

## ОСОБЛИВОСТІ МІКРОСКОПІЧНИХ ЗМІН ТКАНИНИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ НА РІЗНИХ ПРОМІЖКАХ ДАВНОСТІ НАСТАННЯ СМЕРТІ

Сокол В.К.

Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

**Резюме.** Визначення давності настання смерті (ДНС) є одним з найважливіших завдань у практичній діяльності експертів, особливо при розслідуванні кримінальних справ. Проте різні методи, що доступні для використання нині, часто дають широкі діапазони значень часу настання смерті й іноді суперечать один одному, що не забезпечує потреби судово-слідчих органів. Все це спонукає провідних світових науковців до пошуку високоточних методів встановлення посмертного інтервалу, прикладних для рутинного використання в практичній діяльності. Найбільш приналежними до цих критеріїв вважають мікроскопічні методики дослідження.

**Мета роботи.** Проведення огляду сучасних літературних даних стосовно особливостей дослідження мікроскопічних змін тканин організму людини з метою діагностики давності настання смерті.

**Висновок.** Необхідним є впровадження в практичну роботу судово-медичної та патологоанатомічної служби нових перспективних методик і технологій діагностики давності настання смерті, які б забезпечили точне її визначення з урахуванням різних видів смерті та впливу несприятливих чинників.

**Ключові слова:** посмертний інтервал, давність настання смерті, мікроскопія, діагностика, аутоліз, патологічна анатомія.

**Вступ.** Значну частину діяльності судово-медичної та патологоанатомічної служби в Україні займає посмертна діагностика хвороб і патологічних процесів у організмі людини. Проте водночас не менш важливим питанням, зокрема для судово-медичних експертів, залишається діагностика давності настання смерті (ДНС). У більшості сучасних наукових літературних напрацювань розкриваються взаємозв'язки між патологічними змінами на мікроскопічному, молекулярному рівнях і тою чи іншою причиною смерті та ДНС. Отже, структурні зміни в різноманітних біологічних тканинах організму людини з плином часу заслуговують неабиякої уваги з боку світових науковців задля вирішення низки питань, що виникають під час судово-медичного та патологоанатомічного дослідження трупа. [1-7]

**Мета роботи.** Проведення огляду сучасних літературних даних стосовно особливостей дослідження мікроскопічних змін тканин організму людини з метою діагностики давності настання смерті.

Загальноприйнятими етапами визначення причини та ДНС вважають наступні: зовнішній огляд, оцінка трупних змін, розтин, додаткові дослідження (гістологічне, імуногістохімічне, токсикологічне, біохімічне, молекулярне тощо). [1] Зовнішнє дослідження трупа має найменше доказове значення, додаткові ж методи дозволяють встановити точні критерії, що свідчитимуть про ту чи іншу причину настання смерті.

Відомо, що після настання смерті організм людини зазнає певних послідовних незворотних змін, які проявляються в розвитку ранніх і пізніх трупних явищ. Одним з таких вважають посмертний аутоліз – руйнування біологічних тканин їхніми власними ферментами (так зване «самоперетравлення»). [1] Для експерта-практика важливо відрізнити аутоліз нормальних тканин після настання смерті від аутолізу в живому організмі: перший є дифузним, а не вогнищевим, не викликає запальної реакції клітин. [7] Цей процес проявляється в руйнуванні клітинних мембран з посмертним

вирівнюванням концентрацій речовин, які протягом життя нерівномірно розподілялися в різних компартментах. Наприклад, після смерті в позаклітинній рідині збільшується вміст К, а концентрації Na та Cl зменшуються. У результаті анаеробного гліколізу рівень концентрації молочної кислоти підвищується, а значення рН падає. Це зі свого боку спричиняє руйнування мембран лізосом та активацію їхніх гідролітичних ферментів (кисла фосфатаза, кисла рибонуклеаза, кисла дезоксирибонуклеаза, катепсин, колагеназа, інші ферменти, що відіграють вирішальну роль у саморуйнуванні клітинних структур). Ця активність ендogenous ферментів призводить до значної втрати структурованості тканин, що має величезну діагностичну цінність, зокрема для встановлення ДНС. [1,7]

Більшість відомих досліджень аутолітичних змін проводили за допомогою світлової мікроскопії. Вибір даної методики, на нашу думку, зумовлений тим, що гістологічне дослідження тканин є невіддільною частиною процесу встановлення причини смерті та давності її настання. Це рутинний метод обстеження трупа, що проводять не лише в складних випадках, а й коли причина смерті виявляється зрозумілою, оскільки дозволяє отримати цінну інформацію для розв'язання питань слідства. Мікроскопічні методи дослідження є потужним і широкодоступним діагностичним інструментом, що допомагає у вивченні змін тканин при патологічних процесах і встановленні часозалежних змін з метою визначення ДНС. [4]

Відома велика кількість наукових досліджень, присвячених саме аутолітичним змінам тканин для встановлення посмертного інтервалу. Вченими було виявлено, що ці зміни є органоспецифічними протягом першої доби після настання смерті: різні органи піддаються аутолізу з різною швидкістю залежно від їхньої структури та вмісту ферментів. [8] Одним з таких є дослідження тканини нирок. Виявлено, що для епітелію проксимальних і дистальних каналців на ранніх етапах ДНС (3-5 год) характерні незначних набряк мітохондрій і маргінація ядерного хроматину. Деякі органели зникали вже через 10 год після смерті. При посмертному інтервалі 24 год вчені виявляли розширення мікрроворсинок, злипання ядерного хроматину та мітохондріальні аморфні щільні включення. [6,7]

В іншому дослідженні структурних аутолітичних змін підшлункової залози були встановлені невелике розширення ендоплазматичного ретикулуму та поява аморфних щільних відкладень у мітохондріях ацинарних клітин вже через 1 годину після смерті. [5] При ДНС 12 год в ацинарних клітинах відзначалася дегенерація мітохондрій, а через добу спостерігалися зникнення органел і морщення клітини з конденсацією периферичного ядерного хроматину. [5]

Стосовно аутолітичних змін печінки науковцями було встановлено, що через годину після смерті в гепатоцитах спостерігалися набряк клітин, злипання ядерного хроматину та втрата мітохондріальних крист. Водночас ступінь втрати мітохондріальних крист зі зростанням ДНС закономірно збільшувався. Через 20 год після смерті в гепатоцитах відзначалися аморфні щільні відкладення в мітохондріях. [8]

Також аутолітичні зміни не оминають серцевого м'яза. Згідно з літературними даними, на ранньому етапі ДНС виявляють набряк мітохондрій і самих кардіоміоцитів, втрату гранул глікогену. Через 24 год після смерті відмічають розширення саркоплазматичного ретикулуму, аморфні щільні відкладення в клітинах і злипання ядерного хроматину. [8]

Проте аутолітичний процес залежить від багатьох факторів і ситуацій, за яких він може прискорюватися чи уповільнюватися, як-от внутрішнє середовище тіла на момент смерті, а також температура, вологість, швидкість потоку повітря й інші змінні навколишнього середовища. [1, 12-14] Це пояснює велику кількість досліджень аутолітичних змін у тканинах у лабораторних умовах із забезпеченням певного температурного середовища, що уповільнює активність ферментів. Проте в практичній діяльності таких умов досягти досить важко. Також хочемо зауважити про важливість урахування бактеріальної контамінації, що зі свого боку змінює аутолітичний процес на гниття та розкладання тканин. [2-5]

Серед інших морфологічних методик, що застосовуються для виявлення ультраструктурних змін біологічних тканин, зокрема при діагностиці ДНС, виділяють електронну мікроскопію,

ферментні, імуногістохімічні, молекулярні методи дослідження. Також популярними є традиційні біохімічні методи встановлення низки метаболітів, що змінюються з плином часу після настання смерті. Ці методики є більш чутливими та специфічними, ніж традиційні, а також їх можна стандартизувати та статистично оцінити, що робить їх привабливими для науковців. Проте, попри це, вони не були широко адаптованими для рутинного визначення ДНС, оскільки вимагають спеціальних навичок, трудомісткі та не завжди забезпечують точні, надійні та швидкі результати, яких вимагає судово-медична спільнота в практичній діяльності.

Відомі праці вчених у галузі судової медицини присвячені можливостям застосування методик лазерної поляризаційної мікроскопії для розв'язання актуальних проблем, з якими стикаються фахівці в повсякденній практиці, зокрема ДНС при різних її видах і різних патологічних станах, час утворення гематом, зажиттєвість виникнення ушкоджень, діагностика гострої ішемії міокарда, отруєнь різними токсичними речовинами. [8,9] Під час роботи проводяться дослідження різних біологічних тканин і рідинних середовищ організму людини: шкіри, скелетних м'язів, міокарда, мозку, легенів, печінки, нирок, селезінки, кишківника, крові, спинномозкової рідини, склоподібного тіла. [8-10] Вчені встановили, що часова динаміка змін морфологічної структури біологічних тканин у посмертному періоді супроводжується динамічними закономірними змінами структури їхніх поляризаційних зображень, що є основою для застосування цих методик. Хочемо відзначити результати авторів, що були отримані на основі вивчення особливостей посмертних змін лазерних зображень гістологічних зрізів різних органів людини. Вченим вдалося досягти точності визначення ДНС 0,5 год в тривалому діапазоні від 1 до 120 год. [9-11]

**Висновок.** Необхідним є впровадження в практичну роботу судово-медичної та патологоанатомічної служби нових перспективних методик і технологій діагностики давності настання смерті, які б забезпечили точне її визначення з урахуванням різних видів смерті та впливу несприятливих чинників.

## Література

1. Madea B, Saukko P, Oliva A, Musshoff F. Molecular pathology in forensic medicine – Introduction. *Forensic Sci Int.* 2010;203(1-3):3-14. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.07.017
2. Madea B, Saukko PJ. *Forensic medicine in Europe.* Lübeck: Schmidt-Romhild; 2008. 461 p.
3. Dix J, Graham M. *Time of death, Decomposition and Identification. An Atlas.* London: CRC Press; 2000. 120 p.
4. Cummings PM, Trelka DP, Springer KM. *Atlas of forensic histopathology.* Cambridge: Cambridge University Press; 2011. 185 p.
5. Pampin JB, Villadiego MS, editors. *Practical manual of forensic histopathology.* New York: Nova Science Publishers; 2012. 242 p.
6. Langlois NEI. The Use of Histology in 638 Coronal Post-Mortem Examinations of Adults: An audit. *Med Sci Law.* 2006;46(4):310-20. doi: 10.1258/rsmmsl.46.4.310
7. Tomita Y, Nihira M, Ohno Y, Sato S. Ultrastructural changes during in situ early postmortem autolysis in kidney, pancreas, liver, heart and skeletal muscle of rats. *Leg Med (Tokyo).* 2004;6(1):25-31. doi: 10.1016/j.legalmed.2003.09.001
8. Huang X, Xiong G, Chen X, Liu R, Li M, Ji L, et al. Autolysis in Crustacean Tissues after Death: A Case Study Using the *Procambarus clarkii* Hepatopancreas. *Biomed Res Int [Internet].* 2021 Jan [cited 2022 Jan 17];2021:2345878. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2021/2345878/> doi: 10.1155/2021/2345878
9. George J, Van Wettere AJ, Michaels BB, Crain D, Lewbart GA. Histopathologic evaluation of postmortem autolytic changes in bluegill (*Lepomis macrochirus*) and crappie (*Pomoxis anularis*) at varied time intervals and storage temperatures. *PeerJ [Internet].* 2016 Apr [cited 2022 Jan 17];4:e1943. Available from: <https://peerj.com/articles/1943/> doi: 10.7717/peerj.1943.

10. Pittner S, Monticelli FC, Pfisterer A, Zissler A, Sanger AM, Stoiber W, et al. Postmortem degradation of skeletal muscle proteins: a novel approach to determine the time since death. *Int J Legal Med.* 2016;130(2):421-31. doi: 10.1007/s00414-015-1210-6
11. Madea B. 3 Supravitality in Tissues //resuscitation. – 2016. – T. 8. – № . 25. – C. 33-40.
12. Bardale RV, Tumram NK, Dixit PG, Deshmukh AY. Evaluation of histologic changes of the skin in postmortem period. *Am J Forensic Med Pathol.* 2012;33(4):357-61. doi: 10.1097/PAF.0b013e31822c8f21
13. Cocariu EA, Mageriu V, Staniceanu F, Bastian A, Socoliuc C, Zurac S. Correlations Between the Autolytic Changes and Postmortem Interval in Refrigerated Cadavers. *Rom J Intern Med.* 2016;54(2):105-12. doi: 10.1515/rjim-2016-0012
14. Perez-Martínez C, Bonete GP, Perez-Carceles MD, Luna A. Influence of the nature of death in biochemical analysis of the vitreous humour for the estimation of post-mortem interval. *Aust J Forensic Sci.* 2020;52(5):508-17. doi: 10.1080/00450618.2019.1593503

### References

1. Madea B, Saukko P, Oliva A, Musshoff F. Molecular pathology in forensic medicine – Introduction. *Forensic Sci Int.* 2010;203(1-3):3-14. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.07.017
2. Madea B, Saukko PJ. *Forensic medicine in Europe.* Lubeck: Schmidt-Romhild; 2008. 461 p.
3. Dix J, Graham M. *Time of death, Decomposition and Identification. An Atlas.* London: CRC Press; 2000. 120 p.
4. Cummings PM, Trelka DP, Springer KM. *Atlas of forensic histopathology.* Cambridge: Cambridge University Press; 2011. 185 p.
5. Pampin JB, Villadiego MS, editors. *Practical manual of forensic histopathology.* New York: Nova Science Publishers; 2012. 242 p.
6. Langlois NEI. The Use of Histology in 638 Coronal Post-Mortem Examinations of Adults: An audit. *Med Sci Law.* 2006;46(4):310-20. doi: 10.1258/rsmmsl.46.4.310
7. Tomita Y, Nihira M, Ohno Y, Sato S. Ultrastructural changes during in situ early postmortem autolysis in kidney, pancreas, liver, heart and skeletal muscle of rats. *Leg Med (Tokyo).* 2004;6(1):25-31. doi: 10.1016/j.legalmed.2003.09.001
8. Huang X, Xiong G, Chen X, Liu R, Li M, Ji L, et al. Autolysis in Crustacean Tissues after Death: A Case Study Using the *Procambarus clarkii* Hepatopancreas. *Biomed Res Int [Internet].* 2021 Jan [cited 2022 Jan 17];2021:2345878. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2021/2345878/> doi: 10.1155/2021/2345878
9. George J, Van Wettere AJ, Michaels BB, Crain D, Lewbart GA. Histopathologic evaluation of postmortem autolytic changes in bluegill (*Lepomis macrochirus*) and crappie (*Pomoxis anularis*) at varied time intervals and storage temperatures. *PeerJ [Internet].* 2016 Apr [cited 2022 Jan 17];4: e1943. Available from: <https://peerj.com/articles/1943/> doi: 10.7717/peerj.1943.
10. Pittner S, Monticelli FC, Pfisterer A, Zissler A, Sanger AM, Stoiber W, et al. Postmortem degradation of skeletal muscle proteins: a novel approach to determine the time since death. *Int J Legal Med.* 2016;130(2):421-31. doi: 10.1007/s00414-015-1210-6
11. Madea B. 3 Supravitality in Tissues //resuscitation. – 2016. – T. 8. – № . 25. – C. 33-40.
12. Bardale RV, Tumram NK, Dixit PG, Deshmukh AY. Evaluation of histologic changes of the skin in postmortem period. *Am J Forensic Med Pathol.* 2012;33(4):357-61. doi: 10.1097/PAF.0b013e31822c8f21
13. Cocariu EA, Mageriu V, Staniceanu F, Bastian A, Socoliuc C, Zurac S. Correlations Between the Autolytic Changes and Postmortem Interval in Refrigerated Cadavers. *Rom J Intern Med.* 2016;54(2):105-12. doi: 10.1515/rjim-2016-0012

14. Pérez-Martínez C, Bonete GP, Pérez-Cárceles MD, Luna A. Influence of the nature of death in biochemical analysis of the vitreous humour for the estimation of post-mortem interval. *Aust J Forensic Sci.* 2020;52(5):508-17. doi: 10.1080/00450618.2019.1593503.

## **PECULIARITIES OF MICROSCOPIC CHANGES IN THE TISSUE OF THE HUMAN ORGANISM AT DIFFERENT PERIODS OF DEATH**

**Sokol V.K.**

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

**Summary.** Determining the time since death is one of the most important tasks in the practice of experts, especially in the investigation of criminal cases. However, the various methods currently available often give wide ranges of time values and sometimes contradict each other, which does not meet the needs of the investigating authorities. All this encourages the world's leading scientists to find high-precision methods for establishing the posthumous interval, applicable to routine use in practice. Microscopic research methods are considered to be the most subject to these criteria.

**Aim of the work.** Review of modern literature data on the features of the study of microscopic changes in human tissues in order to diagnose the time since death.

**Conclusion.** Based on the above, it is necessary to introduce into the practice of forensic and pathological services new promising methods and technologies for diagnosing the age of death, which would ensure its accurate definition, taking into account different types of death and adverse factors.

**Keywords:** postmortem interval, time since death, microscopy, diagnosis, autolysis, pathological anatomy, forensic medicine.

### **Відомості про автора:**

Сокол В.К. – кандидат медичних наук, доцент кафедри судової медицини, медичного правознавства ім. засл. проф. М.С. Бокаріуса Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна

### **Information about author:**

Sokol V.K. – Phd, Associate Professor of the Department of Forensic Medicine, Medical Law named after M. S. Bocarius of Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine