

## ВПЛИВ МЕХАНІЧНОЇ АСФІКСІЇ НА ТАНАТОГЕНЕЗ ПРИ ПОВІШЕННІ

А.М. Біляков <sup>1</sup>, О.Я. Ванчуляк <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

<sup>2</sup>Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

**Резюме.** Повішення, як вид механічної асфіксії, спричинює не лише асфіксію, а й чинить вплив на кровопостачання головного мозку та локально на тканини шії.

**Мета дослідження:** обґрунтування генезу смерті при повішенні.

**Матеріали та методи.** Огляд наукових публікацій, аналітичний.

**Результати дослідження.** В танатогенезі при повішенні розглядають низку складових, внесок яких є нез'ясованим. Порушення мозкового кровообігу при стисненні шії петлею відбувається значно раніше, аніж наслідки розвитку асфіксії, і тому функції головного мозку порушуються досить швидко. Нестача кисню в крові впливає також на функцію серця, оскільки воно потребує значних енергетичних ресурсів. Наявність ішемії в організмі спричинює некротичні ураження кардіоміоцитів, що проявляється як вторинний інфаркт міокарду з вивільненням в кров біохімічних маркерів серцевої ішемії.

**Висновки.** Стиснення шії петлею при повішенні залучає в танатогенез розлад кровопостачання, порушення обмінних процесів та нестачу кисню в головному мозку, призводячи до розладу його функцій та загибелі, в тому числі і від крововиливів в мозкову речовину та оболонки.

Розвиток асфіксії спричинює активацію симпатико-адреналової системи, що в сукупності призводить до асфіктично обумовленого (вторинного) інфаркту міокарду, додаючи до танатогенезу серцевий компонент.

**Ключові слова:** судово-медична експертиза, механічна асфіксія, повішення, танатогенез.

**Вступ.** Серед випадків насильницької смерті, яка підлягає судово-медичній експертизі, досить частою причиною смерті є механічна асфіксія, що спричинює порушення дихання, обумовленого перепоною у дихальних шляхах для надходження повітря з розвитком в організмі нестачі кисню та накопиченням вуглекислого газу. До странгуляційного виду механічної асфіксії відносять, зокрема, повішення, коли петля, що затягується від ваги власного тіла або його частини, не лише спричинює асфіксію, а й чинить вплив на кровопостачання головного мозку та локально на тканини шії.

**Мета дослідження:** проаналізувати літературні джерела для обґрунтування генезу смерті при механічній асфіксії внаслідок повішення.

**Матеріал та методи.** Системний огляд електронних баз даних медичних публікацій, аналітичний. Проведено електронний пошук літератури та критичну оцінку досліджень за період 2015-2024 р. Пошук інформації проводили з використанням Microsoft Bing та Google за такими ключовими словами: “mechanical asphyxia”, “hanging”, “brain damage in hanging” “hypoxic brain injury”, “biochemical markers of myocardial infarction”.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Досить частою причиною смерті є механічна асфіксія, серед випадків якої домінує повішення [1-3]. Під час перебігу механічної асфіксії відбувається порушення дихання, спричинене нестачею кисню та накопиченням вуглекислого газу. Статистично кількість повішень становить майже 64% серед насильницької смерті, залишаючись основним методом скоєння самогубств, кількість яких залежить від країни [4,5]. Випадки смерті внаслідок механічної асфіксії аналізують за щорічною динамікою, за сезонними, гендерними показниками, наявністю алкоголю, наркотиків як сприяючих факторів [6,7].

Повішення являє собою вид механічної асфіксії, при якому на шії особи петля зтягується від ваги власного тіла або його частини. Зтягування петлі спричинює тиск на анатомічні утворення шії в межах її проекції, зокрема, на вени шії, сонну артерію, гілки п. vagus. Можливість повного чи часткового перекриття дихальних шляхів зміщеним доверху коренем язика обумовлюється положенням петлі на шії. Навіть при атиповому повішенні, коли має місце часткове перекриття доступу повітря коренем язика, настає смерть, адже для стиснення судин шії та трахеї потрібна невелика маса. Зокрема, в експерименті показано, що для стиснення вен шії достатньо сили у 2 кг, сонна артерія потребує 5 кг та трахея – 15 кг [8].

Тобто наявність при повішенні сили тиснення, яка значно перевищує фізіологічний спротив тканин, обумовлює настання смерті як від стиснення судин шії, так і внаслідок блокади доступу повітря в дихальні шляхи. В танатогенезі при повішенні розглядають низку складових, до яких відносять перекриття дихальних шляхів, розвиток ішемії головного мозку та блокаду венозного відтоку крові від нього, компресію на каротидний синус, рефлекторну вагусну зупинку серця. [9, 10,]. Однак внесок кожної складової в генез не визначено, що вказує на нез'ясованість танатогенетичних механізмів, які призводять до настання смерті при повішенні. Можливі механізми настання смерті від повішення розглядають шляхом аналізу випадків із практики, під час наукових досліджень, а також в експерименті на тваринах [11]. Однак експериментальні дані є суперечливими, оскільки тварини більш стійкі до розвитку асфіктичного процесу, що було відмічено ще Brouardel у 1897 р. та показано у численних експериментах. Більш показовими щодо динаміки розвитку вмирання при повішенні є зафільмовані випадки самогубств, згідно з якими впродовж перших десятків секунд відбувається втрата свідомості, паралельно з чим з'являються конвульсії, м'язовий тонус зникає впродовж 1-2 хвилини, а окремі м'язові рухи тіла спостерігаються впродовж 1-7 хвилин перебування тіла у петлі. Зупинка серця настає через 4-6 хвилин розвитку асфіктичного процесу. Порушення мозкового кровообігу при повішенні відбувається значно раніше, ніж наслідки обтурації дихальних шляхів. Так, через перекриття кровообігу в сонній артерії у людей ушкодження головного мозку настає через 4 хв, в той час як існує можливість кровопостачання головного мозку через вертебральні артерії, але воно не є ефективним.

Головний мозок є високо киснево залежним органом, який використовує близько 20% наявного кисню в організмі людини. Його функції внаслідок зменшення кровопостачання та гіпоксії порушуються досить швидко. Якщо вміст кисню у повітрі становить 21%, то при його концентрації у крові 10-15% порушуються рухливі функції організму, при зменшенні кисню до 10 % втрачається свідомість, а при його вмісті у 8% настає смерть [12]. Крім того, експериментальні дані вказують, що за умов відсутності кисню у головному мозку не відбуваються метаболічні перетворення глюкози в енергетичний субстрат [13]. При цьому втрата свідомості може настати через 30-180 сек, після хвилинної відсутності кисню в мозковій тканині починається вмирання клітин мозку, а через 5 хвилин смерть настає миттєво. Клінічний аналіз випадків повішення дозволив з'ясувати, що наявність аноксичного ушкодження головного мозку у 8-36% постраждалих осіб [14].

Вплив обмінних порушень при повішенні на життєво важливі органи дозволив сформулювати поняття «мозкового штурму» [15], що виникає внаслідок біохімічних змін в організмі, в речовині головного мозку та в серці при асфіксії та призводить до їх ураження та смерті.

Нестача кисню у тканині головного мозку, безперечно, зумовлює енергетичні обмінні порушення [16]. При цьому під час розвитку асфіксії відбувається мозаїчна втрата мозковою тканиною вмісту глюкози, яка є високоенергетичним субстратом у різних його відділах. Біохімічні порушення в мозковій тканині під час розвитку асфіксії призводять до дисфункції нейронів головного мозку, що і проявляється швидкою появою клінічної симптоматики [2].

З'ясовано, що при асфіксії в лікворі, який віддзеркалює перебіг обмінних процесів у головному мозку, виникають значні біохімічні обмінні зміни, зокрема, у вмісті центральних моноамінів-нейромедіаторів – адреналіну, норадреналіну, дофаміну, серотоніну, вільних амінокислот, похідних арахідонової кислоти, катехоламінів [17]. При цьому досить показовим

є результат кристалографічного дослідження ліквору при повішенні, інтегральний кристалографічний малюнок якого відрізняється від випадків швидкоплинної серцевої смерті, яка також супроводжується появою загальноасфіктичних ознак [18].

На експериментальних моделях показано, що головною причиною зупинки дихання при повішенні є припинення мозкового кровообігу, а не обструкція дихальних шляхів. В генезі мозкових порушень при повішенні важливою складовою є також стиснення вен шиї, внаслідок чого не відбувається відтоку крові від головного мозку. Така обструкція призводить до підвищення тиску у венах головного мозку та виникнення субкортикальних та субарахноїдальних крововиливів, а також мультифокальних гематом, однак, їх поява є незначною [19,20].

Нестача кисню в крові впливає також на функцію серця, оскільки воно потребує значних енергетичних ресурсів. В процесі розвитку асфіксії серце зупиняється останнім через 4-6 хвилин внаслідок впливу гострої ішемії на його функції. У осіб, які пережили подію повішення, у 45% було клінічно виявлено зупинку серця [21].

Активация симпатико-адреналової системи при повішенні призводить до значної функціональної активності серця, під час якої потреби у кисні збільшуються майже у 9 разів порівняно з нормою [22]. У випадку поступового розвитку гіпоксичного процесу, наприклад, при ішемічній хворобі серця, коли наявний нормальний вміст кисню у крові, а порушується кровообіг у коронарних судинах, то міокардіоцити ушкоджуються через декілька годин внаслідок постійно наявної пролонгованої ішемії [23]. В той же час при гострій ішемії некротичні зміни виявляють вже через 20-40 хв після оклюзії серцевих судин [24]. Поява некротичних змін у серцевому м'язі проявляється як інфаркт міокарду. Скоріше за все такі некротичні зміни у міокардіоцитах при повішенні можливо розглядати як асфіктично обумовлений (вторинний) інфаркт міокарду, який спричинений як збільшеними потребами у кисні під час асфіксії в організмі, так і взагалі його відсутністю в крові. Тому ці ураження обумовлюють появу в крові біохімічних маркерів серцевої ішемії [25,26].

Відомо, що важливу роль при повішенні у виникненні ішемії та ушкодженні кардіоміоцитів серцевого м'язу чинять катехоламіни – адреналін та норадреналін [27]. Зміни у вмісті тропонінів, як маркерів ушкодження кардіоміоцитів, досліджені на судово-медичному матеріалі. Було доведено, що внаслідок ушкодження кардіоміоцитів, в тому числі і при механічній асфіксії через повішення, в крові та перикардальній рідині виявляють значно підвищені рівні тропонінів [28,29].

Таким чином, генез смерті при механічній асфіксії внаслідок повішення обумовлений впливом порушення кровопостачання та розвитком асфіктичного стану з ураженням, передусім, головного мозку та серцевого м'язу.

**Висновки.** Стиснення шиї петлею при повішенні залучає в танатогенез розлад кровопостачання, порушення обмінних процесів та нестачу кисню в головному мозку, призводячи до розладу його функцій та загибелі, в тому числі і від крововиливів в мозкову речовину та оболонки.

Розвиток асфіксії спричинює активацію симпатико-адреналової системи, що в сукупності призводить до асфіктично обумовленого (вторинного) інфаркту міокарду, додаючи до танатогенезу серцевий компонент.

### Література

1. Дзяк ЛА, Клигуненко ОМ, редактор. Механічна асфіксія. Дніпро: ЛІРА; 2019. 188 с.
2. Ormiston CK, Lawrence WR, Sulley S, Shiels MS, Haozous EA, Pichardo CM, et al. Trends in Adolescent Suicide by Method in the US, 1999-2020. JAMA Netw Open. 2024;7(3):e244427. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.4427>
3. Russo MC, Verzeletti A, Piras M, De Ferrari F. Hanging Deaths: A Retrospective Study Regarding 260 Cases. Am J Forensic Med Pathol. 2016;37(3):141-5. DOI: <https://doi.org/10.1097/paf.0000000000000239>

4. Варфоломеев ЄА, Плетенецька АО, Бондар СС. Гендерні та вікові особливості випадків механічної асфіксії через повішення. Вісник морської медицини. 2024;3:38-44. doi : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13911680>
5. Moftakhar L, Mirahmadizadeh A, Amiri S, Rezaei F, Azarbakhsh H. Epidemiology of Suicide by Hanging in Fars Province, Iran (2011-2019): A Population-based Cross-sectional Study. *J Prev Med Public Health*. 2023;56(3):264-71. DOI: <https://doi.org/10.3961/jpmph.22.519>
6. Bautista AM, Melo G, Denis P. Epidemiological behavior of mechanical asphyxias in the forensic medical service of the Veracruz-Boca del rio zone. *Rev Mex Med Forence*. 2019;4(1):36-42. DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v4i1.2608>
7. Lasota D, Pawlowski W, Krajewski P, Staniszewska A, Goniewicz K, Czerski R, et al. Alcohol Intoxication and Suicide by Hanging in Poland. *Alcohol Alcohol*. 2020;55(3):278-83. DOI: <https://doi.org/10.1093/alcalc/aga013>
8. DiMaio VJM, Molina DK. *DiMaio's Forensic Pathology*. 3rd Edition. CRC Press; 2021. 544p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429318764>
9. Karalius V, Porras N. Hanging Injuries [Internet]. 2021 [cited 2024 Sep 9]. Available from: <https://www.nuemblog.com/blog/hanging-injuriesv>
10. Lockyer B. Death by hanging: examination of autopsy findings and best approach to the post-mortem examination – an update. *Diagnostic Histopathology*. 2024;31(1):14-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mpdhp.2024.10.004>
11. Asirdizer M, Kartal E. Neck vascular lesions in hanging cases: A literature review. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2022;85:102284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2021.102284>
12. Milroy CM. Deaths from Environmental Hypoxia and Raised Carbon Dioxide. *Acad Forensic Pathol*. 2018;8(1):2-7. DOI: <https://doi.org/10.23907/2018.001>
13. SpinalCord.com Team. What You Need to Know About Brain Oxygen Deprivation. Florida: Spinal Cord, Inc; 2021 [cited 2024 Jul 2]. Available from: <https://www.spinalcord.com/blog/what-happens-after-a-lack-of-oxygen-to-the-brain>
14. Dorfman JD. Near Hanging: Evaluation and Management. *CHEST*. 2023;163(4):855-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.11.004>
15. Li D, Mabrouk OS, Liu T, Tian F, Xu G, Rengifo S, et al. Asphyxia-activated corticocardiac signaling accelerate onset of cardiac arrest. *Proc Natl Acad Sci*. 2015;112(16):E2073-E082. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1423936112>
16. Ma S, You S, Hao L, Zhang D, Quan L. Fatal mechanical asphyxia induces changes in energy utilization in the rat brain: An (18)F-FDG-PET study. *Leg Med*. 2015;17(4):239-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2015.02.002>
17. Damjanjuk I, Popovic V, Lukic V, Soldatovic I, Mihailovic Z, Atanasijevic T. Postmortem serotonin level in cerebrospinal fluid as a marker of the manner of death. *Vojnosanit Pregl*. 2020;77(1):29-34. DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP170221049D>
18. Михайличенко Б, Волобуєв О, Артеменко О. Об'єктивізація судово-медичного діагнозу в разі смерті від повішення. В: зб. мат-лів міжнар. наук.-практ. конф. з нагоди 100-річчя Національного наукового центру «Інститут судових експертиз ім. засл. проф. М. С. Бокаріуса» Актуальні питання судової експертизи і криміналістики. Харків; 2023. с.243-45.
19. Schwab N, Diaz L, Galtes I. Intracerebral and subarachnoid hemorrhage after suicidal “near-hanging”. *Int J Legal Med*. 2022;136(5):1359-62. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02832-y>
20. Oshida S, Yokosawa T, Araya S, Sato S, Suzuki T, Akamatsu Y, et al. Subarachnoid Hemorrhage Confirmed by Magnetic Resonance Imaging in a Patient with Brain Death owing to Hypoxic Encephalopathy Following Suicide by Hanging. *NMC Case Rep J*. 2024;11:61-7. DOI: <https://doi.org/10.2176/jns-nmc.2023-0275>
21. Dorfman JD. Near Hanging: Evaluation and Management. *CHEST*. 2023;163(4):855-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.11.004>



22. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 Jul 4; cited 2024 Sep 1]. Boyette LC, Manna B. Physiology, Myocardial Oxygen Demand. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499897/>
23. Mythili S, Malathi N. Diagnostic markers of acute myocardial infarction. *Biomed Rep.* 2015;3(6):743-8. DOI: <https://doi.org/10.3892/br.2015.500>
24. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 Aug 8; cited 2024 Sep 1]. Ojha N, Dhmoon AS. Myocardial Infarction Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537076/>
25. Savic-Radojevic A, Pljesa-Ercegovac M, Matic M, Simic D, Radovanovic S, Simic T. Novel Biomarkers of Heart Failure. *Adv Clin Chem.* 2017;79:93-152. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2016.09.002>
26. Mair J, Lindahl B, Hammarsten O, Muller C, Giannitsis E, Huber K, et al. How is cardiac troponin released from injured myocardium? *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2018;7(6):553-60. DOI: <https://doi.org/10.1177/2048872617748553>
27. Біляков АМ, Франчук ВВ, Сокол ВК. Значення катехоламінових уражень міокарду в генезі смерті від механічної асфіксії внаслідок повішення. *Вісник морської медицини.* 2024;2:50-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12687904>
28. Cao Z, Zhao M, Xu C, Zhang T, Jia Y, Wang T, et al. Diagnostic Roles of Postmortem cTn I and cTn T in Cardiac Death with Special Regard to Myocardial Infarction: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Int J Mol Sci.* 2019;20(13):3351. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20133351>
29. Волобуєв ОЄ, Михайличенко БВ. Тропонін І в перикардіальній рідині як біомаркер асфіктичного процесу при смерті від механічної асфіксії. *Вісник морської медицини.* 2024;3:96-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13889230>

### Reference

1. Dziak LA, Klyhunencko OM, redaktor. *Mekhanichna asfiksia [Mechanical asphyxia]*. Dnipro: LIRA; 2019. 188 s. (in Ukrainian)
2. Ormiston CK, Lawrence WR, Sulley S, Shiels MS, Haozous EA, Pichardo CM, et al. Trends in Adolescent Suicide by Method in the US, 1999-2020. *JAMA Netw Open.* 2024;7(3):e244427. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.4427>
3. Russo MC, Verzeletti A, Piras M, De Ferrari F. Hanging Deaths: A Retrospective Study Regarding 260 Cases. *Am J Forensic Med Pathol.* 2016;37(3):141-5. DOI: <https://doi.org/10.1097/paf.0000000000000239>
4. Varfolomeiev YeA, Pletenets'ka AO, Bondar SS. Henderni ta vikovi osoblyvosti vypadkiv mekhanichnoi asfiksii cherez povishennia. *Visnyk mors'koi medytsyny [Gender and age characteristics of cases of mechanical asphyxia due to hanging]*. *Journal of marine medicine.* 2024;3:38-44. doi : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13911680> (in Ukrainian)
5. Moftakhar L, Mirahmadizadeh A, Amiri S, Rezaei F, Azarbakhsh H. Epidemiology of Suicide by Hanging in Fars Province, Iran (2011-2019): A Population-based Cross-sectional Study. *J Prev Med Public Health.* 2023;56(3):264-71. DOI: <https://doi.org/10.3961/jpmph.22.519>
6. Bautista AM, Melo G, Denis P. Epidemiological behavior of mechanical asphyxias in the forensic medical service of the Veracruz-Boca del rio zone. *Rev Mex Med Forence.* 2019;4(1):36-42. DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v4i1.2608>
7. Lasota D, Pawlowski W, Krajewski P, Staniszewska A, Goniewicz K, Czerski R, et al. Alcohol Intoxication and Suicide by Hanging in Poland. *Alcohol Alcohol.* 2020;55(3):278-83. DOI: <https://doi.org/10.1093/alcalc/aga013>
8. DiMaio VJM, Molina DK. *DiMaio's Forensic Pathology*. 3rd Edition. CRC Press; 2021. 544p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429318764>
9. Karalius V, Porras N. Hanging Injuries [Internet]. 2021 [cited 2024 Sep 9]. Available from: <https://www.nuemblog.com/blog/hanging-injuriesv>

10. Lockyer B. Death by hanging: examination of autopsy findings and best approach to the post-mortem examination – an update. *Diagnostic Histopathology*. 2024;31(1):14-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mpdhp.2024.10.004>
11. Asirdizer M, Kartal E. Neck vascular lesions in hanging cases: A literature review. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2022;85:102284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2021.102284>
12. Milroy CM. Deaths from Environmental Hypoxia and Raised Carbon Dioxide. *Acad Forensic Pathol*. 2018;8(1):2-7. DOI: <https://doi.org/10.23907/2018.001>
13. SpinalCord.com Team. What You Need to Know About Brain Oxygen Deprivation. Florida: Spinal Cord, Inc; 2021 [cited 2024 Jul 2]. Available from: <https://www.spinalcord.com/blog/what-happens-after-a-lack-of-oxygen-to-the-brain>
14. Dorfman JD. Near Hanging: Evaluation and Management. *CHEST*. 2023;163(4):855-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.11.004>
15. Li D, Mabrouk OS, Liu T, Tian F, Xu G, Rengifo S, et al. Asphyxia-activated corticocardiac signaling accelerate onset of cardiac arrest. *Proc Natl Acad Sci*. 2015;112(16):E2073-E082. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1423936112>
16. Ma S, You S, Hao L, Zhang D, Quan L. Fatal mechanical asphyxia induces changes in energy utilization in the rat brain: An (18)F-FDG-PET study. *Leg Med*. 2015;17(4):239-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2015.02.002>
17. Damjanjuk I, Popovic V, Lukic V, Soldatovic I, Mihailovic Z, Atanasijevic T. Postmortem serotonin level in cerebrospinal fluid as a marker of the manner of death. *Vojnosanit Pregl*. 2020;77(1):29-34. DOI: <https://doi.org/10.2298/VSP170221049D>
18. Mykhailychenko B, Volobuiev O, Artemenko O. Ob'iektyvizatsiia sudovo-medychnoho diahnozu v razi smerti vid povishennia [Objectification of forensic medical diagnosis in case of death by hanging]. V: zb. mat-liv mizhnar. nauk.-prakt. konf. z nahody 100-richchia Natsional'noho naukovohto tsentru «Instytut sudovykh ekspertyz im. zasl. prof. M. S. Bokariusia» Aktual'ni pytannia sudovoi ekspertyzy i kryminalistyky. Kharkiv; 2023. c.243-45. (in Ukrainian)
19. Schwab N, Diaz L, Galtes I. Intracerebral and subarachnoid hemorrhage after suicidal “near-hanging”. *Int J Legal Med*. 2022;136(5):1359-62. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02832-y>
20. Oshida S, Yokosawa T, Araya S, Sato S, Suzuki T, Akamatsu Y, et al. Subarachnoid Hemorrhage Confirmed by Magnetic Resonance Imaging in a Patient with Brain Death owing to Hypoxic Encephalopathy Following Suicide by Hanging. *NMC Case Rep J*. 2024;11:61-7. DOI: <https://doi.org/10.2176/jns-nmc.2023-0275>
21. Dorfman JD. Near Hanging: Evaluation and Management. *CHEST*. 2023;163(4):855-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.11.004>
22. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 Jul 4; cited 2024 Sep 1]. Boyette LC, Manna B. Physiology, Myocardial Oxygen Demand. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499897/>
23. Mythili S, Malathi N. Diagnostic markers of acute myocardial infarction. *Biomed Rep*. 2015;3(6):743-8. DOI: <https://doi.org/10.3892/br.2015.500>
24. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 Aug 8; cited 2024 Sep 1]. Ojha N, Dhmoon AS. Myocardial Infarction Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537076/>
25. Savic-Radojevic A, Pljesa-Ercegovac M, Matic M, Simic D, Radovanovic S, Simic T. Novel Biomarkers of Heart Failure. *Adv Clin Chem*. 2017;79:93-152. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2016.09.002>
26. Mair J, Lindahl B, Hammarsten O, Muller C, Giannitsis E, Huber K, et al. How is cardiac troponin released from injured myocardium? *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2018;7(6):553-60. DOI: <https://doi.org/10.1177/2048872617748553>

27. Biliakov AM, Franchuk VV, Sokol VK. Znachennia katekholaminovykh urazhen' miokardu v henezi smerti vid mekhanichnoi asfiksii vnaslidok povishennia [The significance of catecholamines lesion to the myocardium in the genesis of death from mechanical asphyxia due to hanging]. *Visnyk mors'koi medytsyny*. 2024;2:50-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12687904> (in Ukrainian)
28. Cao Z, Zhao M, Xu C, Zhang T, Jia Y, Wang T, et al. Diagnostic Roles of Postmortem cTn I and cTn T in Cardiac Death with Special Regard to Myocardial Infarction: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Int J Mol Sci*. 2019;20(13):3351. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20133351>
29. Volobuiev OIe, Mykhailychenko BV. Troponin I v perykardial'nii ridyni yak biomarker asfiktychnoho protsesu pry smerti vid mekhanichnoi asfiksii [Troponin I in pericardial fluid as a biomarker of the asphyxial process in death from mechanical asphyxia]. *Visnyk mors'koi medytsyny*. 2024;3:96-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13889230> (in Ukrainian)

## THE INFLUENCE OF MECHANICAL ASPHYXIA ON THANATOGENESIS DURING HANGING

A.M. Biliakov<sup>1</sup>, O.Ya. Vanchuliak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bohomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine,

<sup>2</sup>Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

**Summary.** Hanging as a type of mechanical asphyxia causes not only asphyxia but also affects the blood supply to the brain and locally on the tissues of the neck.

**Aim of work:** to substantiate the genesis of death due to hanging.

**Material and methods:** review of scientific publications, analytical.

**Results.** In thanatogenesis by hanging, a number of components are considered, the contribution of each is unclear. Cerebral circulation disorders when the neck is compressed by a loop occur much earlier than the consequences of the development of asphyxia, and therefore brain functions are disrupted quite quickly. Lack of oxygen in the blood also affects the function of the heart, since it requires significant energy sources. The presence of ischemia in the body causes necrotic lesions of cardiomyocytes, which manifests itself as a secondary myocardial infarction with the release of biochemical markers of cardiac ischemia into the blood.

**Conclusions.** Compression of the neck with a loop during hanging involves in thanatogenesis a disorder of blood supply, metabolic disorder and lack of oxygen in the brain, leading to a disorder of its functions and death, including from hemorrhages into the brain substance and membranes. The development of asphyxia causes the activation of the sympatho-adrenal system, which in total leads to asphyxiation-induced (secondary) myocardial infarction, adding a cardiac component to thanatogenesis.

**Key words:** forensic medical expertise, mechanical asphyxia, hanging, thanatogenesis.

### Відомості про авторів

**Біляков А. М.** – доктор медичних наук, професор, професор кафедри судової медицини та медичного права Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна, e-mail: [venik316@gmail.com](mailto:venik316@gmail.com), ORCID: 0000-0003-0660-9872

**Ванчуляк О. Я.** - доктор медичних наук, професор, професор кафедри судової медицини та медичного права Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна, e-mail: [vanchuliak.oleh@bsmu.edu.ua](mailto:vanchuliak.oleh@bsmu.edu.ua), ORCID: 0000-0003-0243-1894.

### Information about authors:

**Bilyakov A. M.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Forensic Medicine and Medical Law, Bohomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine, e-mail: [venik316@gmail.com](mailto:venik316@gmail.com), ORCID: 0000-0003-0660-9872.

**Vanchuliak O. Ya.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Forensic Medicine and Medical Law, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine, e-mail: [vanchuliak.oleh@bsmu.edu.ua](mailto:vanchuliak.oleh@bsmu.edu.ua), ORCID: 0000-0003-0243-1894.