающие экспоненциальный характер течения процесса и имеющие следующий вид

$$y = T * e^{-ax}, \quad (1)$$

где y - температура на момент окончания исследования, T - температура на момент начала исследования, x - время, a - коэффициент, характеризующий наклон тренда и, соответственно, темп посмертного охлаждения.

Используя коэффициент «а» были вычислены термические постоянные времени экспоненты регулярной стадии охлаждения “ τ ” по следующей формуле:

$$\tau = I/a * I/b; \quad (2)$$

где b – шаг измерения в минутах ($b=60/c$, где c – интервал между измерениями).

Рядом последовательных действий, определены средние значения термических постоянных времени экспоненты регулярной стадии охлаждения (τ) для головного мозга, печени и прямой кишки. При этом величины указанных термических постоянных для ткани головного мозга имеют наименьший разброс значений, что подтверждается соответствующими значениями ошибок средних величин, приводимыми, вместе со средними, на рис.4.

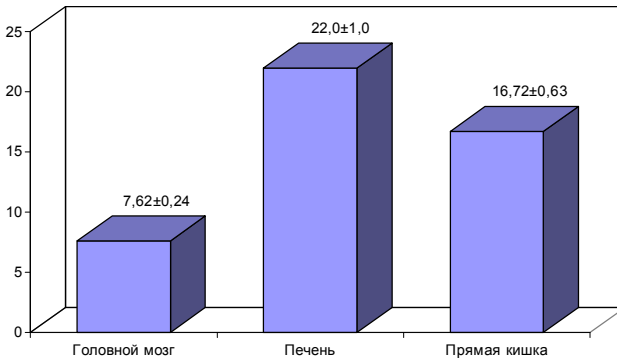


Рис. 4. Средние значения постоянных времени экспоненты τ и ошибка средней арифметической, для динамики посмертного охлаждения головного мозга, прямой кишки и печени.

При сравнении двух стандартных отклонений (F -критерий) исследовательских групп, сформированных по признаку изученной диагностической зоны, установлено, что постоянные времени, процесса посмертного охлаждения в головном мозге, печени и прямой кишке, принадлежат к различным генеральным совокупностям (таблица 2).

Темп охлаждения головного мозга значительно отличается от такового в печени и прямой кишке, что подтверждает наше предположение о возможности использования ткани головного мозга в качестве диагностической зоны, при проведении посмертной термометрии. Кроме того, на основании данного анализа сделан

вывод о невозможности экстраполяции результатов измерения температуры в одной диагностической зоне на прочие.

Таблица 2.

Значения F -критерия для исследуемых диагностических зон в сравнении с величинами $F(\bar{P}; \nu_1; \nu_2)$ при $\bar{P} = 0,95$

	Головной мозг	Печень
Прямая кишка	6,94 > 1,60 «да»	2,64 > 1,60 «да»
Печень	18,31 > 1,60 «да»	-

* - значимое различие обозначено как “да”, незначимое, как “нет”.

Анализ результатов термометрии, распределенных по нозологическому принципу, показал, что между различными нозологическими группами не существует статистически значимых различий. Все они принадлежат одной общей генеральной совокупности с нормальным распределением, что позволяет сделать вывод о нецелесообразности оценки причины смерти, выраженной в виде формализованного диагноза (согласно МКБ-10) как фактора, влияющего на темп охлаждения тела человека в постмортальном периоде, в связи с чем было принято решение не производить распределение случаев по нозологическому принципу, при проведении дальнейшего исследования.

Сравнительный анализ средних величин термических постоянных процесса охлаждения трупа, регистрируемого в различных диагностических зонах, определил наличие некоторых их зависимостей от ряда учитываемых нами факторов (пол, возраст, питание, причина смерти, наличие и концентрация алкоголя в крови), что отражено в таблице 3.

Установлено, что темп посмертного охлаждения исследуемых диагностических зон не зависит от пола и возраста умершего. Выявлена зависимость температурного тренда от типа питания (повышенное либо удовлетворительное) для области прямой кишки (2,30 при критическом 1,99), что необходимо учитывать при

проведении ректальной термометрии у людей с повышенным питанием.

Таблица 3

Зависимости средней постоянной времени экспоненты внутренних органов от различных факторов

Орган	пол	возраст	питание	причина смерти	алкоголь крови
Головной мозг	–	–	–	–	+
Печень	–	–	–	–	–
Прямая кишка	–	–	+	–	–

Исследованием, проведенным с использованием коэффициента линейной корреляции Пирсона, (Рис 5) определено наличие слабой степени зависимости, постоянной времени процесса посмертного охлаждения головного мозга, от высоких концентраций алкоголя в крови, на фоне отсутствия таковой для ткани печени и прямой кишки.

Для детализации выявленных зависимостей и их математического описания, было проведено исследование с использованием системы интеллектуального анализа данных – *PolyAnalyst*.

При этом оценка степени близости учитываемых факторов к оцениваемому параметру по значению суммы наименьших квадратов отклонений, показала, что при расчете давности наступления смерти по результатам термометрии трупа, помимо замеров температуры, необходимо учитывать постоянную времени процесса посмертного охлаждения и концентрацию алкоголя в крови (Рис.6, 7, 8).

В ходе анализа установлено, что концентрация алкоголя в крови, по отношению к постоянной времени процесса охлаждения для ткани головного мозга имеет ведущее значение, что может привести к увеличению погрешности определения искомого результата – давности смерти. В тоже время концентрация алкоголя в крови для ткани печени имеет значительно меньшее значение, что делает ткань печени зоной выбора в случаях определения ДНС термометрическим способом при наличии значительных концентраций алкоголя в крови трупа.

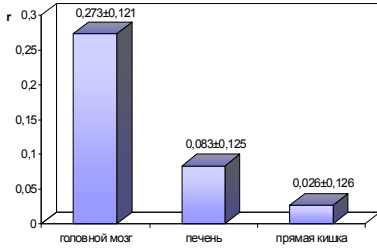


Рис. 5. Коэффициенты корреляции между постоянными времени процесса посмертного охлаждения различных диагностических зон и концентрацией алкоголя в крови трупов исследуемых лиц

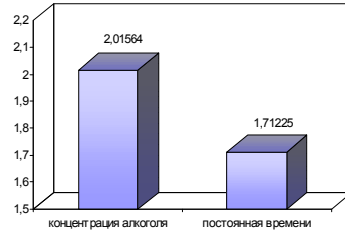


Рис. 6. Значения наименьших квадратов отклонений для краниоцефальной термометрии

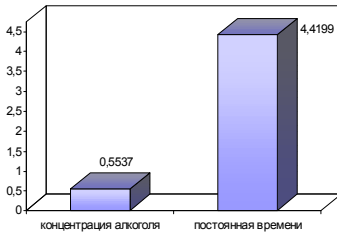


Рис. 7. Значения наименьших квадратов отклонений для внутрипеченочной термометрии

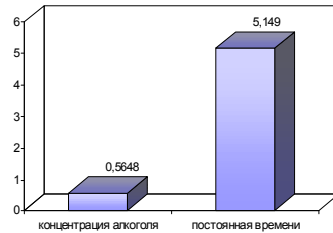


Рис. 8. Значения наименьших квадратов отклонений для ректальной термометрии

Анализируя различные математические модели, мы пришли к выводу, что наиболее точно описывающей посмертный термодинамический процесс, является тепловая модель с сосредоточенными параметрами, предложенная В.А. Куликовым (1998) для двухслойной структуры. Согласно которой получен закон изменения текущей (посмертной) температуры тела $T_T(\tau)$ при известной зависимости температуры поверхностного слоя $T_{П}(\tau)$, являющегося более общим решением формулы С. Henssge (1984) тепловой задачи для двухслойного объекта в виде следующего уравнения:

$$T_T(\tau) = (T_{T0} - T_c)e^{-\frac{\tau}{\tau_1}} + (T_{П0} - T_c)\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}e^{-\frac{\tau}{\tau_1}} - (T_{П0} - T_c)\frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2}e^{-\frac{\tau}{\tau_2}} + T_c; \quad (3)$$

где T_{T0} – внутренняя (прижизненная) температура тела, $T_{П0}$ – температура внешнего слоя (поверхности тела), T_c – температура среды, τ – время (ДНС), τ_1 – постоянная времени экспоненты регулярной стадии охлаждения, τ_2 – постоянная времени нерегулярной стадии охлаждения, зависящая от τ_1 в пропорции 1/10...1/15

(Новиков П.И. с соавт. 1983), для более общего решения нами взято среднее значение τ_2 как 1/12.

Согласно данному уравнения, по средним значениям термических постоянных времени регулярной стадии охлаждения термометрии головного мозга, печени и прямой кишки выведены соответствующие уравнения изменения текущей посмертной температуры для средних стационарных условий охлаждения до 0 °С.

При $T_{T0} = T_{T00} = 36,7^\circ\text{C}$ (прижизненная температура головного мозга (Бегун П.И., Шукейло Ю.А., 2000);

$$T_T (ГМ) = 40,07 e^{-\frac{\tau}{7,62}} - 3,37 e^{-\frac{\tau}{0,64}} \quad (4)$$

Для прижизненной температуры печени $37,5^\circ\text{C}$ (Новиков П.И. с соавт., 1983; Толстоуцкий В.Ю., 1995; Whittow G.C., 1971);

$$T_T (П) = 40,9 e^{-\frac{\tau}{22}} - 3,4 e^{-\frac{\tau}{1,83}} \quad (5)$$

Для прижизненной температуры прямой кишки 37°C (Кильдюшов Е.И., Буромский И.В, 1997; Henssge C., Brinkmann B., 1984);

$$T_T (ПК) = 40,36 e^{-\frac{\tau}{16,72}} - 3,36 e^{-\frac{\tau}{1,39}} \quad (6)$$

Последовательно заменив значение времени (τ) на цифровое от 0 до 48 часов, получена зависимость текущей (посмертной) температуры головного, мозга, печени и прямой кишки от времени (ДНС) представленной на рис. 9.

Согласно данной зависимости определено, что процесс посмертного охлаждения головного мозга, также как и других диагностических зон (печень, прямая кишка) протекает по экспоненциальному типу, подчиняясь основным законам теплотехники. При этом охлаждение головного мозга начинается и заканчивается быстрее печени и прямой кишки, обуславливая большую крутизну экспоненты на исследуемом временном интервале.

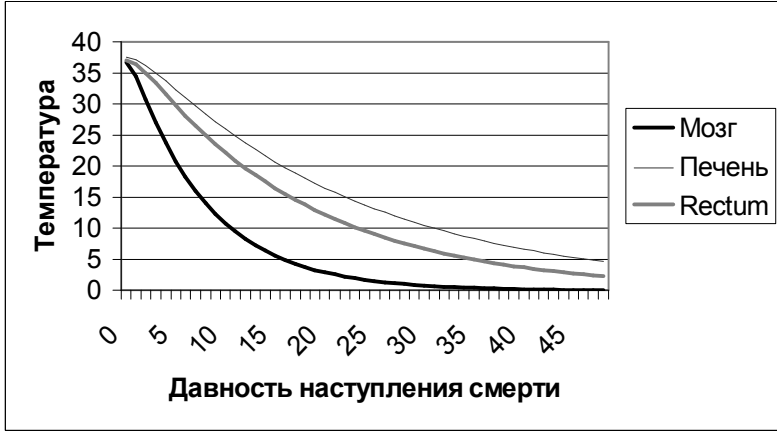


Рис. 9. Зависимость посмертной температуры головного мозга, печени, прямой кишки от времени (ДНС)

Учитывая погрешность измерения температуры тела равную $0,1^{\circ}\text{C}$, что дают многоканальный электронный термометр УКТ–38 и портативный электронный термометр Термэл-М, рассчитана погрешность определения ДНС ($\Delta\tau$) в зависимости от времени (τ) по следующей формуле:

$$\Delta\tau = \frac{1}{A} \Delta T_T ; \quad (7)$$

где, ΔT_T – погрешность прибора, A – производная расчетной температуры тела $T_T(\tau)$.

$$A = \frac{dT_T(\tau)}{d\tau} = (T_{T0} - T_c) e^{\frac{\tau}{\tau_1}} \left(-\frac{1}{\tau_1}\right) - (T_{T00} - T_c) \frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2} e^{\frac{\tau}{\tau_1}} \left(-\frac{1}{\tau_1}\right) - (T_{T00} - T_c) \frac{\tau_2}{\tau_1 - \tau_2} e^{\frac{\tau}{\tau_2}} \left(-\frac{1}{\tau_2}\right)$$

Подставив соответствующие численные выражения для текущей температуры головного мозга, печени, прямой кишки и температуры окружающей среды 20°C , были получены результаты по которым построен график зависимости погрешности ДНС ($\Delta\tau$) от ДНС (τ) представленный на рисунке 10.

Согласно приведенному графику, отмечается увеличение погрешности при уменьшении ДНС, что обусловлено переходом

процесса в неэкспоненциальную часть зависимости температуры тела от времени, соответствующую нерегулярному режиму охлаждения.

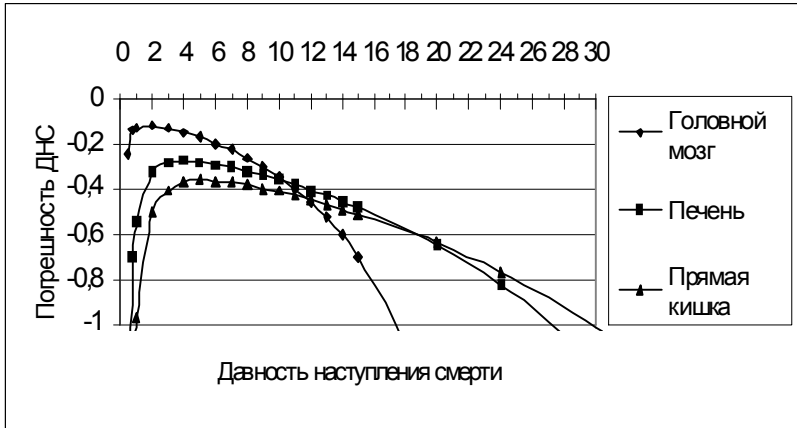


Рис. 10. Зависимость погрешности ДНС от ДНС для температуры окружающей среды 20 °С.

По полученным результатам следует вывод, что для каждой диагностической зоны существует свой диапазон применимости метода, зависящий от желаемой, заданной исследователем, величины погрешности определения ДНС и погрешности прибора. Для комнатной температуры 20 °С, разрешающей способности термометра 0,1 °С, и желаемой погрешности ДНС в 0,5 часа, диапазон применимости метода электронной термометрии для головного мозга составляет от 2 до 13 часов, для печени 5 – 17, прямой кишки 5 – 16 часов. Отсюда следует, что при малой ДНС целесообразным является производить краниоэнцефальную термометрию, минимальный диапазон нерегулярного теплового режима которой является самым низким - до 2 часов.

Поскольку уравнение (3) не имеет аналитического решения относительно текущего времени (t) и требует для своей численной реализации современных компьютерных методик, основанных на ряде последовательных итераций (Швед Е.Ф., Новиков П.И., 1991), с целью максимального приближения к исходным вводимым в программы данным, разработан алгоритм определе-

ния ДНС, предназначенный для ее расчета с использованием персональных компьютеров, где в качестве расчетных уравнений используются предложенные В.А. Куликовым (1998) формулы для нахождения термической постоянной времени (τ_1) регулярной стадии охлаждения тела (8) и уравнение для оперативного расчета ДНС (9), являющегося приближенным выражением уравнения (3).

$$\tau_1 = \frac{\Delta \tau}{\ln \left(\frac{T_1 - T_C}{T_2 - T_C} \right)}; \quad (8)$$

где $\Delta \tau$ - интервал между измерениями температуры в часах; T_1 и T_2 – результаты термометрирования трупа; T_C – температура среды.

$$\text{ДНС} = \tau_1 \cdot \ln \left(\frac{T_{TO} - T_C}{T_1 - T_C} \cdot \frac{K}{K - 1} \right); \quad (9)$$

где T_{TO} – внутренняя (прижизненная) температура тела; T_1 – температура тела в момент осмотра трупа; $K = \tau_1 / \tau_2$ (по П.И. Новикову, $K=12$).

На основании этого, создана компьютерная программа **“CranioTemp”**, позволяющая, по ряду замеров значений температуры трупа, производить определение термической постоянной времени экспоненты регулярного периода охлаждения головного мозга с последующим расчетом ДНС цифровым и графическим методами с указанием максимальной погрешности расчета.

ВЫВОДЫ

1. Результатом работы явилось создание оригинальной методики исследования постмортальной температуры головного мозга трупа человека с использованием мультиканального электронно-компьютерного комплекса, предназначенного для определения и фиксации данных термометрии.

2. Выявлены закономерности характера охлаждения ткани головного мозга трупа в отличие от аналогичного процесса в печени и прямой кишке. Впервые разработана и внедрена в практику судебной медицины методика проведения и оценки эффективности краниоэнцефальной термометрии для определения давности наступления смерти.

3. Произведен расчет средних значений термических постоянных времени экспоненты регулярной стадии охлаждения головного мозга ($7,62 \pm 0,24$), в отличие от печени ($22,00 \pm 1,0$) и прямой кишки ($16,72 \pm 0,63$), характеризующих процесс посмертного охлаждения, с целью уточнения давности наступления смерти. При этом рассчитаны возможности применения методов посмертной термометрии на различных этапах охлаждения трупа для отдельных диагностических зон. Установлено, что минимальный период нерегулярного охлаждения, равный двум часам, соответствует ткани головного мозга, что позволяет использовать данную диагностическую зону для термометрии в начальном этапе раннего постмортального периода.

4. Показана зависимость термических постоянных времени экспоненты регулярной стадии охлаждения от ряда внешних и внутренних факторов. Выявлено закономерное влияние на посмертную термодинамику прямой кишки степени питания умершего, а для краниоэнцефальной термометрии – зависимость термической постоянной времени от высоких концентраций алкоголя в крови, что требует внесения коррекции при определении ДНС тепловым методом.

5. На основании проведенных исследований разработан алгоритм определения ДНС по результатам краниоэнцефальной термометрии, предназначенный для ее расчета с использованием персонального компьютера, создана компьютерная программа **“CranioTemp”** позволяющая определять ДНС цифровым и графическим методами с указанием максимальной величины погрешности расчета.

Практические рекомендации

На основании результатов полученных в ходе выполнения работы, для целей повышения точности определения ДНС по методу регулярного теплового режима с использованием краниоэнцефальной термометрии предложены следующие рекомендации.

1. Для проведения краниоэнцефальной термометрии непосредственно на месте обнаружения трупа необходимо использование портативного электронного термометра типа «Термел – М»

(ООО «РС - Прибор» г. Ижевск) либо подобного с двумя датчиками игольчатого и тупоконечного типа. При термометрии в условиях морга целесообразно использовать программно-аппаратный комплекс с электронным измерителем типа УКТ – 38 (ПО «Овен» г. Москва) и прилагаемым программным обеспечением. При этом разрешающая способность термометров должна быть не ниже чем $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Использование программно-аппаратного комплекса значительно упрощает работу и не требует затраты свободного времени судебно-медицинского эксперта, позволяя одновременно с краниоэнцефальной проводить печеночную и ректальную термометрии с последующим более точным расчетом ДНС.

2. При обнаружении трупа на месте происшествия вначале осмотра судебно-медицинский эксперт вводит игольчатый датчик в полость черепа, через верхний носовой ход под углом $15\text{-}20$ градусов к сагиттальной плоскости, с проколом решетчатой кости поступательно-вращательным движением под углом около 45 градусов к горизонтальной линии, что исключает попадание датчика в желудочковую систему, при этом датчик вводится на глубину около 13 см в заднюю часть лобной доли головного мозга.

3. Второй датчик размещается рядом с головой трупа для измерения температуры воздуха.

4. Спустя $2\text{-}3$ минуты, подключается электронный термометр к первому датчику и измеряется температура ткани головного мозга T_1 . При этом вместе с температурой фиксируется время в момент измерения.

5. Далее термометр отключается от датчика с оставлением его в полости черепа для последующих замеров.

6. Термометр подключается к датчику номер два и измеряется температура окружающей среды T_C не изменяя при этом место положения датчика.

7. По аналогичной схеме следует произвести еще три измерения температуры в полости черепа и температуры среды через равные промежутки времени $0,5$ либо 1 час.

8. В протоколе осмотра места происшествия необходимо отразить результаты термометрирования T_1, T_2, T_3, T_4, T_C и временной интервал между измерениями - Δt .

9. После проведения исследований датчик извлекается из полости черепа и обрабатывается дезинфицирующим раствором.

10. Используя программу *“CranioTemp”*, произвести расчет термической постоянной времени экспоненты τ_1 . При невозможности ее определения с помощью компьютера, например в виду его отсутствия, возможно применение формулы и выражений (8). Термическая постоянная определяется между значениями T_1 - T_2 , T_2 - T_3 , T_3 - T_4 с вычислением среднего значения. В качестве расчетной температуры среды T_C берется среднее значение измерений. Принимая во внимание возрастающий характер влияния температуры среды по мере увеличения ДНС, при отсутствии сведений о её динамике, следует учитывать значение температуры среды на момент осмотра трупа, это обеспечит минимум погрешности.

11. По формуле (9) вручную, либо по формуле (3) при наличии компьютера рассчитать давность наступления смерти (точность формулы (3) несколько выше и наиболее предпочтительна) и соотнести ее с погрешностью метода и интервалом его применимости. В упрощенном варианте расчет ДНС можно произвести при помощи предложенной программы *“CranioTemp”* используя сразу оба варианта с расчетом погрешности.

12. Если расчетное значение ДНС менее 2 часов, рекомендуется сдвинуть произведенные ранее измерения на 1-2 часа и произвести расчет по двум последним измерениям, либо оставить объект на месте происшествия и произвести повторное термометрирование через 1-2 часа в соответствии с вышеизложенной методикой.

13. При наличии программно-аппаратного комплекса труп отправляется в танатологический отдел, термометрия производится в секционном зале сразу в трех диагностических областях, с последующим расчетом ДНС.

14. При подозрении на острое отравление этиловым алкоголем проводить термометрию головного мозга не желательно в виду выраженного влияния высоких концентраций алкоголя в крови на процесс посмертного охлаждения данной диагностической зоны.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. О перспективах посмертной термометрии головного мозга для определения давности наступления смерти // Труды молодых ученых ИГМА. – Ижевск. “Экспертиза”, 1999. – С. 21-23. (Соавторы: А.Ю. Вавилов, А.Л. Костылев).

2. О динамике температуры головного мозга в перспективе определения давности наступления смерти // Актуальные аспекты судебной медицины. Вып. V. – Ижевск. “Экспертиза”, 1999. – С. 109-113. (Соавторы: А.Ю. Вавилов, А.Д. Рамишвили, А.Л. Костылев).

3. Вариант диагностической зоны при определении давности наступления смерти термометрическим способом // Труды молодых ученых России (сборник материалов III Медицинского Конгресса). – Ижевск: Экспертиза, 2000. – С. 293-295.

4. Тепловой метод исследования головного мозга в аспекте определения давности наступления смерти // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. Вып. VI. – Новосибирск 2001. – С. 123-126.

5. Определение давности наступления смерти по результатам краниоэнцефальной термометрии // Проблемы экспертизы в медицине. № 3. – Ижевск. “Экспертиза”, 2001. – С. 9-13.

Издательство “Экспертиза”, ЛУ № 066 от 5.04.99 г.,
426009, г. Ижевск, ул. Ленина, 87-а, т. 75-24-93
23 стр., тираж 100 экз.

Подписано в печать: 28.09.01 г. Заказ № 49
Отпечатано в типографии АО «Буммаш»
426050, г. Ижевск, Воткинское шоссе, 170