



ДИНАМИКА ОХЛАЖДЕНИЯ ТРУПА В ПЕРВЫЕ СУТКИ ПОСЛЕ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ ПРИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРЕ

Давранов С.Ф.

*Заведующий отделением морфологии, Самаркандского филиала Республиканского
научно-практического центра судебно-медицинской экспертизы*

Введение

Установление давности наступления смерти (давности посмертного периода, post-mortem interval — PMI) относится к числу наиболее сложных и практически значимых задач судебной медицины. Точная или максимально обоснованная оценка времени, прошедшего с момента наступления смерти, имеет существенное значение при реконструкции обстоятельств происшествия, проверке показаний участников уголовного процесса и решении других экспертных вопросов. Несмотря на значительный прогресс судебной медицины, универсального метода, позволяющего с высокой точностью определить время наступления смерти во всех случаях, в настоящее время не существует. Современные исследования подчеркивают необходимость комплексной оценки совокупности посмертных изменений и факторов, способных влиять на скорость их развития [1–3].

Одним из наиболее доступных и традиционно применяемых критериев определения раннего постмортального интервала является динамика снижения температуры тела — algor mortis. После прекращения жизнедеятельности организма прекращается физиологическая теплопродукция, изменяется кровообращение и постепенно устанавливается температурное равновесие между телом и окружающей средой. Именно поэтому измерение центральной температуры тела, прежде всего ректальной, продолжает использоваться в судебно-медицинской практике при оценке раннего постмортального периода [1,4].

Наиболее известным математическим подходом является метод Henssge, основанный на моделировании процесса охлаждения тела с учетом ректальной и окружающей температуры, массы тела и корректирующих факторов. Современные обзоры показывают, что температурные модели наиболее применимы именно в раннем постмортальном периоде, однако точность оценки зависит от условий нахождения трупа, массы тела, положения тела, температуры окружающей среды и ряда индивидуальных факторов [1,4].

Особое значение имеет правильный выбор места измерения температуры. Ректальная температура традиционно рассматривается как показатель центральной температуры



тела, однако даже небольшое изменение глубины и локализации введения термометра способно повлиять на расчет давности смерти. Согласно результатам современного моделирования, различия в положении датчика при измерении ректальной температуры потенциально могут приводить к отклонению оценки времени смерти примерно на 2–3 часа [5].

Кроме того, существенное влияние оказывают изменения температуры окружающей среды после обнаружения трупа. Открытие окон, изменение вентиляции, перемещение тела или изменение условий его хранения могут существенно изменить скорость теплоотдачи и, следовательно, повлиять на расчет постмортального интервала. Поэтому данные о температуре трупа должны интерпретироваться только с учетом условий окружающей среды и обстоятельств обнаружения [6].

Цель исследования

Целью настоящего исследования явилось изучение и оценка динамики охлаждения трупа в течение первых суток после наступления смерти у лиц, смерть которых сопровождалась острой кровопотерей, с учетом пола, возраста, сезона года, характера повреждений и предполагаемого механизма развития кровопотери.

Особое внимание уделялось сравнительной оценке изменений ректальной и подмышечной температуры тела, поскольку данные показатели могут иметь различную информативность при установлении давности наступления смерти.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на основе материалов судебно-медицинских экспертиз, выполненных в Самаркандском областном бюро судебно-медицинской экспертизы. В общей совокупности были проанализированы данные исследования 207 трупов лиц, погибших от различных причин. Из них отдельную группу составили 92 случая смерти, сопровождавшиеся острой кровопотерей, которые были использованы для детального изучения динамики посмертного охлаждения.

При проведении исследования учитывались основные обстоятельства наступления смерти, результаты судебно-медицинского исследования трупа, характер и локализация телесных повреждений, наличие и выраженность внутреннего кровотечения, ориентировочный объем кровопотери, а также условия и время обнаружения трупа.

Температура тела оценивалась на месте обнаружения трупа и после его доставки в морг. Дополнительно анализировалась динамика изменения температурных показателей в течение первых 6 часов после поступления трупа в судебно-медицинский морг.

Результаты исследования

При анализе исследуемой группы было установлено, что из 92 случаев смерти от острой кровопотери мужчины составили 54 случая, женщины — 38 случаев.



По возрастным группам мужчины распределились следующим образом: в возрасте 1–20 лет -7 случаев (12,9%), 21–30 лет -19 случаев (35,1%), 31–40 лет -11 случаев (20,3%), 41–50 лет -8 случаев (14,8%), 51–60 лет - 6 случаев (11,1%), старше 60 лет -3 случая (5,5%).

Среди женщин в возрасте 1–20 лет зарегистрировано 4 случая (10,5%), 21–30 лет -14 случаев (36,8%), 31–40 лет -16 случаев (42,2%), 41–50 лет - 3 случая (7,9%), 51–60 лет -1 случай (2,6%). Таким образом, среди обследованных мужчин наибольшее количество случаев приходилось на возрастную группу 21–30 лет, тогда как среди женщин наиболее многочисленной являлась возрастная группа 31–40 лет.

При распределении исследуемых случаев по сезонам года установлено, что зимой, то есть в декабре, январе и феврале, зарегистрировано 11 случаев (11,9%), весной — 39 случаев (42,4%), летом — 16 случаев (17,4%), осенью — 26 случаев (28,3%).

Следовательно, наиболее значительная часть наблюдений приходилась на весенний период. Вместе с тем при интерпретации полученных данных необходимо учитывать влияние температуры окружающей среды, условий нахождения трупа и особенностей одежды, которые могут существенно изменять интенсивность посмертного охлаждения. При изучении динамики изменения температуры тела у лиц, смерть которых наступила вследствие острой кровопотери, выявлены определенные закономерности. У мужчин с момента обнаружения трупа до его доставки в морг ректальная температура снижалась приблизительно на 3,0–5,0 °С, тогда как подмышечная температура снижалась на 4,0–6,0 °С. После доставки трупа в морг в течение первых 6 часов наблюдалось дальнейшее постепенное снижение температуры. Средняя скорость снижения ректальной температуры у мужчин в течение указанного периода составляла около 1,0–1,3 °С за 1 час, а подмышечной температуры — 1,2–1,6 °С за 1 час.

У женщин динамика температурных изменений характеризовалась несколько большей выраженностью. С момента обнаружения трупа до его доставки в морг ректальная и подмышечная температура в общей сложности снижались примерно на 5,5–6,0 °С. В последующие 6 часов ректальная температура снижалась в среднем на 1,2–1,5 °С за 1 час, а подмышечная — на 1,3–1,7 °С за 1 час. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при острой кровопотере интенсивность посмертного охлаждения может быть достаточно высокой уже в первые часы после смерти. При этом подмышечная температура демонстрировала более выраженную вариабельность по сравнению с ректальной, что необходимо учитывать при экспертной оценке.

Обсуждение

Результаты проведенного исследования показали, что у лиц, смерть которых сопровождалась острой кровопотерей, в первые часы после наступления смерти



наблюдалось выраженное снижение как ректальной, так и подмышечной температуры. Выявленная закономерность соответствует современным представлениям о возможности использования динамики температуры тела в качестве одного из основных критериев оценки раннего постмортального интервала. В то же время наши данные демонстрируют необходимость учета причины смерти при интерпретации температурной кривой.

Современный обзор биологических методов определения раннего постмортального интервала показывает, что охлаждение тела остается одним из наиболее доступных методов, поскольку измерение ректальной температуры технически относительно просто и может выполняться непосредственно на месте обнаружения трупа. Вместе с тем авторы подчеркивают, что математические модели охлаждения имеют ограничения и требуют учета условий окружающей среды и индивидуальных особенностей умершего [1].

В нашем исследовании у мужчин снижение ректальной температуры с момента обнаружения трупа до его доставки в морг составляло 3,0–5,0 °С, а подмышечной — 4,0–6,0 °С. В течение последующих 6 часов ректальная температура снижалась в среднем на 1,0–1,3 °С/ч, а подмышечная — на 1,2–1,6 °С/ч. У женщин интенсивность охлаждения была несколько выше: ректальная температура после доставки в морг снижалась в среднем на 1,2–1,5 °С/ч, подмышечная — на 1,3–1,7 °С/ч.

Полученные нами результаты следует рассматривать с учетом того, что стандартные модели постмортального охлаждения предполагают относительно стабильные условия и не всегда учитывают индивидуальную траекторию температуры конкретного умершего. В частности, современные исследования показывают, что исходная температура тела в момент смерти может существенно влиять на последующую скорость охлаждения. Поэтому применение единого коэффициента охлаждения для всех случаев смерти потенциально может приводить к ошибке при определении давности смерти [7].

Интерес представляет выявленная нами зависимость температурной динамики от выраженности острой кровопотери. При кровопотере в пределах 500–600 мл и резком снижении систолического артериального давления отмечалось более интенсивное снижение температуры. Это позволяет предположить, что выраженные гемодинамические нарушения в терминальном периоде могут быть одним из факторов, определяющих особенности последующего охлаждения трупа. При этом данный результат следует интерпретировать осторожно, поскольку скорость посмертного охлаждения определяется совокупным влиянием нескольких факторов.

При наличии крови в грудной и брюшной полостях температурные изменения имели несколько иной характер. При таких вариантах повреждений ректальная температура снижалась в пределах 0,7–1,3 °С, а подмышечная — 1,0–1,5 °С. При проникающих колото-резаных ранениях органов грудной и брюшной полостей снижение ректальной



температуры составляло 1,0–1,5 °С, подмышечной — 1,4–1,8 °С. Это свидетельствует о том, что характер повреждения и механизм наступления смерти необходимо учитывать при использовании температурных данных для определения РМІ.

Особого внимания заслуживает вопрос выбора анатомической зоны измерения. Ректальная температура традиционно используется как показатель центральной температуры, поскольку она в меньшей степени подвержена непосредственному воздействию окружающей среды, чем температура кожи. Однако современные исследования показывают, что даже технические особенности ректальной термометрии могут существенно влиять на конечный расчет РМІ. При моделировании было показано, что изменение положения измерительного датчика может приводить к потенциальной погрешности оценки времени смерти примерно на 2–3 часа [5].

В нашем исследовании подмышечная температура снижалась быстрее, чем ректальная. С практической точки зрения это может объясняться большей зависимостью данной области от температуры окружающей среды и условий теплоотдачи. Поэтому подмышечную температуру целесообразно рассматривать прежде всего как дополнительный показатель, который может использоваться совместно с ректальной температурой, а не как самостоятельный критерий определения давности смерти.

Полученные нами данные о различиях между мужчинами и женщинами также заслуживают внимания. Более быстрое снижение ректальной и подмышечной температуры у женщин может быть связано с совокупностью факторов, включая особенности телосложения, массу тела, площадь поверхности тела и индивидуальные особенности теплообмена. Однако пол умершего не должен рассматриваться как самостоятельный фактор, определяющий давность смерти, поскольку его влияние тесно связано с другими характеристиками организма.

Существенное влияние на результаты оказал сезонный фактор. Наиболее выраженное снижение температуры отмечалось в зимний период, тогда как летом температурные изменения были менее интенсивными. Это согласуется с современными представлениями о значении температуры окружающей среды для процессов посмертного охлаждения. Исследования показывают, что изменения условий окружающей среды даже после обнаружения тела могут существенно менять скорость теплоотдачи и, соответственно, влиять на температурную оценку РМІ [6].

Важным является и тот факт, что классические температурные методы имеют ограниченную точность. Сравнительное исследование четырех температурных методов показало, что различные способы расчета РМІ могут давать неодинаковые результаты, а применение ректального температурного метода ограничивается, в частности, высокой температурой тела в отдельных случаях [4].



Современная литература также подтверждает необходимость перехода от использования одного признака к комплексной оценке давности смерти. Помимо температуры тела, исследуются биохимические показатели, изменения ликвора и стекловидного тела, молекулярные маркеры, иммуногистохимические показатели и другие постмортальные изменения [1,9]. При этом температурный метод сохраняет значение благодаря своей доступности и возможности применения непосредственно на месте обнаружения трупа.

Следовательно, результаты настоящего исследования дополняют существующие представления о посмертном охлаждении тем, что характеризуют температурную динамику именно при смерти, сопровождавшейся острой кровопотерей. Практическое значение полученных данных заключается в возможности учитывать причину смерти и выраженность кровопотери при интерпретации температурных показателей. Наиболее обоснованным представляется использование ректальной и подмышечной термометрии в динамике с обязательным учетом температуры окружающей среды, сезона года, возраста, пола, массы тела, одежды и условий нахождения трупа.

Таким образом, наши результаты подтверждают, что температурные показатели могут быть информативным компонентом комплексной оценки давности наступления смерти в первые сутки постмортального периода. Однако их следует интерпретировать не изолированно, а в совокупности с обстоятельствами обнаружения трупа, морфологическими признаками смерти и другими доступными судебно-медицинскими критериями.

Выводы

1. При насильственной смерти, сопровождавшейся острой кровопотерей, наблюдается выраженное изменение термодинамики трупа, особенно в первые часы после наступления смерти.

2. При острой кровопотере в пределах 500–600 мл снижение ректальной и подмышечной температуры происходит более интенсивно, что может иметь значение при комплексной оценке давности наступления смерти.

3. У мужчин с момента обнаружения трупа до его доставки в морг ректальная температура снижалась на 3,0–5,0 °С, а подмышечная — на 4,0–6,0 °С. В последующие 6 часов средняя скорость снижения составляла соответственно 1,0–1,3 °С/ч и 1,2–1,6 °С/ч.

4. У женщин температурные изменения были более выраженными: до доставки в морг ректальная и подмышечная температура снижались в общей сложности на 5,5–6,0 °С, а в последующие 6 часов скорость снижения составляла соответственно 1,2–1,5 °С/ч и 1,3–1,7 °С/ч.



Литература

1. Javan GT, Finaughty DA, Wescott DJ, et al. Review of the current and potential use of biological and molecular methods for the estimation of the postmortem interval in animals and humans. *Forensic Sciences Research*. 2023;8(1):1–19.
2. Mauro S, et al. Estimation of Late Postmortem Interval: Where Do We Stand? A Literature Review. *Biology*. 2023;12(6):783.
3. Mao Y, et al. Human Decomposition and Time Since Death: Persistent Challenges and Future Directions in Forensic Anthropology. *American Journal of Biological Anthropology*. 2025.
4. Baccino E, et al. Estimation of the time since death based on body cooling: a comparative study of four temperature-based methods. *International Journal of Legal Medicine*. 2021.
5. Kettner M, et al. Sensitivity of temperature-based time since death estimation on measurement location. *International Journal of Legal Medicine*. 2023. DOI: 10.1007/s00414-023-03040-y.
6. Kettner M, et al. Detrimental effects of scene manipulations on temperature-based time since death estimation. 2024.
7. Al-Alousi LM, Anderson RA, Worster DM, Land DV. Factors influencing the precision of estimating the postmortem interval using the triple-exponential formulae (TEF). Part II. A study of the effect of body temperature at the moment of death on the postmortem brain, liver and rectal cooling in 117 forensic cases. *Forensic Science International*. 2002.
8. Madea B. Methods for determining time of death. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2016;12:451–485. DOI: 10.1007/s12024-016-9776-y.
9. Girela E, et al. New Trends in Immunohistochemical Methods to Estimate the Time since Death: A Review. *Diagnostics*. 2022.
10. Shinkawa N, et al. Technical note: Excel spreadsheet calculation of the Henssge equation as an aid to estimating postmortem interval. *Legal Medicine*. 2024.