

А.Ю. Вавилов, В.И. Витер

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ДАВНОСТИ СМЕРТИ ПО ТЕПЛОВОМУ МЕТОДУ

Кафедра судебной медицины Ижевской государственной медицинской академии

Установление давности смерти человека – одна из серьезнейших проблем судебной медицины, которая привлекает к себе постоянное внимание судебных экспертов и работников правоохранительных органов. Решение ее термометрическим способом осуществляется на протяжении уже более чем 150-и лет [38], в течение которых опубликовано огромное количество статей, монографий [6], разработано множество математических моделей [23], описывающих посмертный процесс охлаждения трупа человека различными математическими зависимостями, предложены разнообразные программные и аппаратные средства [9, 20, 21], облегчающие проведение диагностической процедуры.

Тем не менее, окончательного, бескомпромиссно точного способа диагностики давности смерти по тепловому (термометрическому) методу по-прежнему не представлено, что обусловлено существованием ряда нерешенных вопросов, отсутствие окончательного ответа на которые ограничивает диагностические возможности термометрии.

Единичные указания на попытки установить давность смерти человека по скорости и степени охлаждения его трупа встречаются уже в медицинских публикациях глубокой древности. Естественно, что первоначально оценка охлаждения трупа осуществлялась на ощупь, без измерения его температуры, что позволяло весьма «грубо» судить о времени, прошедшем с момента умирания.

Первые сведения об измерении температуры трупа относятся к 1839 году, когда в Лондоне вышла книга Dr. John Davey, озаглавленная “Researches, Physiological and Anatomical”, в главе 13 которой, автор освещает свои наблюдения за температурой тел 8-и британских солдат, погибших на Мальте в 1828 году. В своих исследованиях Dr. John Davey не делал акцента на установлении времени смерти, но писал, что измерение температуры трупа «...может дать ответ на вопрос, как долго тело мертво» [38].

На настоящий момент времени, большое количество сведений о динамике посмертного охлаждения организма человека, накопленное судебно-медицинской наукой, позволяет считать термометрию достаточно хорошо разработанным методом, широко применяемым в судебно-медицинской практике [9].

Наиболее часто исследуются изменения ректальной температуры, данные печеночной и краниоэнцефальной термометрии [1, 8, 9, 13, 19, 23, 24].

Изучение динамики внутригрудной температуры [12] не получило широкого распространения. Действительно, величина падения температуры трупа, измеряемая в центральных отделах грудной клетки, интратрахеально [34], или иным способом, в основном, определяется временем, прошедшим с момента наступления смерти. Тем не менее, погрешность метода достаточно высока, и может достигать 3-х часов в течение первых 6-ти часов наблюдения [9].

Анализируя причины появления погрешности определения давности смерти, и выделяя из них наиболее, на наш взгляд, существенные, мы пришли к выводу, что в настоящее время существует две основные группы причин, ограничивающих точность термометрического метода [3, 4].

В первую группу, условно назовем ее «причины научного плана», входит недостаточная изученность термодинамического взаимодействия тела человека с объектами окружающего его физического мира и, как следствие, недостаточно полное описание этих взаимодействий языком математических выражений, логично и всесторонне их конкретизирующих.

Второй группой являются причины организационно-методического характера, куда следует отнести недостаточное знание и, как следствие, пренебрежение участниками диагностического процесса особенностей методики термометрии трупа на месте его обнаружения, а так же слабое материально-техническое оснащение данного исследовательского действия.

Зависимость динамики посмертной температуры трупа от множества условий установил еще F. Womack [39], который, к факторам, затрудняющим установление времени смерти, относил нестабильность внешних температур, неизвестную температуру тела человека на момент его смерти, изменения положения и состояния мертвого тела.

Температура окружающей среды, является важнейшим фактором, в обязательном порядке подлежащим учету [5]. При этом огромное значение имеет адекватность и полнота учета ее колебаний [20]. Действительно, абсолютное постоянство температуры, окружающей труп, возможно только в условиях термокамеры [13] и совершенно нереально для прочих условий. Соответственно, те случаи, когда истинные значения колебаний температуры воздуха неизвестны эксперту, хотя и возможны к анализу [2], все же представляют значительные затруднения.

Существенное значение имеет причина смерти [30, 33]. Еще в 1863 году на это обратил внимание Dr. W.B. Richardson, писавший «...потеря крови, в случаях смерти от кровотечения, вне зависимости от того, куда изливалась кровь – внутрь или наружу тела... является причиной быстрого его охлаждения». Это же отмечал и Nysten, писавший, что «...тела лиц, умерших от асфиксии в результате удавления руками, повешения или вдыхания углекислого газа, не остывают в течение 2-48 часов после смерти, а иногда и трое суток должны пройти, пока тело станет полностью холодным» [Цит по 38].

Нормальная (физиологическая) температура тела так же является достаточно индивидуальной характеристикой. Так например, ректальная температура у живых лиц колеблется в пределах 34,2 – 37,6°C [32]. У детей она несколько выше, чем у людей взрослых, и составляет 37,5-38°C. У женщин температура тела может варьировать в зависимости от дня менструального цикла. По мнению Mead J., Vonmarito L. [32] средняя температура тела в покое составляет сумму 0,67 доли ректальной и 0,33 доли кожной температуры, при комфортной внешней температуре 24-25°C.

В ряде других случаев особенности патологических состояний, развивающихся непосредственно перед наступлением смерти человека, сопровождаются значительными отклонениями температуры его тела от ее физиологической нормы.

Описаны случаи прижизненного снижения температуры до 33,3°C при отравлении фенолом, до 29,0°C при комбинированной травме с переломом VI шейного позвонка и тотальном кровоизлиянии под паутинную оболочку спинного мозга [16], при смерти от переохлаждения [22].

В противоположность указанному, при отравлениях стрихнином, угарным газом, некоторых травмах шейного отдела спинного мозга, при смерти от столбняка, «солнечного удара», на момент смерти температура тела может быть повышена относительно ее физиологических значений [7].

В этом аспекте заслуживает интереса предложение В.А.Куликова, Е.А. Коновалова и А.Ю. Вавилова [11], использовать для коррекции температуры, задаваемой в математическую модель посмертного охлаждения в качестве начального значения температуры трупа, оптимизационные методы, в качестве которых ими с успехом использован алгоритм Пауэлла.

В современной науке (и не только судебно-медицинской) моделирование признано одним из наиболее эффективных методов изучения процессов, протекающих в телах физического мира при изменении постоянства неких условий, в которых они изначально находятся. Применение для этих целей такого логичного и формализованного языка, каким является язык математики, способствует конкретизации этих процессов, лучшему пониманию их сущности и законов, которым они подчиняются [14].

В историческом аспекте первые попытки математического моделирования температуры трупа относятся к XIX веку. В 1868 году Harry Rainy [36] впервые произвел поиск математических зависимостей в проведенных им 100 наблюдениях за динамикой ректальной температуры и кожи живота, в сроки от 30 минут до 63 часов после смерти человека. Скорость охлаждения мертвого тела Harry Rainy описывал по закону Ньютона, в градусах Фаренгейта в час, разработав формулу, устанавливающую соотношение между ректальной температурой трупа, температурой окружающей среды и давностью смерти человека.

В настоящее время в судебной медицине наиболее часто используют, так называемые, «точечные модели» [18], среди которых, по виду математической зависимости, лежащей в основе ее описательных характеристик, выделяют линейную [8, 25, 27, 39], параболическую [1], логистическую [17], экспоненциальную [26]. Вариантом экспоненциальной модели являются модели «двухточечные» [29, 31], описывающие динамику изменения температуры трупа на его поверхности и в глубине диагностической зоны (в двух точках) в их взаимосвязи.

В соответствии с представлениями авторов линейных моделей, охлаждение мертвого тела начинается непосредственно сразу после смерти человека и протекает с постоянной скоростью на всем его протяжении. Разночтения в толкованиях возникали только в отношении скорости процесса, который, по мнению J. Burman [25] составлял $0,889^{\circ}\text{C}/\text{час}$ ($1,6^{\circ}\text{F}/\text{час}$), а по наблюдениям F. Fiddes, T. Patten [27] $1,5^{\circ}\text{C}$ в час. Существование «температурного плато» авторами линейных моделей отмечено не было, что, возможно, обусловлено тем, что измерению подвергались поверхностные температуры, измеряемые в подмышечной ямке или на поверхности кожи живота.

На тот момент времени появление линейных математических моделей являлось важным научным открытием, т.к., впервые в судебно-медицинской науке, позволяло объективизировать инструментальным путем данные прочих экспертных наблюдений. Тем не менее, точность этих выражений была чрезвычайно низка.

Это связано с тем, что темп снижения температуры трупа в условиях постоянных внешних температур не является линейным, а состоит из трех периодов, впервые математически обоснованных Karl Sellier [37].

Первым периодом является так называемое «температурное плато» [38], проявляющееся стабилизацией температуры трупа на уровне прижизненных значений в течение какого-то времени.

De Saram G. S. W., Webster G., Kathirgamatamby N. [26] наблюдали температурное плато, составляющее около 45 минут, а Hutchins G. [цит. по 38] зафиксировал его продолжительность до 3-х часов (при ректальной термометрии).

Второй период, называемый «регулярным этапом», характеризуется достаточно равномерным снижением температуры со скоростью, несколько различающейся в начале, в середине и конце процесса, до приближения температуры трупа к температуре окружающей его среды [13].

После этого начинается стадия «выравнивания температур», характеризующая окончание процесса охлаждения мертвого тела.

Параболическая модель [1], практически идеально описывает динамику реального охлаждения тела на начальном участке его температурной кривой. Дальнейшее же ее продление приводит к резкому расхождению с реальным наблюдаемым в эксперименте процессом [2], что ограничивает применимость метода несколькими ближайшими часами после смерти человека.

Логистическая модель [17], обладая формой, похожей на внешний вид температурного тренда реального процесса охлаждения конкретно рассматриваемого трупа, так же оказалась невозможной к практическому применению [4]. Это обусловлено тем, что конкретные особенности теплового взаимодействия трупа и среды моделью не учитываются, а описательные свойства ее в целом далеки от желаемых.

Одной из первых математических моделей, использующих экспоненциальный математический закон для описания температуры трупа в постмортальном периоде, является научная разработка De Saram et. al. [26], предложивших формулу расчета потерь тепла конвекцией, радиацией и теплопроводностью, с учетом факторов, среди которых, как наиболее важный, выделялась толщина слоя одежды на трупе.

Marshall T. K. [30] и C. Henssge [28] для описания процесса охлаждения тела впервые вводят понятие «дифференциальной температуры» – разности между текущими значениями температуры трупа и температурой окружающей среды. Использование такого понятия позволило им унифицировать диагностическую процедуру и разработать оригинальные математические модели, учитывающие индивидуальные особенности конкретного изучаемого мертвого тела.

Хорошие описательные свойства [35] моделей T. K. Marshall и F. E. Hoare [31], C. Henssge [28, 29] способствовали тому, что интерес к ним не ослабевает и в настоящее время. Так Е.Ф. Швед [18] предлагает способ, позволяющий использовать формулу T. K. Marshall и F. E. Hoare в условиях переменных внешних температур, а В.А. Куликов [10], используя математическую модель посмертного охлаждения С. Henssge, предлагает относительно простое ее аналитическое решение, облегчающее расчет давности смерти в условиях осмотра трупа на месте его первоначального обнаружения.

Проводя изучение точности моделей, используемых в настоящее время в судебной медицине, А.Ю. Вавилов и В.И. Витер [3] указывали, что отвечают требованиям современности только методы определения давности смерти, основанные на экспоненциальном законе динамики посмертного охлаждения.

Тем не менее, необходимо отметить, что изучение описательных свойств рассматриваемых математических выражений проводилось авторами только в периоды регулярного охлаждения мертвого тела и в фазу выравнивания температур. Между тем, как уже освещалось выше, продолжительность первоначального температурного плато для мертвых тел, находящихся в различных условиях теплового взаимодействия с телами окружающего мира, является индивидуальной характеристикой, недостаточный учет которой неизбежно будет сопровождаться формированием погрешности определения давности смерти.

Способов учета индивидуальной продолжительности первоначального температурного плато в настоящее время не предложено, равно как и не изучены причины, ее обуславливающие, что предопределяет необходимость дальнейших исследований указанной проблемы.

Ряд организационных моментов термометрии, среди которых наиболее важным является соблюдение неизменности условий, в которых находится мертвое тело, так же могут значительно повлиять на точность установления времени смерти человека. Так в частности, изменение первоначального положения мертвого тела [15] приводит к появлению грубых ошибок определения давности смерти, значительно снижая доказательное значение термометрии в целом [2].

Укрытие мертвого тела теплоизолирующими материалами (одеяло, одежда) либо, наоборот, его раздевание, обмывание холодными, либо теплыми, жидкостями, перемещение в другую комнату, так же достаточно часто встречаются в практике судебно-медицинского эксперта. Безусловно, возникающие при этом затруднения в оценке времени смерти не могут быть решены исключительно научным путем. Те случаи, когда подобные действия выполняются родственниками еще до приезда на место происшествия следственной группы, в целом, вообще не могут быть учтены и скорректированы. Но, если это же делают непосредственные участники диагностического процесса, в их отношении должны приниматься соответствующие меры административного характера, направленные на недопущении в будущем подобных «ошибок».

Средства измерения, являясь инструментом, во многом определяющим точность получаемого с их помощью результата, так же являются очень важным звеном современных диагностических исследований.

Так использование термометров с разрешающей способностью датчика в $0,1^{\circ}\text{C}$, в условиях комнатной температуры окружающей среды, в интервале от 4-х до 18-и часов посмертного периода, для термометрии печени составляет $\pm 0,5-1,0$ часов и $\pm 0,3-0,8$ часов для краниоэнцефальной термометрии. Повышение разрешающей способности термометра до $0,001^{\circ}\text{C}$ уменьшает данные величины до шести и одной минуты соответственно [2].

К сожалению, в настоящее время на территории Российской Федерации не существует ни одного научно-практического объединения, массово производящего для нужд судебной медицины термоизмерительные приборы столь высокой точности. Между тем, богатый накопленный опыт Челябинской и Ижевской научных школ, создавших подобные термоизмерители еще в 80-х и 90-х годах прошлого века, позволяет надеяться на скорейшее решение данной проблемы, что, конечно, будет возможным только при наличии заинтересованности широких масс судебно-медицинской общественности, организаторов системы здравоохранения и инвесторов.

Вышеуказанное создает предпосылки, как для дальнейшего научного исследования данной проблемы, так и для создания организационно-методических рекомендаций, жестко регламентирующих действия участников осмотра места происшествия и трупа на месте его обнаружения. В ходе создания таких рекомендаций должны быть учтены интересы и особенности взаимодействий всех служб, задействованных в данном процессе, и даны рекомендации по техническому и научному их оснащению.

Библиографический список

1. Ботезату Г. А. Судебно-медицинская диагностика давности наступления смерти. – Кишинев, 1975. – 131 с.
2. Вавилов А. Ю. Судебно-медицинская диагностика давности смерти тепловыми методами : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2009. – 40 с.
3. Вавилов А. Ю., Витер В. И. Применение некоторых современных математических моделей посмертного охлаждения тела для определения давности наступления смерти // Судебно-медицинская экспертиза. Научно-практический журнал. – М., Медицина, 2007. – т. 50. – № 5. – С. 9-12.
4. Витер В. И., Вавилов А. Ю. Современное состояние математического моделирования посмертной термодинамики при определении давности смерти // Судебно-медицинская экспертиза. Научно-практический журнал. – М., Медицина, 2008. – т. 51. – № 1. – С. 15-18.
5. Витер В. И., Куликов В. А. Современное состояние и направления развития теплового метода определения давности наступления смерти // Проблемы экспертизы в медицине. – 2001. – № 3. – С. 4-10.
6. Витер В. И., Пермяков А. В. Библиографический указатель работ по судебной медицине (X – начало XX века). – Ижевск, 1997. – Т. 8. – 206 с.
7. Евгеньев-Тиш Е. М. Установление давности смерти в судебно-медицинской практике. – Казань, 1963. – 182 с.
8. Ермилов А. А. Диагностические возможности метода глубокой электротермометрии печени при установлении давности смерти // Современные методы исследования судебно-медицинских объектов. – Рига, 1977. – С. 57-58.
9. Кильдюшов Е. М. Судебно-медицинская экспертиза давности наступления смерти новорожденных (моделирование процесса посмертного теплообмена). – М., 2005. – 212 с.
10. Куликов В. А. Практическая методика измерения ДНС по методу регулярного теплового режима // Современные вопросы судебной медицины и экспертной практики. – Ижевск, 1998. – Вып. X – С. 115 – 120.

11. Куликов В. А., Коновалов Е. А., Вавилов А. Ю. Оптимизационный подход уточнения давности наступления смерти в судебно-медицинской практике // Проблемы экспертизы в медицине. – 2009. - № 1. – С. 8-10.
12. Марченко Н. П., Кононенко В. И. Установление времени наступлений смерти по внутригрудной температуре // Материалы, доклады и рекомендации научной конференции общества судебных медиков Казахстана. – Алма-Ата, 1968. – Вып. 7. – С. 94-97.
13. Моделирование процессов в судебно-медицинской диагностике давности наступления смерти / П. И. Новиков [и др.] – Челябинск – Ижевск, 2008. – 312 с.
14. Недугов Г. В., Недугова В. В. Вероятностные аналитические технологии в судебной медицине: базовые математические модели и практические приложения. – Самара: ООО «Офорт», 2009. – 241 с.
15. Особенности термометрического исследования трупа на месте его первоначального обнаружения / А.Ю. Вавилов и [соавт.] // Проблемы экспертизы в медицине. – 2005. – № 2. – С. 15-17.
16. Попов В. Л. Судебно-медицинская оценка патогенетической роли травмы и патологии в генезе субарахноидальных кровоизлияний // Современные проблемы соотношения травмы и патологии в судебной медицине. – Рига, 1984. – С. 86-107.
17. Толстоуцкий В. Ю. Математическое моделирование динамики температуры в постмортальном периоде для определения давности наступления смерти : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1995. – 38 с.
18. Толстоуцкий В. Ю., Рамишвили А. Д., Жвакин А. Г. Анализ классов математических моделей при диагностике давности наступления смерти // Лабораторные методы исследования в судебной медицине и задачи судебно-медицинской науки и практики по их совершенствованию : материалы VIII Всерос. пленума судебных медиков. – М.; Астрахань, 1993. – Ижевск, 1994. – С. 191-195.
19. Унгуриян С. В. Ректальная температура как критерий диагностики давности смерти детей грудного возраста // Диагностика давности процессов в объектах судебно-медицинской экспертизы. – Кишинев, 1986. – С. 35-37.
20. Швед Е. Ф. Моделирование посмертной термодинамики при установлении давности смерти в условиях меняющейся температуры окружающей среды : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 24 с.
21. Швед Е. Ф., Вавилов А. Ю. Методика автоматизированного поиска момента начала процесса постмортального охлаждения (времени смерти) с использованием стандартного табличного процессора – Microsoft Office Excel // Проблемы экспертизы в медицине. – 2005. – № 3. – С. 36-39.
22. Шигеев В. Б., Шигеев С. В., Колударова Е. М. Холодовая смерть. – М., 2004. – 184 с.
23. Щепочкин О. В. Термометрия головного мозга в аспекте определения давности наступления смерти : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Ижевск, 2001. – 24 с.
24. Althaus L., Henssge C. Rectal temperature time of death nomogram: sudden change of ambient temperature // Forensic Sci. Int. – 1999. – P. 171.
25. Burman J. On the rate of cooling of the human body after death // Edin. Med. J., 1880. – № 25. – P. 993-1003.
26. De Saram G. S. W., Webster G., Kathirgamatamby N. Post-mortem temperature and the time of death. // J. Crim. Law and Pol. Sci. – 1955. – Vol. 45. – № 7. – P. 562-577.
27. Fiddes F., Patten T. A. A percentage method for representing the fall in body temperature after death // J. Forensic Med. – 1958. – Vol. 5. – P. 2-11.
28. Henssge C. Death time estimation in case work. The rectal temperature time of death nomogram // Forensic Sci. Int. – 1988. – Bd. 61. – № 3. – P. 209-236.
29. Henssge C. Todeszeitschätzungen durch die mathematische Beschreibung der rektalen Leichenabkühlung unter verschiedenen Abkühlungsbedingungen // Z. Rechtsmed. – 1981. – Bd. 87. – № 3. – S. 147-178.

30. Marshall T. K. The use of body temperature in estimating the time of death and its limitation // *Med. Sci. and Law.* – 1969. – Vol. 9. – P. 178-182.
31. Marshall T. K., Hoare F. E. Estimating the time death. The rectal cooling after death and its mathematical expression // *J. Forens. Sci.* – 1962. – Vol. 7. – P. 56-81.
32. Mead J., Bonmarito L. Reliability of rectal temperature as an index of internal body temperature // *J. Appl. Physiol.*, 1949. – № 2. – P. 97-109.
33. Muller B. Mastdarmtemperatur der Leiche und Todeszeit (German) // *Dtsch. Z. Gerichtl. Med.* – 1937. – Vol. 28. – P. 172-177.
34. Nokes L., Hicks B., Knight B. H. The use of trachea temperature as a means of determining the post-mortem period // *Med. Sci. Law.* – 1986. – Vol. 26 – № 3. – P. 199-202.
35. Prokop O. Die Abkühlung der Leiche. In: *Forensische Medizin (German)*. (Prokop J., Gohler W., edc.). Berlin: Verlag Volk und Gesundheit, 1975.
36. Rainy H. On the cooling of dead bodies as indicating of length of time since death // *Glasgow Medical Journal*, 1868. – № 1. – P. 323-330.
37. Sellier K. Determination of the time of death by extrapolation of the temperature decrease curve // *Acta Med. Leg. Soc.* – 1958. – Vol. 11 – P. 279-302.
38. The estimation time since death in the early postmortem period / C. Henssge [et al.] – London, Arnold, a member of the Hodder Headline Group, 2002. – P. 3-104.
39. Womack F. The rate of cooling of the body after death // *St. Bart's Hosp. Rep.*, 1887. – № 23. – P. 193-200.