

УДК 340.6:616 – 036.88 – 091.1

В. Т. Бачинский

доктор медицинских наук, профессор
Буковинский государственный медицинский институт
E-mail: sudmed@bsmu.edu.ua

Б. В. Михайличенко

доктор медицинских наук, профессор
Национальный медицинский университет имени О. О. Богомольца

О. Я. Ванчуляк

доктор медицинских наук, доцент
Буковинский государственный медицинский институт

А. Г. Ушенко

доктор физико-математических наук, профессор
Черновицкий Национальный университет имени Ю. Федьковича
Украина

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ

В статье приведен обзор литературных источников по методам диагностики давности наступления смерти. В частности, проанализированы возможности морфологических, биохимических, лазерных поляриметрических методов исследования посмертного периода, разработанных как отечественными, так и зарубежными авторами. Особое внимание уделено биофизическим методам исследования биотканей человека, так как на сегодня они являются перспективными, имеют высокую точность, просты и сравнительно недороги при их использовании в бюро судебно-медицинской экспертизы.

Ключевые слова: давность наступления смерти, лазерная поляриметрия.

Вопрос установления давности наступления смерти (ДНС) ставился на решение еще в периоды Древней Греции и Древней Индии. На важность определения ДНС и необходимость поиска возможных методов ее определения указывали выдающиеся ученые XVII–XVIII вв. [1].

Сегодня же одной из первоочередных задач, которая ставится правоохранительными органами перед судебно-медицинским экспертом при проведении исследования трупа, является установление ДНС с минимальным отклонением от истинного времени ее наступления.

Цель настоящей работы: анализ литературных источников и данных экспериментальных исследований по определению ДНС, опубликованных в отечественных и зарубежных изданиях за последние годы.

При проведении анализа научных источников была отмечена ориентация врачей, судебно-медицинских экспертов на использование в повседневной практике методов оценки ДНС, которые базируются на динамике морфологических изменений трупа человека, хотя данные методы имеют значительную погрешность [2; 3]. Работы многих исследователей [2–5] посвящены изучению динамики трупных пятен и трупного окоченения с учетом

факторов внешней среды. Установлено, что возникновение, развитие и исчезновение ранних трупных изменений имеет тесную связь с температурой окружающей среды, влажностью воздуха, местом нахождения трупа, скоростью движения воздуха и воды, глубиной водоема, толщиной слоя снега, наличием одежды на трупе, массой тела, полом, толщиной подкожного жирового слоя, состоянием здоровья и др. Недооценка указанных факторов может вызвать ошибку при установлении ДНС.

Следует отметить, что в отечественной практике, по сравнению с работой зарубежных служб, довольно редко используются методики установления времени наступления смерти, основанные на измерении температуры трупа. Обычно используют методы расчета по Г. А. Ботезату [1], который вывел формулу расчета ДНС при различных темпах снижения температуры в разных группах умерших, и нормограммы, разработанные С. Henssge [6], который определил закономерности охлаждения трупов, лежащих на спине, в условиях относительной стабильности температуры окружающей среды. Однако данные методы значительно зависят от динамики изменения как внутренних, так и внешних факторов, влияющих на тело после смерти, что также дает значительную погрешность в вычислении ДНС.

Группа авторов предлагала моделирование изменения температуры тела трупа на аналоговых вычислительных машинах и программирующих калькуляторах путем моделирования меняющихся условий внешней среды и глубокой термометрии [7]. Е. М. Кильдюшов и соавторы разработали математическое моделирование посмертного теплообмена на месте первичного обнаружения трупа с учетом некоторых факторов, влияющих на этот процесс. Было продемонстрировано, что повышение точности результата достигается соответствием заложенных в модели начальной температуры теплообмена, коэффициента внешнего теплообмена и среднего радиуса исследуемого трупа. Также ими был разработан комплекс мер, учитывающих технические и организационные моменты экспертного термометрического исследования, что может повысить точность установки ДНС [8].

Значительное внимание в судебно-медицинской литературе уделено исследованию суправитальных реакций для установления ДНС. Так, наиболее часто применяется метод механического раздражения скелетной мускулатуры [2; 3; 5]. Хотя В. В. Билкун и предложил определение реакции скелетной мускулатуры на электрическое раздражение с помощью специальных портативных приборов. При использовании данного метода ДНС можно определить только в течение 10–12 часов с интервалом 3–4 часа [2].

Многие ученые изучали реакцию зрачков на введение различных фармакологических веществ, чаще всего 1% раствора пилокарпина или атропина, в переднюю камеру глаза [1–5]. Аналогичные исследования также проводились с использованием мезатона [9]. Однако данные методики тоже не удовлетворяют органы следствия в полной мере и эффективны преимущественно в первые часы наступления смерти. Отчасти это связано и с тем, что отсутствуют сведения о влиянии на ход развития суправитальных реакций причины смерти, температуры окружающей среды и явлений подсыхания роговицы.

Весьма относительные результаты демонстрирует посмертная реакция потовых желез на раздражение, которая наблюдается в течение первых 30 минут после наступления смерти [1; 3].

В качестве объекта исследования для установления ДНС ученые часто используют трупную кровь. Исследуя клетки и компоненты крови, отдельные авторы обращают внимание на закономерности ее изменения в срок 3–62 часа после смерти [1; 10].

Для установления ДНС применялись различные иммунологические методы исследования. Было установлено, что иммунологические процессы после смерти прекращаются и подвергаются значительной трансформации: величина иммунных показателей реакции бласт-трансформации и В- и Т-лимфоцитов в постмортальном периоде снижается в зависимости от времени смерти, что дает возможность установления ее давности

в первые 3 суток [1]. Однако некоторые исследователи подтвердили, что при установке ДНС данным иммунологическим методом необходимо учитывать температуру окружающей среды [2; 3].

Многие труды освещают исследования биохимического профиля трупной крови [11]. Были исследованы явления фибринолиза, содержание АТФ и неорганического фосфора, мочевины, электролитов калия и натрия, остаточного азота и белков при черепно-мозговых травмах со смертельным исходом и ученые пришли к выводу о возможности использования посмертной динамики изменения этих показателей в совокупности с другими данными для установления ДНС [2; 3].

Не дали весомых результатов исследования содержания сахара, хлоридов, холинестеразной активности и газового состава трупной крови [1; 12]. Однако наблюдается увеличение уровня миоглобина после наступления смерти в крови из сердца и бедренных сосудов [1].

Ряд авторов пытались диагностировать ДНС, изучая другие биологические жидкости и среды организма, в частности стекловидное тело и цереброспинальную жидкость, путем постмортального мониторинга изменения показателей протеинов, лактата, рН, аминокислот, магния, кальция, натрия, содержания жидкости в сердечной сумке, и пришли к довольно неоднозначным результатам [1; 13]. Другие ученые также исследовали уровень химических компонентов в стекловидном теле и обнаружили, что уровень калия, магния, аммиака, мочевины, креатинина, мочевой кислоты, гипоксантина, молочной кислоты будет постепенно увеличиваться в зависимости от ДНС, а кальция, натрия, ферментов, глюкозы, витамина С будет снижаться [14]. Также ряд авторов изучали изменение уровня белков в ликворе живых лиц и у этих же лиц после смерти [15]. Было исследовано 54 типа белка различных функциональных групп и выявлены значительные изменения их концентрации. Но только в 14 из них была обнаружена связь между увеличением количества белка и ДНС. Как видно из перечисленного выше, лабораторные методы определения ДНС могут применяться для изучения развития трупных изменений, однако ввиду высокой стоимости и трудоемкости эти исследования не нашли практического применения.

В последние годы американские ученые обратили внимание на исследование ДНС с использованием линейной регрессии анализа данных экспрессии гена в экспериментальных исследованиях на мышах, а также исследовании РНК зубной эмали. Данные методики можно использовать для установления ДНС только в трупах с поздними трупными явлениями. В современных условиях аналогичные исследования на отечественных просторах практически нивелируются из-за нехватки специально подготовленного персонала [16; 17].

Зарубежные авторы также акцентируют внимание на перспективе изучения энтомофауны трупа и возможности диагностирования ДНС по человеческим останкам, обнаруженным на местах преступления [11; 18]. Что касается костных останков, было предложено определять уровень цитрата, который входит в состав кортикальной части кости живого человека и животного при постоянной начальной концентрации ($2,0 \pm 0,1$ мас. %). В скелетных останках, обнаруженных в условиях открытого ландшафта (независимо от того, захоронены они или нет), концентрация цитрата остается постоянной в течение примерно 4 недель после смерти, после чего она линейно уменьшается по прошествии времени. Верхний предел диапазона оценки по данному показателю 100 лет, а точность определения незначительно уменьшается с возрастом. Скорость снижения точности не зависит от колебаний температуры или количества осадков, но падает до нуля при температуре хранения < 0 °С.

Изучение энтомологической фауны также в комплексном использовании методов оценки ДНС предоставляет ценную информацию, но следует отметить, что требуются специальные знания о видоспецифичности и особенностях развития как насекомых, так и почвы [19].

Некоторые ученые предлагают использовать для диагностики ДНС физическое моделирование в реальном и ускоренном масштабе времени, а также математическое моделирование [20].

Анализируя полученные данные, мы видим необходимость поиска новых, объективных методик, которые базировались бы на простых методах забора биологических тканей, не были бы затратными и давали бы возможность получать объективные данные независимо от влияния внешних факторов.

Было предложено использование нового подхода объективного определения ДНС, а именно по комплексу поляризационных, матричных, статистических и корреляционных параметров лазерных изображений биотканей и сред организма [21; 22].

Согласно данному подходу, все типы биологических структур представлены в виде двухкомпонентной аморфно-анизотропной матрицы, которая представляет собой совокупность оптически одноосных протеиновых фибрилл, обладающих явлением двулучепреломления и подобных жидким кристаллам [23].

В основе данных методов лежит получение поляризационных карт с их последующим статистическим, корреляционным, фрактальным, вейвлет – анализами [21–24]. Используя такой подход, были установлены временные диапазоны определения ДНС для различных тканей организма (мышечная ткань, ткань мозга и паренхиматозных органов) в норме и при массивных кровотечениях и механической асфиксии, были исследованы возможности использования лазерной поляриметрии для диагностики прижизненности телесных повреждений и давности образования гематом [23; 24].

Перспективным является установление ДНС путем лазерного поляриметрического анализа цереброспинальной жидкости и стекловидного тела глаза человека [25; 26]. Так как такие жидкости имеют относительно устойчивый биохимический состав и значительную оптическую активность (владеют как изотропной (различные белковые комплексы), так и анизотропной составляющими (жидкокристаллическая фаза, состоящая из совокупности жидких кристаллов различных типов: фибриновых нитей, коллагеновых волокон)), целесообразным будет их углубленное изучение для выявления закономерностей изменений структуры и состава в зависимости от времени наступления смерти.

Таким образом, апробированные лазерные поляриметрические методики открывают широкие возможности изучения структуры биологических тканей и жидкостей организма человека, что позволяет более детально изучить и оценить патологические процессы, которые привели к смерти, и закономерности развития и течения посмертных изменений. Использование новейших методов позволит улучшить и в значительной степени облегчить работу практических судебно-медицинских экспертов.

Список использованных источников

1. Ботезату, Г. А. Диагностика давности смерти в судебной медицине / Г. А. Ботезату, В. В. Терчев, С. В. Унгурян. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 136 с.
2. Судебная медицина : практикум/ под ред. В. Л. Попова. – СПб. : Питер, 2001. – 320 с.
3. Судебно-медицинское исследование трупа / А. П. Громов [и др.]; под ред. А. П. Громова, А. В. Капустина. – М : Медицина, 1991. – 318 с.
4. Compound muscle action potential analysis in different death models : significance for the estimation of early postmortem interval / I. Elmas, M. B. Baslo, M. Ertas // Forensic Sci. Int. – 2002. – Vol. 127, № 1–2. – P. 75–81.
5. Авдеев, М. И. Судебно-медицинская экспертиза трупа : руководство / М. И. Авдеев. – М. : Медицина, 1976. – 440 с.
6. Henssge, C. Estimation of the time since death / C. Henssge, B. Madea // Forensic Sci Int. – 2007. – № 165 (2–3). – P. 182–184.

7. Al-Alousi, L. M. Multiple-probe thermography for estimating the postmortem interval : I. Continuous monitoring and data analysis of brain, liver, rectal and environment temperatures in 117 forensic cases / L. M. Al-Alousi, R. A. Anderson, D. M. Worster // *J. Forensic Sci.* – 2001. Vol. 46, № 2. – P. 317–322.
8. Диагностика давности наступления смерти термометрическим способом (в раннем посмертном периоде) / Е. М. Кильдюшов, А. Ю. Вавилов. – Lap Lambert Academic Publishing; Saarbrücken, Germany, 2011. – 335 с.
9. Гуров, О. М. Сучасний алгоритм судово-медичної діагностики давності настання смерті у ранній постмортальний період : метод. рекомендації / О. М. Гуров, В. Г. Бурчинський, Д. Б. Гладких. – К., 2017. – 34 с.
10. Бабкіна, О. П. Вивчення впливу прижиттєвих захворювань на імунні показники крові загиблих від травм при визначенні часу настання смерті / О. П. Бабкіна, С. О. Долотін // *Укр. мед. альманах.* – 2003. – Т. 6, № 5. – С. 16–17.
11. Судебно-медицинское установление давности наступления смерти по некоторым биохимическим показателям в веществе головного мозга / Г. Г. Омаров [и др.] // *Суд.-мед. экспертиза.* – 1988. – Т. 31, № 3. – С. 12–14.
12. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles / J. L. Melody [et al.] // *J. Anim. Sci.* – 2004. – Vol. 82, № 4. – P. 1195–11205.
13. Weisbock, J. Intra-individual changes in potassium in the cerebrospinal fluid after death / J. Weisbock, E. Josephi, E. Liebhardt // *Beitr. Gerichtl. Med.* – 1989. – № 47. – P. 403–405.
14. Chen, Y. Q. Advances in the studies of postmortem interval estimation by the levels of chemical components in human vitreous humor after death / Y. Q. Chen, J. F. Cai, J. F. Wen // *Fa Yi Xue Za Zhi.* – 2009. – Vol. 25, № 1. – P. 53–56.
15. Proteomic analysis of cerebrospinal fluid changes related to postmortem interval / E. J. Finehout [et al.] // *Clinical chemistry.* – 2006. – Vol. 52, № 10. – P. 1906–1913.
16. Hunter, M. C. Accurate predictions of postmortem interval using linear regression analyses of gene meter expression data / M. C. Hunter, A. E. Pozhitkov, P. A. Noblea // *Forensic Sci Int.* – 2017. – Vol. 275. – P. 90–101.
17. Estimating postmortem interval using RNA degradation and morphological changes in tooth pulp / S. T. Young [et al.] // *Forensic Science International.* – 2013. – Vol 229., Issue 1. – P. 163.e1–163.e6.
18. Schwarcz, H. P. A new method for determination of postmortem interval: citrate content of bone / H. P. Schwarcz, K. Agur, L. M. Jantz // *J Forensic Sci.* – 2010. – Vol. 55 № 6. – P. 1516–1522. doi 10.1111/j.1556-4029.2010.01511.x.
19. Sharma, R. Various methods for the estimation of the postmortem interval from Calliphoridae : A review / R. Sharma, R. K. Garg, J. R. Gaur // *Egyptian journal of forensic sciences.* – 2015 – V.5. – P. 1–12.
20. Методологічні аспекти установлення давності наступлення смерті / В. Н. Крюков [и др.] // *Суд.-мед. экспертиза.* – 1991. – Т. 34, № 3. – С. 5–9.
21. Бачинський, В. Т. Лазерна спектрофотополяриметрія біологічних тканин людини в розробці об'єктивних критеріїв визначення давності настання смерті та часу утворення гематом : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.25 / В. Т. Бачинський. – Київ, 2009. – 35 с.
22. Основи лазерної поляриметрії : Патоморфологічні зміни біологічних тканин / О. Г. Ушенко [та ін.]. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2010. – 372 с.
23. Павлюкович, О. В. Дослідження статистичної структури деполяризації лазерного випромінювання тканиною печінки для диференціації настання смерті в результаті механічної асфіксії або крововтрати / О. В. Павлюкович, В. Т. Бачинський, О. Я. Ванчуляк // *Суд.-мед. экспертиза.* – 2010. – № 1. – С. 11–19.
24. Diagnostics of structure and physiological state of birefringent biological tissues: statistical, correlation and topological approaches / Y. A. Ushenko [et al.] // *Handbook of Coherent-Domain Optical Methods / Springer Science+Business Media.* – New York. – 2013. – P. 107–148.
25. Гараздюк, М. С. Метод просторово-частотної фільтрації поляризаційних мап зображень полікристалічних плівок ліквору для визначення давності настання смерті / М. С. Гараздюк // *Суд.-мед. экспертиза.* – 2017. – № 1. – С. 65–73.
26. Дослідження біологічних тканин і рідких середовищ організму людини лазерними поляриметричними методами / В. Т. Бачинський [та ін.] // *Суд.-мед. экспертиза.* – 2017. – № 1. – С. 58–61.

V. T. Bachinsky

Doctor of Medical Sciences, Full Professor
Bukovinian State Medical University

B. V. Mikhailichenko

Doctor of Medical Sciences, Full Professor
National Medical University named after O. O. Bogomolets

O. Ya. Vanchuliak

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor
Bukovinian State Medical University

A. G. Ushenko

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Full Professor
Chernivtsi National University named after Yu. Fedkovych

Ukraine

MODERN POSSIBILITIES OF POST-MORTEM INTERVAL ESTIMATION

The article gives an overview of literary sources on the methods of diagnosing of the post-mortem interval. In particular, the possibilities of morphological, biochemical, laser polarimetric methods of postmortem research, developed by both domestic and foreign authors, were analyzed. Particular attention is paid to biophysical methods of biological tissue research, since they are relatively little studied, they are promising and have high accuracy. Also they are simple and relatively inexpensive, so this methods could be used in the practice of the Bureau of Forensic Medical Examination.

Keywords: post-mortem interval, laser polarimetry.