



ПОСТЕРНАК Г.І.¹, ГЕОРГІЯНЦЬ М.А.²,
НОСЕНКО В.М.³

АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

¹Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, м. Київ

²Харківський національний медичний університет, м. Харків

³Одеський національний медичний університет, м. Одеса

Наведена стаття містить оновлені та консенсусні рекомендації ISPAD (International Society for Pediatric and Adolescent Diabete) 2022 та 2024 рр. щодо визначення та класифікації цукрового діабету у дітей та підлітків, особливостям періопераційного анестезіологічного менеджменту у наведеній категорії пацієнтів. Розуміння динаміки перебігу цукрового діабету та мінливості віку кожної дитини дозволяє розробити індивідуальний план періопераційного анестезіологічного забезпечення.

Ключові слова: оперативні втручання; анестезіологічний менеджмент; діти та підлітки; цукровий діабет.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ

Цукровий діабет (ЦД) у дітей відноситься до гетерогенного захворювання внаслідок генетичних, метаболічних та екологічно-популяційних складових [1-3]. В останні роки поєднання генетичних, патофізіологічних та клінічних досліджень дозволило визначити різні типи діабету у дітей. В залежності від етіо-патогенетичних чинників та частоти виникнення ЦД поділяють на кілька клінічних категорій: діабет 1 типу (ЦД1), діабет 2 типу (ЦД2), моногенні форми цукрового діабету (MODY (Maturity-onset diabetes of the young) або цукровий діабет дорослого типу у дітей, неонатальний ЦД, мітохондріальний ЦД, аутоімунний моногенний ЦД, генетична інсулінорезистентність, синдроми ліподистрофії та інші специфічні типи), переддіабет (тимчасове порушення регуляції глюкози, що призводить до проміжних високих рівнів глікемії без відповідних критеріїв діабету) [4-6, 16].

Пацієнти з ЦД потребують постійного контролю та підтримки рівня нормоглікемії. Для корекції ЦД 1 типу завжди потрібен інсулін. Препарати інсуліну вводяться ін'єкційно підшкірно декілька разів на день або за допомогою інсулінової помпи (безперервної підшкірної інфузії швидкодійних

аналогів інсуліну). Більшість дітей із ЦД 2 типу лікуються пероральними препаратами (метформін, сульфонілсечовини, тіазолідиндіон), ін'єкціями інсуліну або агоністами рецепторів глюкагоно-подібного пептиду-1 (GLP-1).

Хірургічні втручання у дітей із ЦД повинні проводитися тільки у спеціалізованих дитячих лікарнях. Планувати операцію як першу в списку на день задля уникнення тривалого голодування [13]. Пацієнти хірургічного профілю із цукровим діабетом потребують значної уваги з боку багатопрофільного медичного персоналу у складі анестезіолога, хірурга та ендокринолога, оскільки вони мають більші ризики післяопераційних несприятливих результатів та триваліший термін стаціонарного лікування в порівнянні з дітьми без діабету [2, 7, 8]. Існує проблема в існуванні інтегрованої медичної карти пацієнта між первинною ланкою та спеціалізованою медичною допомогою. Один із факторів попередження виникнення ускладнень в періопераційному періоді полягає в оптимальній оцінці тяжкості перебігу ЦД на первинному етапі медичної допомоги, інформуванні батьків та дітей про можливу зміну режиму та тактики інсулінотерапії для підтримки нормоглікемії під час перебу-

Для кореспонденції: ПОСТЕРНАК ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ – професор кафедра хірургії, анестезіології та інтенсивної терапії післядипломної освіти, +380506219938, poster1958@gmail.com

вання в хірургічному стаціонарі. Тому ретельне планування діагностичних та інвазивних процедур, гарна комунікація багатопрофільної команди є запорукою успішного результату на складному періопераційному шляху дітей із ЦД.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПЕРІОПЕРАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ДЛЯ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

Періопераційний режим лікування дітей з ЦД залежить від декількох факторів:

1. якості передопераційної підготовки,
2. виду та складності хірургічного втручання, тривалості передопераційного і запланованого післяопераційного голодування [9-11].

Стандартизована форма направлення пацієнта на планову консультацію хірургом повинна включати:

- рівень глікованого гемоглобіну (HbA1c) протягом попередніх двох місяців;
- наявність гострих та хронічних ускладнень ЦД;
- наявність будь-яких супутніх захворювань;
- вид інсуліну та режим інсулінотерапії;
- дані моніторингу глюкози;
- перелік усіх призначених ліків [16].

Періопераційний план хірургічного втручання створюється на основі типу операції та режиму інсулінотерапії дитини [10-12]. Враховується наявність у дітей операційного стресу внаслідок змін у попередніх терапевтичних процедурах, емоційного хвилювання та тривоги, наявність нових специфічних умов та типу хірургічного втручання. В залежності від розподілу на хірургічні категорії зроблена очікувана тактика ведення пацієнтів [11].

Хірургічні процедури умовно поділяються на «незначні або малі» та «великі» оперативні втручання.

1. «Незначні» хірургічні втручання тривають до двох годин (зазвичай близько 30 хвилин), виконуються в умовах седації або анестезії, мають мінімальний вплив на рівень цукру в крові пацієнта. Очікується швидке відновлення та можливість прийняття їжі дитиною через 2-4 годин після операції.

Пацієнти потребують:

- ретельної оцінки профілю глюкози;
- вимірювання рівня кетонів (сеча/кров);
- узгодженого плану лікування діабету в періопераційному періоді.

2. «Великі» хірургічні процедури тривають більше 2 годин (частіше довше 30 хвилин) та виконуються в умовах загальної анестезії, викликають у пацієнта значний метаболічний стрес із порушенням глікемічної регуляції. Діти мають високу ймовірність виникнення післяоперацій-

ної нудоти та блювання, неможливість адекватного харчування протягом певного періоду часу.

Пацієнти потребують:

- госпіталізації перед операцією для стабілізації рівня глікемії;
- ретельної оцінки профілю глюкози;
- вимірювання рівня кетонів (сеча/кров);
- оцінки електролітного балансу крові;
- узгодженого плану лікування діабету в періопераційному періоді [13].

Весь періопераційний період для пацієнтів з ЦД загрозовий по розвитку таких небезпечних ускладнень лікування як гіперглікемія та гіпоглікемія. Ці стани можуть виникати внаслідок недостатньо контрольованого режиму інсулінотерапії, особливо в післяопераційному періоді при переведенні дитини з інфузії інсуліну на стандартні схеми лікування. Тому, метою періопераційного ведення дітей з цукровим діабетом є:

1. уникнення:

- глікемічних коливань;
- гіпоглікемії та гіперглікемії;
- електролітного дисбалансу, ліполізу та протеолізу;
- кетогенезу та кетоацидозу;

2. підтримання:

- інтраопераційно рівню глюкози в крові в межах 5-10 ммоль/л згідно з протоколом ISPAD (Міжнародне товариство дитячого та підліткового діабету) або 5-11,1 ммоль/л згідно з протоколом ACDC (Асоціація лікарів-клініцистів діабету у дітей) [14];
- післяопераційно рівень глюкози в крові в межах 7,8-10 ммоль/л (ISPAD) [10-12].

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПЕРЕДОПЕРАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ДЛЯ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

В передопераційному періоді виконуються дві основні задачі:

1. оцінка типу та тяжкості перебігу ускладнень ЦД (серцево-судинні захворювання, хронічна ниркова недостатність, вегетативна дисфункція та ін.) та якості глікемічного контролю;
2. оптимізація глікемічного контролю, визначення/зміна режиму інсулінотерапії та створення плану перебігу в післяопераційному періоді.

Передопераційна оцінка перебігу захворювання у дітей ґрунтується на значеннях HbA1c за період 6-8 тижнів до операції. Його рівень повинен бути менше 9 % (< 75 ммоль/моль) для дітей будь-якого віку. У випадках недостатньо контрольованого перебігу ЦД дитина потребує консультації дитячого ендокринолога та прийняття рішення про перене-

сення планового оперативного втручання до досягнення адекватного метаболічного контролю.

Обов'язкове обстеження пацієнта включає: клінічний аналіз крові та сечі, рівень глюкози крові (ГК), електроліти, креатинін та сечовина крові, величина кетонів у сечі або крові при наявності гіперглікемії > 14 ммоль/л (250 мг/дл). Моніторинг ГК проводиться натщесерце, щоб уникнути діабетичного кетоацидозу (ДКА); щогодини при загрозі виникнення гіпо- або гіперглікемії (зазвичай 6-10 разів на день); за годину до операції.

Режим введення інсуліну може потребувати специфічних коригувань залежно від категорії хірургічної процедури та попереднього стану глікемії. Попереднє лікування пероральними антигіперглікемічними препаратами може підлягати модифікації. У випадку малих планових операцій можна продовжити терапію безперервною підшкірною інфузією інсуліну (БПІ).

Оперативне втручання у дітей з ЦД повинно бути заплановано першим на першу половину дня. Період передопераційного голодування слід скоротити через ризик розвитку гіпоглікемії [13, 15].

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ІНТРАОПЕРАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ДЛЯ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

Існують обмежені дані щодо впливу анестетиків на рівень ГК у дітей. Контроль ГК проводиться щогодини під час оперативного втручання. Рішення про доцільність безперервного моніторингу глюкози (БМГ) приймає анестезіолог в залежності від конкретної ситуації.

Алгоритм всіх режимів інсулінотерапії при малих хірургічних втручаннях:

- рівень глікемії < 4 ммоль/л (70 мг/дл) – болюсно в/в 10 % глюкози в дозі 2 мл/кг; контроль глікемії через 15 хвилин і повтор за необхідності;
- рівень глікемії > 14 ммоль/л (250 мг/дл) протягом > 1 год – п/ш введення інсуліну швидкої дії, використовуючи звичайний для дитини поправочний коефіцієнт або 5–10 % від звичайної загальної добової дози дитини;
- виміряти рівень кетонів в крові або сечі, при їх значенні у сироватці крові $> 0,6$ ммоль/л можливо в/в ввести інсулін.

Алгоритм режимів інсулінотерапії при малих хірургічних втручаннях у дітей, які використовують щоденно один раз або багаторазові ін'єкції базального інсуліну (детемір, деглюдек, гларгін або ін.), інсуліну швидкої або короткої дії.

1. Ранкові операції:

- вранці вводиться звичайна доза базального інсуліну, при тенденції до виникнення низь-

кого рівня глікемії вранці, необхідно зменшити дозу інсуліну на 20–30 %;

- слід уникати введення передсніданкового інсуліну швидкої дії до закінчення операції при можливості його ввести з пізнім сніданком після операції;
- інсулін швидкої дії використовується лише для корекції гіперглікемії;
- якщо дитина перебуває на схемі постійних п/ш ін'єкцій з рівнем глікемії вище цільового діапазону призначають в/в інфузію розчину 0,9 % NaCl без глюкози;
- для зменшення ризику розвитку гіпоглікемії в/в вводиться розчин 0,9 % NaCl з 5% глюкозою.

2. Денні операції:

- вранці вводиться звичайна доза інсуліну тривалої дії, інколи пацієнти потребують зниження дози на 20–30 % для запобігання ризику гіпоглікемії;
- якщо дитині дозволений легкий сніданок та споживання прозорої рідини до 4 годин до операції, то можна розпочати в/в введення рідини за 2 години до операції.

Алгоритм режимів інсулінотерапії при малих хірургічних втручаннях у дітей, які отримують безперервну підшкірну інфузію інсуліну (БПІ):

- можливо продовжити БПІ під час хірургічного втручання але найбезпечніше видалити помпу та замінити її на в/в інфузію інсуліну;
- при використанні БПІ вводиться з базальною швидкістю у відповідності із часом доби, базальну швидкість можна призупинити для корекції епізодів легкої гіпоглікемії не більше ніж на 30 хвилин,
- при виникненні гіпоглікемії ввести розчин глюкози;
- не вводити болюсну дозу інсуліну швидкої дії для корекції гіперглікемії та/або значної кетонемії.

Алгоритм всіх режимів інсулінотерапії при великих хірургічних втручаннях у дітей.

1. Увечері перед операцією:

- ввести звичайну дозу вечірнього та/або перед сном інсуліну, при використанні БПІ продовжити звичайні дози базального інсуліну, можливо знизити дозу о 03:00 на 20 % для запобігання розвитку гіпоглікемії;
- при ГК > 14 ммоль/л (250 мг/дл) проводити контроль рівня глікемії та концентрації кетонів у сечі.

2. День операції:

- пропустити введення звичайного ранкового інсуліну (короткої або тривалої дії) та розпочати інфузію інсуліну;

- в/в інфузія розчинів 5 % глюкози та 0,9 % NaCl,
- контроль рівня ГК щогодини;
- підтримувати рівень глікемії 5-10 ммоль/л (90–180 мг/дл) шляхом коригування дози в/в інсуліну або швидкості інфузії глюкози під час операції;
- при рівні глікемії < 4 ммоль/л (70 мг/дл) – в/в болюсно 10 % глюкози 2 мл/кг; контроль рівня глікемії через 15 хвилин і повтор за необхідності;
- якщо зберігається рівень ГК < 4 ммоль/л (70 мг/дл) – припинити в/в введення інсуліну на 15 хвилин і контроль ГК;
- після операції продовжити в/в інфузію розчину глюкози, доки дитина не зможе відновити ентеральне вживання їжі та рідини.

Алгоритм дій при екстрених хірургічних втручаннях у дітей:

- клініку “гострого живота” у дітей з ЦД може імітувати діабетичний кетоацидоз (ДКА).
1. Наявний ДКА:
 - рН < 7,3 та/або НСО-3 < 18 ммоль/л, позитивні кетоніві тіла в сечі або рівень бета-гідроксипіридату крові > 3,0 ммоль/л;
 - коригувати ДКА, дефіцит ОЦК та електролітів;
 - при можливості, відкласти операцію поки не будуть скориговані ацидоз, гіповолемія.
 2. Відсутній ДКА:
 - припинити підшкірне введення інсуліну;
 - розпочати інфузійну терапію та в/в введення інсуліну, як і при плановій операції.

5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ДЛЯ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

Операційний стрес, як і недостатнє знеболення, може викликати гіперглікемію. Тому регулярний контроль рівня ГК є обов’язковим. При епізодах гіпер-гіпоглікемії вимір рівня ГК проводиться щогодини або частіше за показами. Для запобігання гіпоглікемії призначити в/в інфузію 5 %-10 % глюкози.

Для підтримки рівня ГК 5–10 ммоль/л (90–180 мг/дл):

- після «малих» хірургічних втручань можна вводити п/ш інсулін швидкої дії (кожні 2 години);

- після «великих» хірургічних втручань або неконтрольованої гіперглікемії проводиться в/в інфузія інсуліну;
- при ГК більше 14 ммоль/л (>250 мг/дл) слід виміряти рівень кетонів у сечі або крові;
- при гострій гіпотензії – в/в 0,9 % NaCl, уникати розчинів з K⁺.

Рекомендації щодо розчинів та орієнтовного об’єму інфузійної терапії для дітей з ЦД.

За основу розрахунку дози інсуліну на масову частку глюкози в розчині для дітей з ЦД покладені два параметри:

- 5% розчин глюкози містить 50 г/л глюкози або 5 г/100 мл;
- для засвоєння 5–10 грамів глюкози на годину потрібно приблизно 1 ОД інсуліну.

Тому інфузія розчину 5 % глюкози зі швидкістю 40,0 мл/год забезпечує 2 г глюкози/год, що буде потребувати від 0,1 до 2 ОД інсуліну/год.

Для задоволення фізіологічних потреб та підтримки нормоглікемії у дітей з ЦД дуже важливо запровадити внутрішньовенну гідратацію пацієнтів (Табл.1). Для корекції гіпотензії внаслідок внутрішньоопераційних втрат рідини використовувати 0,9 % розчину NaCl, тільки за показаннями проводити гемотрансфузію.

Максимум 2000,0/24 год для дівчат, 2500,0/24 год для хлопців.

Орієнтовний розрахунок розчину для інфузії та титрування інсуліну:

- приготувати розчин з концентрацією 1 ОД інсуліну/мл – додати 50 ОД звичайного інсуліну до 50,0 0,9% NaCl;
- швидкість інфузії:
 - рівень ГК < 6–7,9 ммоль/л (110–143 мг/дл) – 0,025 мл/кг/год (0,025 ОД/кг/год);
 - рівень ГК 8–11,9 ммоль/л (144–215 мг/дл) – 0,05 мл/кг/год (0,05 ОД/кг/год);
 - рівень ГК 12–14,9 ммоль/л (216–269 мг/дл) – 0,075 мл/кг/год (0,075 ОД/кг/год);
 - рівень ГК ≥ 15 ммоль/л (вище 270 мг/дл) – 0,1 мл/кг/год (0,1 ОД/кг/год);
- титрувати інфузію інсуліну зі швидкістю 0,01–0,03 ОД/кг/год для досягнення цільового діапазону рівня ГК 5–10 ммоль/л (90–180 мг/дл);
- ГК вимірювати щогодини, після зміни швидкості або рівні ГК < 5 ммоль/л (80 мг/дл) проводити вимір ГК кожні 30 або 15 хвилин;

Таблиця 1. Орієнтовний розрахунок об’єму інфузії.

	Вага, кг	Об’єм інфузії / 24 год
На кожен кг ваги	3-9	100 мл/кг/24 год (для дитини вагою 5 кг: ~20 мл/год)
На кожен кг ваги	10-20	Додати додатково 50 мл/кг/24 год (для дитини вагою 10 кг: ~40 мл/год)
На кожен кг ваги	20	Додати додатково 20 мл/кг/24 год

- при рівні ГК 5-6 ммоль/л (90 мг/дл) не припиняти інфузію інсуліну, оскільки це спричинить рикошетну гіперглікемію, і зменшити швидкість інфузії на 50 %;
- при рівні ГК < 4 ммоль/л (70 мг/дл) інфузію інсуліну можна тимчасово припинити, але не більше ніж на 15 хвилин.

ВИСНОВКИ

Періопераційний менеджмент дітей та підлітків з цукровим діабетом спрямований на уникнення значних коливань рівня глюкози в крові та розвитку кетоацидозу. Вирішальними факторами високого рівня безпеки та забезпечення сприятливих хірургічних результатів є:

- проведення оперативних втручань в спеціалізованих педіатричних закладах охорони здоров'я;
- мультидисциплінарний підхід із залученням хірургів, анестезіологів та ендокринологів;
- розробка індивідуалізованої програми періопераційного менеджменту;
- дотримання сучасних клінічних протоколів та рекомендацій.

Фінансування / Funding

Немає джерела фінансування / There is no funding source.

Конфлікт інтересів / Conflicts of interest

Усі автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів /

All authors report no conflict of interest

Етичне схвалення / Ethical approval

Це дослідження було проведено відповідно до Гельсінської декларації та за-

тверджено місцевим комітетом з етики досліджень /

This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was

approved by the local research ethics committee.

Надійшла до редакції / Received: 02.10.2025

Після доопрацювання / Revised: 30.10.2025

Прийнято до друку / Accepted: 25.11.2025

Опубліковано онлайн / Published online: 30.12.2025

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Hannon TS, Arslanian SA. The changing face of diabetes in youth: lessons learned from studies of type 2 diabetes. *Ann N Y Acad Sci.* 2015;1353:113–37.
2. Draznin B, Aroda VR, Bakris G, et al. 16. Diabetes Care in the Hospital: standards of medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care.* 2022; 45(Suppl 1):S244-s253.
3. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2024: Type 2 Diabetes in Children and Adolescents / *Horm Res Paediatr* 2024; 97:555–583.
4. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2014; 37 (Suppl. 1): S 81–S90.
5. Libman I, Haynes A, Lyons S, et al: ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Definition, epidemiology, and classification of diabetes in children and adolescents. *Pediatr Diabetes* 23(8):1160-1174.
6. Bhattacharya S, Pappachan JM. Monogenic diabetes in children: An underdiagnosed and poorly managed clinical dilemma. *World J Diabetes* 2024; 15(6): 1051-1059.
7. Lake A et al. The effect of hypoglycaemia during hospital admission on health-related outcomes for people with diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetic Medicine* 2019; 36(11):1349–1359.
8. Sampson MJ et al. Total and excess bed occupancy by age, specialty and insulin use for early one million diabetes patients discharged from all English Acute Hospitals. *Diabetes Research Clinical Practice* 2007;77(1):92–9.
9. Frykholm P, Disma N, Hanna A, Beck C, Bouvet L, Cercueil E. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. *European Journal of Anaesthesiology.* 2022; Jan;39(1):p 4-25.
10. Jefferies C, Rhodes E, Rachmiel M, et al. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2018: management of children and adolescents with diabetes requiring surgery. *Pediatr Diabetes.* 2018;19(Suppl 27): 227-2364.
11. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2022: Management of children and adolescents with diabetes requiring surgery / *Pediatr Diabetes.* 2022;23:1468–1477.
12. Stevanović K, Sabljak V, Kalezić N. Anaesthesia and the patient with diabetes. *Diabetes Metab Syndr.* 2015;9(3):177-179.
13. Kapellen T, Agwu JC, Martin L, Kumar S, Rachmiel M, Cody D, et al. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2022: Management of children and adolescents with diabetes requiring surgery. *Pediatr Diabetes.* 2022;23(8):1468-1477.
14. Kershaw M, Short J, Agwu CJ, Ng SM, Edge JA, Drew JH. Care of children under 18 years with Diabetes Mellitus undergoing Surgery or MRI under GA. *Association of Children's Diabetes Clinicians.* 2021.
15. de Bock M, Codner E, Craig ME, Huynh T, Maahs DM, Mahmud FH. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Glycemic targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young people with diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2022;23:1270-1276.
16. Наказ МОЗ України від 28.02.2023 № 413 "Про затвердження Стандартів медичної допомоги «Цукровий діабет у дітей»": 17-28, 39-46.

POSTERNAK H.I.¹, GEORGIYANTS M.A.², NOSENKO V.M.³

ANESTHETIC MANAGEMENT OF CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH DIABETES MELLITUS

¹ O.O. Bohomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

² Kharkive National Medical University, Kharkive, Ukraine

³ Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

Abstract

This article presents the updated and consensus-based recommendations of ISPAD (International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes) from 2022 to 2024 regarding the definition and classification of diabetes mellitus in children and adolescents, as well as the specific features of perioperative anesthetic management in this patient population. Understanding the dynamics of diabetes mellitus and the age-related variability in each child enables the development of an individualized perioperative anesthetic care plan.

Keywords: surgical interventions; anesthetic management; children and adolescents; diabetes mellitus.

УЧАСТЬ АВТОРІВ В ПІДГОТОВЦІ СТАТТІ:

Постернак Г.І. – концепція та дизайн статті, збір матеріалів, написання тексту 1,2 та 5 розділів;

Георгіянц М.А. – написання тексту 4 розділу та висновків, редагування статті;

Носенко В.М. – написання тексту 2 та 3 розділів.