

СУДОВО-МЕДИЧНА ОЦІНКА ПІСЛЯСМЕРТНИХ ЗМІН ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ

В.О. Ольховський, Е.К. Григорян, О.О. Фурман, І.О. Кожушко

Державний вищий навчальний заклад «Харківський національний медичний університет»,
м. Харків, Україна

Ключові слова:

давність настання смерті, танатологія, судова медицина, постмортальний період.

Буковинський медичний вісник. Т.23, № 2 (90). С. 109-113.

DOI:

10.24061/2413-0737.XXIII.2.90.2019.48

E-mail: sme_khnmi@
email.ua

У роботі представлено аналіз наукових джерел, який розкриває переваги та недоліки сучасних методів оцінки післясмертних змін, для оптимізації визначення давності настання смерті (ДНС) у практиці судово-медичних експертів та виокремлення перспективних напрямів подальших досліджень.

Мета роботи — за допомогою аналізу сучасних наукових джерел дослідити особливості сучасних методів визначення ДНС, за оцінкою післясмертних змін.

Висновок. Стан трупів на місці виявлення буває різним і численні чинники можуть брати участь у перебігу розвитку трупних явищ до приходу експертів. Отже, важко порівнювати лабораторні експерименти та реальні випадки через відмінності клімату, географічного положення, особливості методів, що використовуються, та постановки дослідження. На теперішній час не існує єдиного методу оцінки, який міг би забезпечити точний розрахунок ДНС у діапазоні від декількох годин до декількох місяців, тому наразі необхідні розробка та впровадження нових методів визначення ДНС.

Ключевые слова:

давность наступления смерти, танатология, судебная медицина, постмортальный период.

Буковинский медицинский вестник. Т.23, № 2 (90). С. 109-113.

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА ПОСТМОРТАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДАВНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ

В.А. Ольховский, Э.К. Григорян, О.О. Фурман, И.А. Кожушко

В статье приведен обзор научных источников, который раскрывает преимущества и недостатки современных методов оценки послесмертных изменений, для оптимизации определения давности наступления смерти (ДНС) в практике судебно-медицинских экспертов и выделение перспективных направлений дальнейших исследований.

Цель работы — с помощью анализа современных научных источников исследовать особенности современных методов определения ДНС по оценке постмортальных изменений.

Вывод. Состояние трупов на месте обнаружения бывает разным и различные факторы могут принимать участие в ходе процесса развития трупных явлений до прихода экспертов. Поэтому трудно сравнивать лабораторные эксперименты и реальные случаи из-за различий климата, географического положения, особенностей методов, используемых при постановке исследования. В настоящее время не существует единого метода оценки, который мог бы обеспечить точный расчет давности наступления смерти в диапазоне от нескольких часов до нескольких месяцев, поэтому сейчас необходимы разработка и внедрение новых методов определения давности наступления смерти.

Актуальні питання судово-медичної експертизи

Keywords: *postmortem interval, thanatology, forensic medicine, postmortem period.*

Bukovinian Medical Herald. V.23, № 2 (90). P. 109-113.

FORENSIC MEDICAL EVALUATION OF POSTMORTEM CHANGES IN POSTMORTEM INTERVAL DETERMINATION

V.O. Olhovsky, E.K. Grygorian, O.O. Furman, I.O. Kozhushko

*This article presents an overview of scientific sources, which reveals advantages and disadvantages of modern methods for assessing postmortem changes to optimize the determination of postmortem interval (PMI) in the forensic experts' practice and to identify promising areas for further research. **The purpose of the work** is to explore peculiarities of PMI determination methods which are based on the evaluation of postmortem changes, through analysis of modern scientific literature.*

Conclusion. *The state of the corpses on the place of discovery of crime is different and a variety of factors can affect the postmortem changes before experts arrive. Therefore, it is difficult to compare laboratory trials and real cases due to climate differences, geographic location, peculiarities of methods used, as well as research settings. Presently, there is no single assessment method that could accurately calculate a PMI in the range from several hours to several months, so now it is necessary to develop and implement new methods for PMI determination.*

Вступ. Перебіг післясмертних змін має важливе значення для оцінки давності настання смерті (ДНС). Їх можна розділити на ранні та пізні післясмертні зміни трупа. Ці зміни функціонують як відповідні показники для визначення ДНС та змінюються під дією внутрішніх та зовнішніх чинників [1-25]. У даній роботі проводиться опис сучасних методів оцінки післясмертних змін.

Основна частина. Особливості розвитку післясмертних змін залежать від багатьох факторів. Температура є одним із цих факторів і може бути пов'язана з визначенням післясмертного охолодження за допомогою обчислювання накопичених градусо-днів (accumulated degree days, ADD). Н.Т. Gelderman та співавт. [1] розробили метод оцінки ДНС за допомогою ADD. Досліджено 91 випадок, фотографії опрацьовані шляхом використання методу оцінки розкладання (decomposition scoring method). Температурні дані надані метеорологічним інститутом. ДНС оцінювали, використовуючи загальний бал розкладання (total decomposition score, TDS), TDS і ADD. Останній вимагав додаткового кроку, а саме обчислення ADD від дати знаходження трупа до передбачуваного дня смерті. Учені дійшли висновку, що ДНС можна оцінити за допомогою цього методу, але у випадках, де час після настання смерті був тривалим. Рекомендується дотримуватися обережності – ADD не враховує всього тепла, що було наявним при розкладанні, і тому можуть статися помилки.

Як правило, чим більшою є різниця між температурою тіла і температурою навколишнього середовища, тим швидше буде зниження температури тіла [1]. Проте зниження температури тіла може змінюватися залежно від наявності або відсутності одягу на тілі, розміру трупа, огрядності, умов навколишнього середовища та місця, де розташований труп [1-7]. Для

запису температури трупа вимірюється, зазвичай, ректальна температура, тому що це найпростіший і найдоступніший спосіб її вимірювання без додаткового втручання, окрім випадків сексуального насильства або за відсутності ділянки таза – у випадках розчленування [1-2].

Інші методи оцінювання ДНС передбачають визначення рівня специфічних маркерів у крові та тканинах, який змінюється після настання смерті.

У дослідженні Andrea E. Donaldson, Iain L. Lamont [8] визначали рН крові та зміни концентрації шести метаболітів (молочної кислоти, гіпоксантину, сечової кислоти, аміаку, NADH та мурашиної кислоти) протягом 96 годин після настання смерті у крові, взятої з труп тварин (щур та свині), та у крові від щурів і людей, що зберігалися *in vitro*. Значення рН і концентрації всіх шести метаболітів змінювалися після смерті, але ступінь і швидкість змін були різними. Концентрація лактату збільшувалася і потім залишалася на підвищеному рівні, зміни його концентрації були різними у щурів порівняно з людиною і свинею. Концентрації гіпоксантину, аміаку, НАДГ та мурашиної кислоти збільшувалися з часом, і ці метаболіти пропонувалися дослідниками як потенційні маркери для визначення давності настання смерті.

Lina Woydt та співавт. [9] простежували зміни рівнів біохімічних маркерів крові трунів *in situ*. У 20 випадках зразки периферичної венозної крові починали відбирати відразу після зупинки кровообігу і закінчували відбір через 48 годин після настання смерті. Досліджені рівні сироваткового креатиніну, сечовини, 3- β -гідроксибутирату, триптази, міоглобіну, тропоніну Т, креатинкінази і креатинкінази-МВ. Значні зміни рівнів маркерів почалися через дві години після смерті. Надмірне збільшення спостерігалось у серцевих і м'язових маркерів. Слід зазначити, що дані

маркери були достатньо міцними, щоб витримувати цикли заморожування-відтавання. Проте післясмертну кров рекомендовано відбирати якомога швидше, оскільки велика ДНС могла сильно змінювати рівні маркерів *in situ*.

Dong-Gi Lee та співавт. [10] досліджували потенційні білкові маркери для визначення давності настання смерті в поперекових м'язах та нирках шурів. Зразки тканини взяті з інтервалом 12 год протягом 96 год після настання смерті, заподіяної шляхом удушення. У нирках глікогенсинтаза (GS) і кінза глікогенсинтази 3β повністю розклалися протягом 48 годин після настання смерті. АМФ-активована протеїнкіназа α, каспаза 3 і GS позначені як короточасні маркери ДНС у поперековому м'язі. Фермент гліцеральдегід 3-фосфатдегідрогеназа (GAPDH) був середньостроковим маркером ДНС в обох тканинах. Рівні експресії типових довгострокових маркерів ДНС – p53 і β-катеніну були незмінними протягом принаймні 96 годин після смерті в обох тканинах. GAPDH був обраний як тестовий білок для виконання імунохроматографічного аналізу (LFA) з метою визначення ДНС. У підсумку авторами запропоновано використання LFA для визначення ДНС на місці злочину.

Використовуючи можливості кількісного аналізу рівнів РНК у тканинах при різній ДНС, у дослідженні Ji Yeon Kim та співавт. [11] оцінено післясмертну деградацію РНК для оцінки ДНС. Дослідження фокусувалося на цікавій особливості субдоменів деяких видів РНК, які специфічно розщеплювалися під час апоптотичної загибелі клітин. Виявлено, що відмінності в швидкості розщеплення між двома доменами 28S рРНК ссавців були високо пропорційними до зростаючого часу після настання смерті з достовірною лінійною кореляцією, що спостерігалася у мишей так само, як і в автопсійній тканині людини. Порівняння швидкостей розщеплення між доменами окремих видів РНК забезпечує кількісну інформацію про стани післясмертної деградації РНК, які можуть бути застосовані для оцінки давності настання смерті.

Також мають місце сучасні дослідження з оцінювання впливу мікрофлори на розвиток післясмертних змін. Доведено, що в постмортальному періоді проходить декомпозиція тканини за рахунок активності мікроорганізмів, особливо в шлунково-кишковому тракті [12].

Останні наукові прориви у вивченні мікрофлори трупа виявили, що більшість мікробів в організмі людини є облигатними анаеробами, *Clostridium spp.* [13]: Gulnaz T. та співавт. висунули гіпотезу, що залежні від часу зміни мікрофлори в межах внутрішніх органів можуть слугувати критерієм оцінки ДНС. Проведено перехресне дослідження відбору зразків у 27 трупів людей із кримінальних справ із ДНС від 3,5 до 240 годин, внаслідок чого продемонстровано статистично значущі зміни залежно від часу, органа та статі. Зазначено, що визначення кількості та по-

ширеності мікроорганізмів, які є специфічними для кожного органа, може бути використаним як нове джерело даних для оцінки ДНС [14].

У дослідженні Juan Carlos Hurtado та співавт. [15] порівнювали діагностичну ефективність проведених автопсій у різний проміжок часу – до і після 24 годин після настання смерті, а також вплив тривалого післясмертного періоду на результати мікробіологічних тестів – у серії з 282 процедур повної діагностичної автопсії (ПДА) та мінімальної інвазивної автопсії (МІА). Двісті чотирнадцять процедур проведени протягом 24 годин після смерті (ранні автопсії) та 68 – після 24 годин (пізні автопсії). Незважаючи на те, що зі збільшенням часу після настання смерті підвищувалася кількість бактерій, серед досліджених процедур ПДА/МІА не виявлено суттєвих відмінностей у кількості невстановлених діагнозів.

Процес гниття може бути прискорений, якщо існують певні життєві стани померлого, особливо сепсис, що збільшує бактеріальне навантаження у трупі ще до появи мікроорганізмів з навколишнього середовища [16]. Більш тривалий розвиток гнильного процесу може виявлятися у випадках експертиз новонароджених через їх відносну стерильність [17].

Продукт розпаду, що утворюється в результаті гниття, може бути представлений у газовій, текучій або сольовій формі. Приклади газоподібного продукту включають сірководень, діоксид вуглецю, метан, аміак, діоксид сірки та водень. Інші форми продукту включають скатол, індол, метиліндол, кадаверин, путресцин, вуглеводні, азотовмісні, сірковмісні та фенольні сполуки [18].

Як тільки труп потрапляє в стадію гнильних змін, післясмертні зміни та стадії розкладання дозволяють визначити лише дуже неточний проміжок ДНС, за рахунок впливу занадто великої кількості змінних [19,20]. Етапи розкладання в основному визначаються шляхом спостереження післясмертних змін у трупі та аналізу структури розвитку фауни [21].

Незабаром після смерті відзначається активність комах, вона починається в основному з появи мух. Двокрилі є найпершими комахами, що прибувають до трупа. Вони зазвичай обирають природні отвори (очі, ніс, рот, статеві органи), щілини трупа як місце для яйцекладки [22,23].

Коли труп досяг стадії скелетування, розкладання різко сповільнюється і триває упродовж років або десятиліть. Кістки будуть піддаватися процесу мікробного розпаду, вивітрювання, відбілювання, розшаровування, розтріскування кісткової кістки (з подальшою експозицією губчастої речовини), втратою її неорганічного мінерального вмісту та інвазією рослин [24]. ДНС на цій стадії може бути важко визначити, хоча існують методи дослідження скелетних останків, засновані на повноті, фрагментації та артикуляції або ефекті вивітрювання. Ученими підраховано, що повне розкладання кісток потребує від шести до тридцяти

Актуальні питання судово-медичної експертизи

років в умовах тропічного середовища [23-25].

У контексті реальної судово-медичної експертизи, різні частини тіла трупа розкладаються з різною швидкістю, внаслідок чого можуть одночасно спостерігатися різні стадії розкладання на одному і тому ж тілі. Вивчення змін лише однієї стадії розкладання для опису ступеня гнильних змін трупа може бути складним завданням для судово-медичних експертів [24]. Загальновізвано, що голова і кінцівки розкладаються швидше порівняно з тулубом, головним чином тому, що існує більш висока концентрація м'яких тканин для перетравлення мікроорганізмами [25].

Висновок

Стан трупів на місці виявлення буває різним і численні чинники можуть брати участь у перебігу розвитку трупних явищ до приходу експертів. Тому важко порівнювати лабораторні експерименти та реальні випадки через відмінності клімату, географічного положення, особливостей методів, що використовуються для постановки дослідження. На теперішній час не існує єдиного методу оцінки, який міг би забезпечити точний розрахунок давності настання смерті в діапазоні від декількох годин до декількох місяців, тому наразі необхідні розробка та впровадження нових методів визначення давності настання смерті.

Список літератури

- Gelderman HT, Boer L, Naujocks T, Jzermans AC, Duijst WL. The development of a post-mortem interval estimation for human remains found on land in the Netherlands. *International Journal of Legal Medicine* 2018;132(3):863-73.
- Adams VI. *Medicolegal autopsy and postmortem toxicology*. In *Handbook of Autopsy Practice*, edited by Waters BL. Totowa: Humana Press Inc. 2009; 125-36.
- Lee GM. Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental and Applied Acarology* 2009; 49(1): 21-36.
- Smart JL, Kalisz M. The post mortem temperature plateau and its role in the estimation of time of death: A review. *Legal Medicine* 2012;14(2): 55-62.
- Wardak KS, Cina SJ. Algor mortis: An erroneous measurement following postmortem refrigeration. *Journal of Forensic Sciences* 2011;56(5): 1219-21.
- Hubig M, Muggenthaler H, Mall G. Influence of measurement errors on temperature-based death time determination. *International Journal of Legal Medicine* 2011;125(4): 503-17.
- Muggenthaler H, Sinicina I, Hubig M, Mall G. Database of post-mortem rectal cooling cases under strictly controlled conditions: A useful tool in death time estimation. *International Journal of Legal Medicine* 2012;126(1): 79-87.
- Donaldson AE, Lamont IL. Biochemistry Changes That Occur after Death: Potential Markers for Determining Post-Mortem Interval. *PLOS One*. 2013;8(11): e82011.
- Woydt L, Bernhard M, Kirsten H, Burkhardt R, Hammer N, Gries A, Dreßler J, et al. Intra-individual alterations of serum markers routinely used in forensic pathology depending on increasing post-mortem interval. *Nature:Scientific Reports*. 2018;8: 12811
- Lee DG, Yang KE, Hwang JW, Kang HS, Lee SY, Choi S, et al. Degradation of Kidney and Psoas Muscle Proteins as Indicators of Post-Mortem Interval in a Rat Model, with Use of Lateral Flow Technology. *PLoS One*. 2016;11(8): e0160557.
- Kim JY, Kim Y, Cha HK, Lim HY, Kim H, Chung S, et al. Cell Death-Associated Ribosomal RNA Cleavage in Postmortem Tissues and Its Forensic Applications. *Molecules and Cells*. 2017;40(6): 410-7.
- Paczkowski S, Schütz S. Post-mortem volatiles of vertebrate tissue. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2011;91(4): 917-35.
- Javan GT, Finley SJ, Smith T, Miller J, Wilkinson JE. Cadaver Thanatobiome Signatures: The Ubiquitous Nature of Clostridium Species in Human Decomposition. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8: 2096.
- Javan GT, Finley SJ, Can I, Wilkinson JE, Hanson JD, Tarone AM. Human Thanatobiome Succession and Time Since Death. *Nature:Scientific Reports*. 2016;6: 29598.
- Hurtado JC, Quintó L, Castillo P, Carrilho C, Fernandes F, Jordao D, et al. Postmortem Interval and Diagnostic Performance of the Autopsy Methods. *Nature:Scientific Reports*, 2018;8: 16112.
- Zhou C, Byard RW. Factors and processes causing accelerated decomposition in human cadavers-An overview. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2011;18(1): 6-9.
- Schotsmans EMJ, Voorde VD, Winne WD, Wilson AS. The impact of shallow burial on differential decomposition to the body: A temperate case study. *Forensic Science International*. 2011;206(1): e43-8.
- Dekeirsschieter J, Verheggen F, Gohy M, Hubrecht F, Bourguignon L, Lognay G, et al. Cadaveric volatile organic compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. *Forensic Science International*. 2009;189(1): 46-53.
- Myburgh J. Estimating the post-mortem interval using accumulated degree-days in a South African setting. *University of Pretoria*. 2010. 151p.
- Shattuck CM. An analysis of decomposition rates on outdoor surface variations in Central Texas. Thesis and Dissertations-Anthropology. Texas State University. 2009. 76p.
- Lee GM. Early post-mortem changes and stages of decomposition in exposed cadavers. *Experimental and Applied Acarology*. 2009;49(1): 21-36.
- Ahmad A, Ahmad AH. A preliminary study on the decomposition and dipteran associated with exposed carcasses in an oil palm plantation in Bandar Baharu, Kedah, Malaysia. *Tropical Biomedicine*. 2009;26(1): 1-10.
- Cross P, Simmons T. The influence of penetrative trauma on the rate of decomposition. *Journal of Forensic Sciences*. 2010;55(2): 295-301.
- Hau TC, Hamzah NH, Lian HH, Hamzah SP. Decomposition Process and Post Mortem Changes: Review Sains Malaysiana. 2014;43(12): 1873-82.
- Braig HR, Perotti MA. Carcasses and mites. *Experimental and Applied Acarology*. 2009;49(1): 45-84.

Відомості про авторів:

Ольховський В. О. — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри судової медицини, медичного правознавства ім. засл. проф. М. С. Бокаріуса, медичного факультету, ДВНЗ «ХНМУ» м. Харків, Україна.

Григорян Е. К. — аспірант кафедри судової медицини, медичного правознавства ім. засл. проф. М. С. Бокаріуса, медичного факультету, ДВНЗ «ХНМУ» м. Харків, Україна.

Фурман О. О. — завідувач відділу судово-медичної експертизи трупів, КЗОЗ «ХОБСМЕ» м. Харків, Україна.

Topical issues of Forensic Medical Examination

Кожушко І. О. — лікар судово-медичний експерт відділу судово-медичної експертизи трупів, КЗОЗ «ХОБСМЕ» м. Харків, Україна.

Сведения об авторах:

Ольховский В. А. — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой судебной медицины, медицинского правоведения им. засл. проф. Н. С. Бокариуса, медицинского факультета, ГБУЗ «ХНМУ» г. Харьков, Украина.

Григорян Э. К. — аспирант кафедры судебной медицины, медицинского правоведения им. засл. проф. Н. С. Бокариуса, медицинского факультета, ГБУЗ «ХНМУ» г. Харьков, Украина.

Фурман О. О. — заведующий отделом судебно-медицинской экспертизы трупов, КУОЗ «ХОБСМЭ» г. Харьков, Украина.

Кожушко И. А. — врач судебно-медицинский эксперт отдела судебно-медицинской экспертизы трупов, КУОЗ «ХОБСМЭ» г. Харьков, Украина.

Information about the authors:

Olhovsky V. O. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the M. S. Bokarius Department of Forensic Medicine, Medical Law, Faculty of Medicine, KhNMU State University "KhNMU" Kharkiv, Ukraine.

Grygorian E. K. — PhD student of the M. S. Bokarius Department of Forensic Medicine, Medical Law, Faculty of Medicine, KhNMU State University "KhNMU" Kharkiv, Ukraine.

Furman O. O. — Head of the Department of Forensic Medical Examination of Corpses, "KhOBSME" Institution, Kharkiv, Ukraine.

Kozhushko I. O. — Medical examiner of the Department of Forensic Medical Examination of Corpses, "KhOBSME" Institution, Kharkiv, Ukraine.

Надійшла до редакції 15.03.2019

Рецензент — проф. Бачинський В.Т.

© В.О. Ольховський, Е.К. Григорян, О.О. Фурман, І.О. Кожушко, 2019
