

DOI 10.29254/2077-4214-2026-3-182-168-174

УДК 340.6:615.91:613.84

¹Бабкіна О. П., ^{1,2}Мішалов В. Д., ¹Зосіменко В. В., ¹Михайленко О. В.**АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА КРИТИЧНИХ НАСЛІДКІВ ДЛЯ ЖИТТЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ВІД ВЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ І ТЮТЮНУ (СУМІШЕЙ) ДЛЯ КАЛЬЯНУ**¹ДУ «Інститут судової психіатрії та судової медицини МОЗ України» (м. Київ, Україна)²Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика (м. Київ, Україна)

volodymyr.d.mishalov@gmail.com

Поширення вейпінгу та кальянокуріння серед молоді сформувало масштабну соціомедичну кризу, що зумовлює потребу в комплексному дослідженні та пошуку шляхів її розв'язання. Досліджували зразки одноразових електронних сигарет і тютюну (сумішей) для кальяну. Кількісний вміст нікотину в рідинах більшості досліджуваних об'єктів перевищував допустиму ДСТУ 9128:2021 норму 20 мг/мл, а в 57,5% об'єм нікотиномісткої рідини сягав 30 мл при нормі 2 мл. Це, у сукупності з виявленими в їх складі та в тютюні (сумішах) для кальяну пропіленгліколю, гліцерину, нікотину, спиртів та ароматичних речовин, за умов їх термічного нагрівання та інгаляційного вдихання, становить реальну, пряму та безпосередню небезпеку для життя та здоров'я людини. А саме: пропіленгліколь та гліцерин утворюють під час термічної деградації (нагрівання) високотоксичні та канцерогенні альдегіди (формальдегід, ацетальдегід, акролеїн), здатні викликати незворотні ураження легеневої тканини (зокрема, облітеруючий бронхіоліт або «Попкорнову хворобу») та збільшують ризик онкологічних захворювань органів дихання; надлишковий нікотин викликає гостру системну токсичність, кардіоваскулярні патології, а у високих дозах становить загрозу гострого отруєння з ризиком для життя; спирти та ароматичні речовини – за умови їх інгаляційного введення шляхом випаровування чи горіння, мають виражену цитотоксичну, подразнюючу та алергенну дію на слизові оболонки та глибокі дихальні шляхи; нагрівальні спіралі електронних сигарет виділяють у пару нікель, свинець, хром і кадмій, які з часом накопичуються в нирках та печінці, є джерелом впливу токсичних металів на організм людини і створюють ризики для онкологічних захворювань.

Ключові слова: судова медицина, тютюн, суміші для кальяну, електронні сигарети, нікотин, загроза здоров'ю і життю.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи кафедри клінічної патології та судової медицини Національного університету охорони здоров'я імені П.Л. Шупика «Наукове обґрунтування сучасної патоморфологічної діагностики та встановлення клініко-морфологічних відповідностей при різних захворюваннях» (номер державної реєстрації 0116U007906).

Вступ.

Сьогодні традиційне тютюнопаління, руйнівна дія нікотину та агресивна експансія електронних сигарет серед молоді переросли у глобальну соціомедичну проблему. Попри загальну обізнаність про ризики, багато людей досі недооцінюють масштаби руйнівного впливу нікотину та токсичних речовин на внутрішні органи, а отже – й для власного здоров'я. Це вже не просто шкідлива звичка, а глобальний виклик для людства, який тихо знищує здоров'я майбутніх поколінь, оскільки тютюнова індустрія змінила обгортку, але не свою суть [1–3]. Класичні сигарети, токсичний нікотин та масове, майже епідемічне захоплення електронними сигаретами (вейпами) й системами нагрівання тютюну (СНТ) серед підлітків стали однією з найгостріших проблем сучасності, пасткою, у яку людство потрапляє знову і знову [1–4].

За даними опитування, що провели Громадська організація «Життя» разом з дослідниками Київського міжнародного інституту соціології – рівень куріння в Україні залишається стабільним. Тютюнову чи нікотинову залежність мають 30% громадян, серед яких

43% становлять чоловіки та 20% – жінки [5]. Попри загальну стабільність, аналітики фіксують тривожне зростання попиту на нікотин серед жіночого населення У структурі щоденного споживання досі лідирують класичні сигарети (79%), тоді як частка систем нагрівання тютюну (такі як «IQOS», «Glo») становить 18%, а електронних сигарет – 14%. Водночас спостерігається чіткий демографічний поділ: понад 70% молоді (18–29 років) обирають альтернативні продукти, де використання СНТ сягає 37%, а електронних сигарет – 36%. При цьому, жінки значно частіше за чоловіків віддають перевагу СНТ (27% проти 13%) та вейпам (25% проти 11%) [5].

Центр Громадського здоров'я МОЗ України стверджує, що серед підлітків 13–15 років є 40% які хоча б раз вживали електронні сигарети, а близько 20% є теперішніми споживачами [6]. Половина опитаних осіб віком 15-16 років мали досвід куріння електронних сигарет, а кожен п'ятий (19%) вживав їх упродовж останніх 30 днів [6, 7]. Про широке розповсюдження електронних сигарет в різних країнах світу також свідчать чисельні наукові медичні огляди та клінічні дослідження [8–14], у тому числі й стосовно підлітків і осіб молодого віку [4, 15].

Незважаючи на численні інформаційні повідомлення, актуальним залишається встановлення безпеки для здоров'я та життя громадян України електронних сигарет – як зі стандартним вмістом компонентів, так і з перевищенням в них нормативних показників об'єму рідини та концентрації нікотину, а також тютюну (сумішей) для кальяну, що мають місце у широкому продажу.

Мета дослідження.

Визначити можливі ризики та критичні наслідки для життя та здоров'я людини від використання електронних сигарет – як зі стандартним вмістом компонентів, так і з перевищенням в них нормативних показників об'єму рідини та концентрації нікотину, а також тютюну (сумішей) для кальяну.

Об'єкт і методи дослідження.

Для об'єктивного аналізу проблеми та оцінки масштабів її поширення було використано комплекс офіційних та авторитетних інтернет-ресурсів, серед яких: глобальні доповіді, звіти та інформаційні бюлетені Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щодо тютюнової епідемії та систем нагрівання тютюну [1–3], статистичні дані соціологічних опитувань і моніторингу вживання нікотинових виробів в Україні, а також експертні роз'яснення Центру громадського здоров'я МОЗ України щодо негативного впливу вейпінгу на організм людини [5–7]. Матеріалом дослідження слугували 28 архівних «Висновків експерта» Центру судових експертиз ДУ «Інститут судової психіатрії та судової медицини МОЗ України». Вони містили відомості про 160 зразків одноразових електронних сигарет, а також 78 зразків тютюну (тютюнових сумішей) для кальяну. Судово-медичні дослідження проводились за загальновідомими методами і методиками у відповідності до чинного законодавства [16] та вимог, викладених у Наказі МОЗ України «Про розвиток та вдосконалення судово-медичної служби України» від 17.01.1995 р. №6 [17]. Для якісного аналізу вмісту в досліджуваних зразках пропіленгліколю, гліцерину, нікотину, спиртів та ароматичних речовин і встановлення кількісного вмісту нікотину був використаний метод газової хроматографії згідно з ДСТУ 9128:2021 «Рідини, що використовують в електронних сигаретах. Загально технічні умови» [18]. Кількісні показники були оброблені стандартними методами варіаційної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення.

Електронна сигарета – виріб, який може бути використаний для споживання (вдихання) аерозолів (парів), що утворюються внаслідок нагрівання компонентами такого виробу рідин, що містять або не містять нікотин. Електронні сигарети можуть бути одноразовими або багаторазовими [19]. *Рідина для електронних сигарет* – рідка суміш хімічних речовин, що містить або не містить нікотин, призначена для споживання шляхом вдихання аерозолу, утвореного внаслідок її нагрівання. Рідини, що використовуються в електронних сигаретах, вводяться в обіг тільки у спеціальних заправних контейнерах, об'єм яких не перевищує 10 мілілітрів, в одноразових електронних сигаретах або одноразових картриджах, які мають об'єм не більше 2 мілілітрів [18].

Кальян, згідно з юридичною та технічною практикою – це пристрій для куріння, в якому тютюновий дим або аерозоль перед потраплянням до ротової порожнини курця проходить через шар води або іншої рідини (охолоджується та фільтрується ковпаком/колбою). *Тютюн для кальяну* – тютюновий виріб, призначений для куріння виключно з використанням кальяну, який складається з суміші різаного або подрібненого тютюну з додаванням гліцерину, ароматизаторів, патоки або цукру.

За результатами **кількісного** аналізу 28 «Висновків експерта» встановлено, що із 160 відібраних для експертизи зразків електронних сигарет переважна більшість не відповідала вимогам ДСТУ 9128:2021 [18] та Закону України № 2899-IV «Про заходи щодо попередження та зменшення вживання тютюнових виробів і їх впливу на здоров'я населення». Зокрема, у 68 зразках об'єму рідини в одноразових електронних сигаретах (одноразових картриджах) концентрація нікотину становила 50 мг/мл, перевищуючи допустиму норму 20 мг/мл. Тоді як в 92 зразках мало місце перевищення допустимого об'єму нікотиномісткої рідини, сягаючи 30 мл при нормі 2 мл (**таблиця**).

У складі виробів тютюну (сумішей) для куріння кальяну виявлено суміш рослинного походження: тютюн справжній – *Nicotiana tabacum* L. (рід тютюн – *Nicotiana* L.), замітники тютюну – подрібнені частки листових пластинок та жилок рослин родини Чайні (*Theaceae*), пасльонових (*Solanaceae* L.), ароматизатори, а також інші речовини. Слід зазначити, що на сьогодні у вітчизняному інформаційному просторі спостерігається дефіцит чинних нормативно-правових актів і національних стандартів, які б чітко регламентували технічні умови та критерії оцінки якості тютюну для куріння кальяну.

Якісний аналіз 160 досліджуваних взірців рідин до електронних сигарет і 78 взірців тютюну (сумішей) для кальяну за часом утримання та мас-спектрами газової хроматографії дозволив ідентифікувати у складі досліджуваних екстрактів пропіленгліколь, гліцерин, нікотин, спирти та ароматичні речовини. Виходячи з «Роз'яснення Міністерства охорони здоров'я України про вейпи та е-сигарети» [20], інформації від Центру Громадського здоров'я МОЗ України [21] та повідомленнях ВООЗ [1–3] – при термічному розпаді пропіленгліколю, гліцерину, ароматизаторів, спиртів та нікотину, що є компонентами кальянного тютюну і рідини для електронних сигарет (вейпів) виникають різні патології.

Нікотин, незалежно від його походження (рослинного чи синтетичного), є потужною психоактивною речовиною, яка викликає швидке формування залежності. Він виявляє чітко виражену: а) *кардіотоксичну дію* – провокує хронічний спазм артерій та стрімке підвищення артеріального тиску, а також пошкоджує ендотелій судин, що суттєво збільшує ризик розвитку інфаркту міокарда та інсульту [22] та б) *нейротоксичну дію* – викликає хронічну тривожність, знижує когнітивні функції та здатність до концентрації уваги. Особливо небезпечним цей вплив є для підлітків, оскільки нікотин блокує належний розвиток префронтальної кори головного мозку [4].

Довготривале вживання вейпів викликає *опік дихальних шляхів*, оскільки дрібнодисперсний аерозоль (пара) від електронних сигарет глибоко проникає в альвеоли, викликаючи хімічний мікроопік легеневої тканини [23–25]. Сприяє розвитку гострого ураження легень по типу *синдрому EVALI*, головним винуватцем спалаху якого визнано вітамін Е ацетат (*Vitamin E acetate*) [26]. Його часто використовували як дешеву масляну добавку-загусник у рідинах для вейпів. Потрапляючи в легені у вигляді гарячого аерозолу, олія охолоджується і покриває альвеоли липкою плівкою, руйнуючи сурфактант, який утримує легені відкритими під час дихання. Організм сприймає олію як чу-

Таблиця – Показники концентрації нікотину, об'єму рідини та частоти перевищення встановлених норм ДСТУ 9128:2021 в одноразових електронних сигаретах або картриджах одноразового використання

Показник	Мінімальне значення	Максимальне значення	Норма (ДСТУ 9128:2021)
Кількість зразків із перевищенням концентрації 20 мг/мл нікотину	–	68	–
Кількість зразків із перевищенням допустимого об'єму рідини 2 мл в одноразових електронних сигаретах (одноразових картриджах)	–	92	–
Концентрація нікотину в нікотиномісткій рідині мг/мл	18	50	20
Об'єм нікотиномісткої рідини в порційному пакуванні (електронних сигаретах одноразового використання або картриджах одноразового використання) мл	5	30	2

жорідне тіло, викликаючи потужну імунну відповідь мобілізуючи макрофаги та запускаючи гостре неінфекційне запалення [26]. Окрім цього, синергетична дія нагрітих компонентів: пропіленгліколю, гліцерину, нікотину, спиртів та ароматизаторів викликає *хронічні ушкодження легень* [24, 25].

При перегріві *пропіленгліколю та гліцерину* виділяються формальдегід і ацетальдегід, які негативно впливають на центральну нервову систему, сприяють зміні функцій мозку, що може призводити до погіршення пам'яті, здатності до навчання, різких змін настрою тощо, вони здатні викликати ушкодження клітин у багатьох тканинах, а ацетальдегід може спричинити серйозні зміни тканини легень [27–30]. Отже, пропіленгліколь та гліцерин є *канцерогенами*, що збільшують ризики та підвищують ймовірність онкологічних захворювань.

Ароматичні речовини, що розроблені переважно для використання в харчовій промисловості, стають вкрай токсичними для організму при нагріванні та інгаляції (вдихуванні), зокрема діацетил (хімічний ароматизатор з яскравим смаком вершкового масла) викликає *«Попкорнову хворобу» (облітеруючий бронхіоліт)*, в основі якої лежить хронічне рубцювання дихальних шляхів і є невиліковною патологією [20, 31].

Через велику кількість солодких ароматизаторів може розвинути *карієс*, а вплив гарячих парів аерозолу веде до запалення ясен (*пародонтоз*) [20, 32–36].

Головний негатив *бензойної кислоти* в електронних сигаретах полягає в тому, що вона маскує природну гіркоту нікотину, полегшує його глибоке вдихання та прискорює розвиток сильної нікотинової залежності, а за умов високих температур нагрівального елемента здатна розкладатися з утворенням бензолу – небезпечного канцерогену.

Слід зазначити про накопичення *важких металів*: нагрівальні спіралі електронних сигарет виділяють у пару нікель, свинець, хром і кадмій, які з часом накопичуються в нирках та печінці, є джерелом впливу токсичних металів на організм людини і створюють ризики для онкологічних захворювань [20, 37]. Дослідження *BMJ/Tobacco Control* [38] виявило пряму кореляцію: у підлітків, які часто курять солодкі вейпи, рівень свинцю в сечі на 30% вищий, а рівень урану – у два рази вищий, ніж у тих, хто курить рідко чи взагалі не користується вейпами.

Виявлене *перевищення допустимих концентрацій нікотину* (понад 20 мг/мл) та об'єму рідин (понад 5 мл) в електронних сигаретах не відповідає вимогам ДСТУ 9128:2021 «Рідини для електронних сигарет.

Технічні умови» [18] і Закону України № 2899-IV «Про заходи щодо попередження та зменшення вживання тютюнових виробів і їх впливу на здоров'я населення» [19]. Це створює пряму загрозу розвитку гострого отруєння ніотином та гострих кардіоваскулярних розладів. Збільшення об'єму рідини, з одного боку, супроводжується вимушеним додаванням надмірних (токсичних) доз ароматичних речовин для маскування гіркоти нікотину, що корелює з ризиком розвитку *облітеруючого бронхіоліту («Попкорнової хвороби легень»)*. З другого боку, тривала експлуатація нагрівального елемента (спіралі або сітки) за великого об'єму рідини призводить до її мікрокорозії, внаслідок чого в аерозоль вимиваються іони важких металів (нікелю, хрому, кадмію, свинцю). Їхнє кумулятивне накопичення в легеневої тканині викликає хронічний *«металооз» легень*, тривале фіброзне запалення та запускає процеси онкогенезу [37].

Перевищення допустимих концентрацій сольового нікотину в електронних сигаретах та продукти термічного розпаду ароматизаторів і спиртів негативно впливають на репродуктивну систему як у чоловіків, так і у жінок. У чоловіків: 1) високі дози нікотину пригнічують сперматогенез, знижуючи загальну кількість сперматозоїдів та їхню рухливість; 2) окиснювальний стрес, викликаний аерозолем та іонами важких металів (нікель, хром і інш.), пошкоджує генетичний матеріал сперматозоїдів, що підвищує ризик безпліддя або вад розвитку у плода [38–40]. У жінок має місце: а) пригнічення оогенезу: токсини аерозолу пошкоджують фолікулярний апарат яєчників, прискорюючи апоптоз (загибель) яйцеклітин та наближаючи ранній клімакс, б) фетоплацентарна недостатність: нікотин легко проникає через плацентарний бар'єр, викликаючи спазм судин пуповини. Це призводить до хронічної гіпоксії плода, затримки його внутрішньоутробного розвитку та ризику викиднів чи передчасних пологів [38–41].

Окремо до нашого повідомлення, вважаємо за доцільне надати інформацію про негативний вплив на здоров'я вживання систем нагрівання тютюну (СНТ) таких як «IQOS», «lil SOLID» або «Glo». Хоча виробники наголошують на відсутності процесу горіння тютюну, деякі незалежні дослідження [42, 43] демонструють виражену токсичність аерозолу, що утворюється при курінні СНТ. А саме:

а) *серцево-судинна система*: протягом перших хвилин після використання СНТ фіксується підвищення артеріального тиску, спазм судин, зростання частоти серцевих скорочень. Це веде до раннього розвитку атеросклерозу та ішемічної хвороби серця;

б) *респіраторна система*: вдихання нагрітого пропіленгліколю, який випаровується у готовому вигляді, оскільки його заздалегідь додають до тютюну як пластифікатор та зволожувач, а також гліцерину та хімічних ароматизаторів – пошкоджує альвеолярні макрофаги. Доведено ризик розвитку гострої еозинофільної пневмонії, загострення хронічного обструктивного захворювання легень та бронхіальної астми [42, 43].

в) *нікотинова залежність*: концентрація нікотину в аерозолі СНТ повністю еквівалентна або навіть перевищує рівень у звичайних сигаретах, що швидко формує стійку нейрогуморальну залежність.

Нарешті, декілька слів про негативний вплив та приховану шкоду кальяну. Міф про те, що вода «фільтрує» дим, повністю спростований медичною спільнотою, оскільки кальянний дим є вкрай небезпечною сумішшю із токсинів [44–48]:

а) *чадний газ (CO) та гіпоксія*: через тління вугілля курець кальяну вдихає колосальні об'єми монооксиду вуглецю (у 9 разів більше, ніж від однієї сигарети). Це призводить до утворення карбоксигемоглобіну, викликає хронічне кисневе голодування (гіпоксію) тканин, мігрень та перевантаження міокарда [44];

б) *токсичне та канцерогенне навантаження*: за один сеанс (близько 45-60 хвилин) людина вдихає від 50 до 90 літрів диму (проти 0,5-0,6 літра від однієї сигарети). За даними ВООЗ, це еквівалентно за обсягом ~100 викуреним сигаретам. Дим насичений важкими металами (свинець, берилій, миш'як), поліциклічними ароматичними вуглеводнями (наприклад, бензопірен) та формальдегідом [45, 46, 47].

в) *глибоке ураження легень*: Через те, що дим кальяну охолоджений вологим середовищем, курці роблять значно глибші затяжки. Токсини та дрібнодисперсні частинки проникають у найглибші відділи дихальних шляхів (нижні долі легень), викликаючи деструкцію альвеол [48].

г) *епідеміологічні ризики*: оскільки трубки, шланги та колби кальянів у громадських закладах можуть не проходити повноцінної медичної стерилізації, вони стають ідеальним резервуаром для бактерій та вірусів. Доведено передачу через кальян туберкульозу, вірусів герпесу, грипу та гепатиту А [6, 7].

Висновки.

1. Дослідження електронних сигарет одноразового використання виявило, що у значній частині випадків концентрація нікотину становила 50 мг/мл, перевищуючи допустиму норму 20 мг/мл. Тоді як у 57,5% зразків мало місце перевищення допустимого об'єму нікотиномісткої рідини, сягаючи 30 мл при нормі 2 мл. Якісний аналіз зразків рідин для електронних сигарет та тютюну (сумішей) для кальяну за часом утримування та мас-спектрами дозволив встановити пропіленгліколь, гліцерин, нікотин, спирти, бензойну кислоту та ароматичні речовини.

2. Використання електронних сигарет, а також тютюну (сумішей) для кальяну при перевищенні допустимих ДСТУ 9128:2021 норм нікотину та об'єму рідин в електронних сигаретах, що у сукупності з виявленими в них пропіленгліколем, гліцерином, нікотинном, спиртами, бензоною кислотою та ароматичними речовинами - за умов їх цільового використання (термічного нагрівання та інгаляційного вдихання), становлять реальну, пряму та безпосередню небезпеку для життя та здоров'я людини.

3. Пропіленгліколь та гліцерин утворюють під час термічної деградації (нагрівання) високотоксичні та канцерогенні альдегіди (формальдегід, ацетальдегід, акролеїн), здатні викликати незворотні ураження легеневої тканини (зокрема, облітеруючий бронхіоліт або «Попкорнову хворобу») та збільшують ризик онкологічних захворювань органів дихання; надлишковий нікотин викликає гостру системну токсичність, кардіоваскулярні патології, а у високих дозах становить загрозу гострого отруєння з ризиком для життя; спирти та ароматичні речовини - за умови їх інгаляційного введення шляхом випаровування чи горіння, мають виражену цитотоксичну, подразнюючу та алергенну дію на слизові оболонки та глибокі дихальні шляхи; нагрівальні спіралі електронних сигарет виділяють у пару нікель, свинець, хром і кадмій, які з часом накопичуються в нирках та печінці і є джерелом впливу токсичних металів на організм людини створюють ризики для онкологічних захворювань.

Перспективи подальших досліджень.

У подальших дослідженнях актуальним є визначення основних чинників та механізмів, які лежать в основі негативного впливу життя та здоров'я людини електронних сигарет і тютюну (сумішей) для кальяну.

Література

1. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic, 2025: warning about the dangers of tobacco. Geneva: World Health Organization; 2025.
2. Campaign for Tobacco-Free Kids. Heated tobacco products: evidence and health harms. Washington, D.C.: tfk.org; 2023. 6 p. Available from: <https://center-life.org/wp-content/uploads/2024/01/Heated-Tobacco-Products.-Evidence-and-Health-Harms.pdf>
3. World Health Organization. Heated tobacco products: a brief. 2025: warning about the dangers of tobacco. Geneva: World Health Organization; 2025.
4. Znyk M, Kaleta D. The Health Effects of Heated Tobacco Product Use - A Narrative Review. Healthcare (Basel). 2025;13(16):2042. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare13162042>
5. Kyiv International Institute of Sociology. Results of a survey on the use of tobacco and nicotine products in Ukraine. Kyiv: KIIS; 2023. Available from: <https://www.kiis.com.ua/?lang=ukr&cat=reports&id=1386&page=1>
6. Center for Public Health of the Ministry of Health of Ukraine. The negative impact of vapes and tobacco heating systems on health. Kyiv: CPH; 2024.
7. Ministry of Health of Ukraine. Global Youth Survey on Tobacco Use. Key Facts. Ukraine, 2017. Kyiv: Center for Life; 2017. Available from: <https://center-life.org/wp-content/uploads/2019/03/2.pdf>
8. Farsalinos KE, Yannovits N, Sarri T, Voudris V, Poulas K. Nicotine Delivery to the Aerosol of a Heat-Not-Burn Tobacco Product: Comparison with a Tobacco Cigarette and E-Cigarettes. Nicotine Tob Res. 2018;20(8):1004-1009. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntx138>
9. Drovandi A, Salem S, Barker D, Booth D, Kairuz T. Human Biomarker Exposure from Cigarettes Versus Novel Heat-Not-Burn Devices: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nicotine Tob Res. 2020;22(6):1077-1085. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntz200>
10. Sreeramareddy CT, Syuen MOS, Hon MI, Daher AM. Electronic Cigarette and Heated Tobacco Product Use and Their Association with Tobacco Control Factors Among Adults in Indonesia, Kazakhstan, and the Philippines. Nicotine Tob Res. 2025;27(2):254-261. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntae187>

11. Matsuyama Y, Tabuchi T. Heated tobacco product use and combustible cigarette smoking relapse/initiation among former/never smokers in Japan: The JASTIS 2019 study with 1-year follow-up. *Tob Control*. 2022;31(4):520-526. DOI: <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2020-056168>
12. Kim SH, Lee JA, Cho HJ. Association Between Heated Tobacco Product Use and Quitting Combustible Cigarette Smoking Among Korean Adults. *Nicotine Tob Res*. 2025;27(8):1447-1452. DOI: <https://doi.org/10.1093/ntr/ntaf030>
13. Cruz-Jiménez L, Barrientos-Gutiérrez I, Vidaña-Pérez D, Gallegos-Carrillo K, Arillo-Santillán E, Rodríguez-Bolaños R, et al. Heated tobacco product use frequency, smoking quit attempts, and smoking reduction among Mexican adult smokers. *Tob Induc Dis*. 2024;22:90. DOI: <https://doi.org/10.18332/tid/187576>
14. Jankowski M, Ostrowska A, Sierpiński R, Skowron A, Sytnik-Czetwertyński J, Giermaziak W, et al. The Prevalence of Tobacco, Heated Tobacco, and E-Cigarette Use in Poland: A 2022 Web-Based Cross-Sectional Survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(8):4904. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19084904>
15. Majek P, Jankowski M, Brożek GM. Acute health effects of heated tobacco products: Comparative analysis with traditional cigarettes and electronic cigarettes in young adults. *ERJ Open Res*. 2023;9(2):00595-2022. DOI: <https://doi.org/10.1183/23120541.00595-2022>
16. Verkhovna Rada of Ukraine. Law of Ukraine on Forensic Expertise, No. 4038-XII. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 1994;(28):232. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4038-12#Text>
17. Ministry of Health of Ukraine. Order on the Development and Improvement of the Forensic Medical Service of Ukraine, No. 6. Reg. No. 248/784. Kyiv: Ministry of Justice of Ukraine; 1995. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0248-95#Text>
18. Ukrainian Scientific Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality Problems. DSTU 9128:2021. Liquids used in electronic cigarettes. General technical conditions. Kyiv: UkrNDNC; 2021. Available from: https://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96214
19. Ukraine. Law of Ukraine on measures to prevent and reduce the use of tobacco products and their harmful effects on the health of the population, No. 2899-IV. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 2005;(52):565. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2899-15#Text>
20. Ministry of Health of Ukraine. Electronic cigarettes and vapes: a safe alternative or harm to health?. Kyiv: Ministry of Health; 2024. Available from: <https://moz.gov.ua/uk/elektronni-sigareti-ta-vejpi-bezpechna-alternativa-chi-shkoda-zdorovju>
21. Center for Public Health of the Ministry of Health of Ukraine. The negative impact of vapes and tobacco heating systems on health. Kyiv: CPH.
22. Picchio V, Pagano F, Carnevale R, D'Amico A, Cozzolino C, Floris E, et al. Exposure to serum from exclusive heated tobacco product smokers induces mTOR activation and fibrotic features in human cardiac stromal cells. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*. 2024;1870(7):167350. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2024.167350>
23. Zarcone G, Lenski M, Martínez T, Talahari S, Simonin O, Garçon G, et al. Impact of Electronic Cigarettes, Heated Tobacco Products and Conventional Cigarettes on the Generation of Oxidative Stress and Genetic and Epigenetic Lesions in Human Bronchial Epithelial BEAS-2B Cells. *Toxics*. 2023;11(10):847. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics11100847>
24. Rahman M, Irmiler M, Introna M, Beckers J, Palmberg L, Johanson G, et al. Insight into the pulmonary molecular toxicity of heated tobacco products using human bronchial and alveolar mucosa models at air-liquid interface. *Sci Rep*. 2022;12(1):16396. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20657-y>
25. Chen DT, Grigg J, Filippidis FT. European Respiratory Society statement on novel nicotine and tobacco products, their role in tobacco control and "harm reduction". *Eur Respir J*. 2024;63(2):2301808. DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.01808-2023>
26. Blount BC, Karwowski MP, Shields PG, Zhang L, Valentine CM, Caldwell GW, et al. Vitamin E acetate in bronchoalveolar-lavage fluid associated with EVALI. *N Engl J Med*. 2020;382(8):697-705. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1916433>
27. Upadhyay S, Rahman M, Johanson G, Palmberg L, Ganguly K. Heated Tobacco Products: Insights into Composition and Toxicity. *Toxics*. 2023;11(8):667. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics11080667>
28. Furnari S, Emma R, Caruso M, Furneri PM, Fuochi V. Evaluating the Risks of Heated Tobacco Products: Toxicological Effects on Two Selected Respiratory Bacteria and Human Lung Cells. *Toxics*. 2025;13(2):70. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics13020070>
29. Levy DT, Cadham CJ, Li Y, Yuan Z, Liber AC, Oh H, et al. A Decision-Theoretic Public Health Framework for Heated Tobacco and Nicotine Vaping Products. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(20):13431. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192013431>
30. Magna A, Polisen N, Polisen L, Bagnato C, Pacella E, Carnevale R, et al. The Hidden Dangers: E-Cigarettes, Heated Tobacco, and Their Impact on Oxidative Stress and Atherosclerosis - A Systematic Review and Narrative Synthesis of the Evidence. *Antioxidants (Basel)*. 2024;13(11):1395. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox13111395>
31. Allen JG, Flanagan SS, LeBlanc M, Vallarino J, MacNaughton P, Stewart JH, et al. Flavoring chemicals in e-cigarettes: Diacetyl, 2,3-pentanedione, and acetoin in a sample of 51 products. *Environ Health Perspect*. 2016;124(6):733-739. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1510185>
32. Pagano S, Negri P, Coniglio M, Bruscoli S, Di Michele A, Marchetti MC, et al. Heat-not-burn tobacco (IQOS), oral fibroblasts and keratinocytes: Cytotoxicity, morphological analysis, apoptosis and cellular cycle. An in vitro study. *J Periodontal Res*. 2021;56(5):917-928. DOI: <https://doi.org/10.1111/jre.12888>
33. Tattar R, Jackson J, Holliday R. The impact of e-cigarette use on periodontal health: a systematic review and meta-analysis. *Evid Based Dent*. 2025;26(2):117-118. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41432-025-01119-6>
34. Kanobe MN, Nelson PR, Brown BG, Chen P, Makena P, Caraway JW, et al. Changes in Biomarkers of Exposure and Potential Harm in Smokers Switched to Vuse Vibe or Vuse Ciro Electronic Nicotine Delivery Systems. *Toxics*. 2023;11(7):564. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics11070564>
35. Haswell LE, Gale N, Brown E, Azzopardi D, McEwan M, Thissen J, et al. Biomarkers of exposure and potential harm in exclusive users of electronic cigarettes and current, former, and never smokers. *Intern Emerg Med*. 2023;18(6):1359-1371. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11739-023-03294-9>
36. Szymański J, Pinkas J, Krzych-Falta E. Electronic cigarettes and innovative tobacco products-Current legal status and identification of new challenges for public health. *Med Ogólna Nauk Zdrowiu*. 2022;28(2):95-102. DOI: <https://doi.org/10.26444/monz/147383>
37. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Public Health Consequences of E-Cigarettes. Washington, DC: The National Academies Press; 2018. DOI: <https://doi.org/10.17226/24952>
38. BMJ Group. Frequent teen vaping might boost risk of toxic lead and uranium exposure. London: BMJ Publishing Group; 2024. Available from: <https://bmjgroup.com/frequent-teen-vaping-might-boost-risk-of-toxic-lead-and-uranium-exposure/>
39. Budani MC, Tiboni GM. Electronic Cigarettes and Female Reproduction: A Systematic Review of Experimental and Clinical Evidence. *Int J Mol Sci*. 2026;27(14):6528. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms27146528>
40. Montjean D, Godin Pagé MH, Bélanger MC, Benkhalifa M, Miron P. An Overview of E-Cigarette Impact on Reproductive Health. *Life (Basel)*. 2023;13(3):827. DOI: <https://doi.org/10.3390/life13030827>
41. Vilcassim MJR, Stowe S, Majumder R, Subramaniam A, Sinkay RG. Electronic Cigarette Use during Pregnancy: Is It Harmful? *Toxics*. 2023;11(3):278. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics11030278>
42. Dąbrowska A, Dudzik M, Grzegorz Majewski K, Kowalewski J, Pakos K, et al. Impact of heated tobacco products on health - a comparative analysis with traditional cigarettes. *J Pre-Clin Clin Res*. 2024;18(3):255-259. DOI: <https://doi.org/10.26444/jpcrr/226321>
43. Znyk M, Kaleta D. The Health Effects of Heated Tobacco Product Use-A Narrative Review. *Healthcare (Basel)*. 2025;13(16):2042. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare13162042>
44. Waziry R, Akl EA, El-Jardali F, Mustapha Z, Alameddine M, Schünemann HJ, et al. Health effects associated with waterpipe smoking: a systematic review. *Tobacco Control*. 2017;26(1):73-82. DOI: <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2015-052253>

45. Qasim H, Alarabi AB, Alzoubi KH, Karim ZA, Alshbool FZ, Khasawneh FT. The effects of hookah/waterpipe smoking on general health and the cardiovascular system. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2019;24(1):58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0811-y>
46. Maziak W, Taleb ZB, Bahelah R, Islam F, Jaber R, Nakkas R, et al. The waterpipe health effects research: review and methodological considerations. *Tobacco Induced Diseases*. 2021;19:42. DOI: <https://doi.org/10.18332/tid/135321>
47. Le NT, Phan CV, Pham YT, Le PH, Dao HV, Nguyen LC, et al. Waterpipe Tobacco Smoking and Risk of Cancer Mortality: A Cohort Study. *JAMA Oncology*. 2024;10(9):1214-1221. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2024.2031>
48. Koul PA, Hajni MR, Khan UH, Shah MS, Jan RA, Shah S, et al. Waterpipe smoking: a review of pulmonary and health effects. *Indian Journal of Chest Diseases and Allied Sciences*. 2022;64(2):125-132. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-11007-0021>

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА КРИТИЧНИХ НАСЛІДКІВ ДЛЯ ЖИТТЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ВІД ВЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИГАРЕТ І ТЮТЮНУ (СУМІШЕЙ) ДЛЯ КАЛЬЯНУ

Бабкіна О. П., Мішалов В. Д., Зосіменко В. В., Михайленко О. В.

Резюме. Вживання електронних сигарет – як зі стандартним вмістом компонентів, так і з перевищенням в них нормативних показників об'єму рідини та концентрації нікотину, а також тютюну (сумішей) для кальяну серед молоді переросли у глобальну соціомедичну проблему, яка потребує аналізу ризиків та критичних наслідків для здоров'я та життя людини.

Мета дослідження – визначити можливі ризики та критичні наслідки для життя та здоров'я людини від використання електронних сигарет – як зі стандартним вмістом компонентів, так і з перевищенням в них нормативних показників об'єму рідини та концентрації нікотину, а також тютюну (сумішей) для кальяну.

Матеріалом дослідження слугували 28 архівних «Висновків експерта» Центру судових експертиз ДУ «Інститут судової психіатрії та судової медицини МОЗ України». Вони містили відомості про 160 зразків одноразових електронних сигарет, а також 78 зразків тютюну (тютюнових сумішей) для кальяну. Дослідження проводились за відповідності до вимог Наказу МОЗ України «Про розвиток та вдосконалення судово-медичної служби України» від 17.01.1995 р. №6. Якісний вміст пропіленгліколю, гліцерину, нікотину, спиртів та ароматичних речовин і встановлення кількісного вмісту нікотину в зразках проведений методом газової хроматографії. Кількісні показники були оброблені стандартними методами варіаційної статистики.

Більшість наданих на експертизу зразків електронних сигарет не відповідали чинним нормативно-правовим актам та державним стандартам України. Основними порушеннями виявилися суттєве перевищення допустимої норми концентрації нікотину (у 42,5% зразків) та регламентованого об'єму нікотиномісткої рідини (у 57,5% зразків). За допомогою хромато-мас-спектрометрії встановлено наявність у зразках пропіленгліколю, гліцерину, нікотину, аліфатичних спиртів, бензойної кислоти та спектра ароматичних речовин. Доведено, що їх вживання становлять пряму й безпосередню небезпеку для здоров'я людини. Негативний вплив на здоров'я людини мають також системи нагрівання тютюну (зокрема типу IQOS, lil SOLID або Glo), що зумовлено токсичністю аерозолі, який утворюється під час їх куріння.

Дослідження електронних сигарет одноразового використання виявило, що у значній частині випадків концентрація нікотину становила 50 мг/мл, перевищуючи допустиму норму 20 мг/мл. Тоді як в 57,5% зразків мало місце перевищення допустимого об'єму нікотиномісткої рідини, сягаючи 30 мл при нормі 2 мл. Якісний аналіз зразків рідин для електронних сигарет та тютюну (сумішей) для кальяну за часом утримання та мас-спектрами дозволив встановити пропіленгліколь, гліцерин, нікотин, спирти, бензойну кислоту та ароматичні речовини. Використання електронних сигарет, а також тютюну (сумішей) для кальяну при перевищенні допустимих ДСТУ 9128:2021 норм нікотину та об'єму рідин в електронних сигаретах, що у сукупності з виявленими в них пропіленгліколем, гліцерином, нікотином, спиртами, бензоною кислотою та ароматичними речовинами – за умов їх цільового використання (термічного нагрівання та інгаляційного вдихання), становлять реальну, пряму та безпосередню небезпеку для життя та здоров'я людини. Пропіленгліколь та гліцерин утворюють під час термічної деградації (нагрівання) високотоксичні та канцерогенні альдегіди (формальдегід, ацетальдегід, акролеїн), здатні викликати незворотні ураження легеневої тканини (зокрема, облітеруючий бронхіоліт або «Попкорнову хворобу») та збільшують ризик онкологічних захворювань органів дихання; надлишковий нікотин викликає гостру системну токсичність, кардіоваскулярні патології, а у високих дозах становить загрозу гострого отруєння з ризиком для життя; спирти та ароматичні речовини – за умови їх інгаляційного введення шляхом випаровування чи горіння, мають виражену цитотоксичну, подразнюючу та алергенну дію на слизові оболонки та глибокі дихальні шляхи; нагрівальні спіралі електронних сигарет виділяють у пару нікель, свинець, хром і кадмій, які з часом накопичуються в нирках та печінці і є джерелом впливу токсичних металів на організм людини створюють ризики для онкологічних захворювань.

Ключові слова: судова медицина, тютюн, суміші для кальяну, електронні сигарети, нікотин, загроза здоров'ю і життя.

ANALYSIS OF RISKS AND CRITICAL CONSEQUENCES FOR HUMAN LIFE AND HEALTH ASSOCIATED WITH THE USE OF ELECTRONIC CIGARETTES AND HOOKAH TOBACCO (MIXTURES)

Babkina O. P., Mishalov V. D., Zosimenko V. V., Mykhaylenko O. V.

Abstract. The use of electronic cigarettes-both with standard component content and those exceeding regulatory limits for liquid volume and nicotine concentration - as well as hookah tobacco (mixtures) among youth has escalated into a global socio-medical problem that requires risk assessment and critical evaluation of consequences for human health and life.

The aim of the study is to determine the potential risks and critical consequences for human life and health resulting from the use of electronic cigarettes - both with standard component content and those exceeding regulatory limits for liquid volume and nicotine concentration – as well as hookah tobacco (mixtures).

The research material consisted of 28 archival "Expert Conclusions" from the Center for Forensic Examinations of the State Institution "Institute of Forensic Psychiatry and Forensic Medicine of the Ministry of Health of Ukraine." These documents contained data on 160 samples of disposable electronic cigarettes and 78 samples of hookah tobacco (tobacco mixtures). The studies were conducted in compliance with the requirements of the Order of the Ministry of Health of Ukraine "On the Development and Improvement of the Forensic Medical Service of Ukraine" dated January 17, 1995, No. 6. The qualitative content of propylene glycol, glycerin, nicotine, alcohols, and aromatic substances, as well as the quantitative determination of nicotine in the samples, was performed using gas chromatography. Quantitative data were processed using standard methods of variational statistics.

The majority of the electronic cigarette samples submitted for examination did not comply with the current regulatory legal acts and state standards of Ukraine. The main violations included a significant excess of the permissible nicotine concentration limit (in 42.5% of the samples) and the regulated volume of nicotine-containing liquid (in 57.5% of the samples). Gas chromatography-mass spectrometry analysis established the presence of propylene glycol, glycerin, nicotine, aliphatic alcohols, benzoic acid, and a spectrum of aromatic compounds in the samples. It has been proven that their consumption poses a direct and immediate threat to human health. Tobacco heating systems (specifically of the IQOS, lil SOLID, or Glo types) also exert a negative impact on human health due to the toxicity of the aerosol generated during their use.

The study of disposable electronic cigarettes revealed that in a significant number of cases, the nicotine concentration was 50 mg/mL, exceeding the permissible limit of 20 mg/mL. Meanwhile, in 57.5% of the samples, the regulated volume of nicotine-containing liquid was exceeded, reaching up to 30 mL against the standard limit of 2 mL. Qualitative analysis of electronic cigarette liquid samples and hookah tobacco (mixtures) based on retention time and mass spectra identified propylene glycol, glycerin, nicotine, alcohols, benzoic acid, and aromatic substances. The use of electronic cigarettes and hookah tobacco (mixtures) that exceed the nicotine limits and liquid volumes permitted by DSTU 9128:2021 – in combination with the detected propylene glycol, glycerin, nicotine, alcohols, benzoic acid, and aromatic substances – poses a real, direct, and immediate danger to human life and health under conditions of their intended use (thermal heating and inhalation). During thermal degradation (heating), propylene glycol and glycerin form highly toxic and carcinogenic aldehydes (formaldehyde, acetaldehyde, acrolein) capable of causing irreversible lung tissue damage (specifically, bronchiolitis obliterans or "Popcorn Lung") and increasing the risk of respiratory tract malignancies. Excessive nicotine triggers acute systemic toxicity, cardiovascular pathologies, and, in high doses, poses a threat of acute life-threatening poisoning. Alcohols and aromatic substances, when inhaled via vaporization, exhibit pronounced cytotoxic, irritating, and allergenic effects on the mucous membranes and deep airways. Furthermore, the heating coils of electronic cigarettes release nickel, lead, chromium, and cadmium into the vapor; these heavy metals accumulate over time in the kidneys and liver, serving as a source of toxic metal exposure and creating oncological risks.

Key words: forensic medicine, tobacco, hookah mixtures, electronic cigarettes, nicotine, threat to health and life.

ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Babkina O. P.: <https://orcid.org/0000-0001-6725-1208> ^{AF}

Mishalov V. D.: <https://orcid.org/0000-0002-7617-1709> ^{BD}

Zosimenko V. V.: <https://orcid.org/0009-0005-1642-5681> ^E

Mykhaylenko O. V.: <https://orcid.org/0000-0002-7702-302X> ^{BE}

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Мішалов Володимир Дем'янович

ДУ «Інститут судової психіатрії та судової медицини МОЗ України»

Україна, 04112, м. Київ, вул. Дорогожицька 9

Тел.: 0676327947

E-mail: volodymyr.d.mishalov@gmail.com

А – концепція роботи та дизайн, В – збір та аналіз даних, С – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, Е – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє необмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Стаття надійшла 23.05.2026 року
Стаття прийнята до друку 20.08.2026 року
Опубліковано 29.09.2026 року