

УДК 616.727.2-089.2:[612.13:[615.451.032:611.13/.14]](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872025145-49>

Вплив передопераційного волемічного навантаження на показники гемодинаміки під час артроскопії плечового суглоба

К. І. Лизогуб, М. В. Лизогуб

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

Objective. To investigate the influence of preoperative volemic loading on changes in hemodynamic parameters due to positioning of anesthetized patients in the beach chair position. *Methods.* A prospective randomized single-center study included 140 patients. Group I (n = 70) — patients who underwent preoperative loading in a volume of 12 ml/kg before changing the body position. Group II (n = 70) — patients who did not undergo preoperative loading. After induction with propofol/fentanyl in standard doses and orotracheal intubation, the patient was transferred from the supine position to the BCP. Non-invasive systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP), and heart rate were determined using a Mediana YM6000 monitor. The first measurement of SBP, DBP, and MAP was performed immediately after positioning the patient supine, the second after induction, the third 5 minutes after positioning in the NSP, and subsequently blood pressure measurements were performed every 5 minutes, heart rate, and SpO₂ continuously. In the postoperative period, the following criteria were evaluated: frequency of nausea/vomiting, frequency of orthostatic collapse within 48 hours, average heart rate within 6 hours. *Results.* Induction of general anesthesia caused comparable changes in hemodynamics in patients of the studied groups without significant differences between groups. When changing the body position in the BCP, hemodynamic changes had significant differences between groups. Only 7.1 % of the subjects in group I had nausea and vomiting in the early postoperative period, while in group II 21.4 % of patients had nausea and vomiting. The development of tachycardia was noted during the first 6 hours after surgery in patients in group II (95.0 ± 5.8), compared with group I (70.3 ± 6.5) (p < 0.001). The development of orthostatic collapse was observed more often in patients in group II and amounted to 14.3 % vs. 10.0 % of the subjects in group I. *Conclusions.* Preoperative infusion loading does not significantly affect hemodynamic reactions that occur during induction of general anesthesia in young patients ASA I-II. Preoperative infusion loading during operations in a BCP significantly reduces the number of early postoperative complications: postoperative nausea and vomiting, orthostatic collapse and the development of tachycardia. *Keywords.* Semi-sitting position, general anesthesia, infusion therapy, arthroscopy.

Мета. Дослідити вплив передопераційного волемічного навантаження на зміни показників гемодинаміки внаслідок позиювання анестезованих хворих у напівсидячому положенні (НСП). *Методи.* Проспективне рандомізоване одноцентрове дослідження включало 140 пацієнтів. Група I (n = 70) — хворі, яким проводилось передопераційне навантаження в обсязі 12 мл/кг перед зміненням положення тіла. Група II (n = 70) — особи, без передопераційного навантаження. Після проведення індукції пропофол/фентаніл у стандартних дозах та оротрахеальної інтубації пацієнт переводився з положення лежачи до НСП. Перше вимірювання систолічного артеріального тиску (СiАТ), діастолічного артеріального тиску (ДiАТ) та середнього артеріального тиску (САТ) виконувалось одразу після позиювання хворого лежачи на спині, друге — після індукції, третє — через 5 хв після позиювання в НСП та надалі вимірювання артеріального тиску здійснювали кожні 5 хв, частоту серцевих скорочень (ЧСС) та сатурацію периферичної крові (SpO₂) постійно. У післяопераційному періоді оцінювали: частоту нудоти/блювання та розвитку ортостатичного колапсу протягом 48 год, середню ЧСС протягом 6 год. *Результати.* Індукція загальної анестезії викликала співставні зміни гемодинаміки в пацієнтів досліджуваних груп без достовірної різниці між групами. Артеріальний тиск також достовірно відрізнявся в пацієнтів I та II груп. У 7,1 % досліджених у I групі спостерігалось нудота та блювання в ранньому післяопераційному періоді проти II групи 21,4 % хворих. Розвиток тахікардії протягом перших 6 год після операції в пацієнтів II групи склав (95,0 ± 5,8), проти (70,3 ± 6,5) (p < 0,001), а ортостатичний колапс у II групі був 14,3 проти 10,0 %. *Висновки.* Передопераційне інфузійне навантаження дозволяє мінімізувати постуральні зміни гемодинаміки під час операцій в напівсидячому положенні. Воно достовірно не впливає на реакції гемодинаміки, які виникають під час індукції загальної анестезії в молодих пацієнтів. За умов операції в напівсидячому положенні достовірно зменшуються кількість ранніх післяопераційних ускладнень: нудота та блювання, ортостатичний колапс, розвиток тахікардії.

Ключові слова. Напівсидяче положення, загальна анестезія, інфузійна терапія, артроскопія

Вступ

Варіація розміщення тіла пацієнта із лежачого до напівсидячого положення (НСП) ініціює фізіологічні зміни для адаптації серцево-судинної системи. Особливо, ця адаптація порушується під час загальної анестезії через вплив анестетиків на симпатичну активність і дизрегуляцію барорецепторної системи. Проте це пов'язане зі значною гемодинамічною нестабільністю, що зумовлює підвищений ризик церебральної гіперперфузії [1]. Церебральний перфузійний тиск знижується приблизно на 15 % у положенні сидячи в пацієнтів без анестезії та значно спадає під впливом анестезії через вазодилатацію та порушення венозного повернення, наслідками якого є нестабільність гемодинаміки, погіршення надходження кисню з можливою подальшою дисфункцією органів. І навпаки, перевантаження рідиною призводить до мультисистемних ефектів, включаючи інтерстиціальний набряк із впливом на газообмін, функцію нирок і шлунково-кишкову систему [2]. Отже, періопераційна гіпотензія не обов'язково вказує на дефіцит внутрішньосудинної рідини, але є ознакою спричиненою загальною анестезією — ослаблення тону судин [3]. Зниження серцевого індексу на 24 % під час переведення пацієнтів у НПС виникає за рахунок переміщення 14 % обсягу крові з інтра- в екстраторакальний простір [4]. У момент зміни положення тіла гемодинамічна проблема стає більшою через каудальне накопичення крові, та, у свою чергу, зменшення переднавантаження [5].

На сьогодні залишається невизначеним вплив інфузійного навантаження перед переведенням анестезованого пацієнта в НСП. Традиційно інфузійне переднавантаження використовувалось для профілактики інтраопераційної гіпотензії, спричиненої спінальною анестезією, та все ж і досі це питання залишається контроверсійним [6]. З'являються нові дані щодо позитивного впливу інфузійного переднавантаження на гемодинамічну стабільність пацієнтів у НСП [7], то ж ця проблема потребує подальшого дослідження.

Мета: дослідити вплив передопераційного волемічного навантаження на зміни показників гемодинаміки внаслідок позиціювання анестезованих хворих у напівсидячому положенні.

Матеріал і методи

Роботу виконано в ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України». Дослідження схвалене локальним комітетом з біоетики (протокол № 231 від 20.05.2023 р.)

відповідної установи залежно до правил ICH GCP, Гельсінської декларації прав людини від 2002 р., Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини затвердженої від 1977 р., а також чинного законодавства України. Від усіх пацієнтів, які увійшли в дослідження, отримано інформовану згоду. До проспективного рандомізованого дослідження було включено 140 пацієнтів, розподілені на 2 групи: I (n = 70) — особи, яким проводилось передопераційне навантаження в обсязі 12 мл/кг перед зміненням положення тіла; II (n = 70) — без передопераційного навантаження. Середній вік хворих у I групі складав ($42,4 \pm 10,7$), у II групі — ($41,1 \pm 13,3$) року. Із дослідження виключено пацієнтів із порушенням серцевого ритму, наявністю стенокардії, із дихальною, нирковою або печінковою недостатністю. За шкалою American Society of Anesthesiologists (ASA) усі досліджувані особи відносились до I та II класу. Хворим I групи проводилось об'ємне навантаження рідиною в обсязі 12 мл/кг за 30 хв до операції. Якісний склад інфузійної терапії складали збалансовані кристалоїдні розчини. Пацієнтам II групи до втручання не здійснювали попереднє волемічне навантаження. Перед індукцією хворим вводили пантопрозол 40 мг, діазепам 10 мг. Індукція забезпечена за допомогою пропофолу 1 % 2 мг/кг, розчином фентанілу 0,2 мг, міорелаксація забезпечувалась розчином суксаметонію 1 мг/кг, та надалі атракурію бесилат 0,3 мг/кг. Підтримання загальної анестезії проводилось за допомогою пропофолу 1 % 5–7 мг/кг/год, для знеболення використовувався розчин фентанілу. Після виконання оротрахеальної інтубації та переведення хворого на штучну вентиляцію легень змінювали його положення на НСП.

Сатурацію периферичної крові (SpO_2), неінвазивний систолічний артеріальний тиск (СиАТ), діастолічний артеріальний тиск (ДіАТ), середній артеріальний тиск (САТ), частоту серцевих скорочень (ЧСС) визначали монітором Mediana YM6000. Перше вимірювання SpO_2 , СиАТ, ДіАТ проводилось одразу після позиціювання хворого лежачи на спині, друге — після індукції, третє — через 5 хв після позиціювання в НСП, надалі контроль артеріального тиску здійснювали кожні 5 хв, ЧСС та SpO_2 постійно.

У післяопераційному періоді вивчали такі критерії: частоту нудоти/блювання та розвитку ортостатичного колапсу протягом 48 год, середню ЧСС протягом 6 год.

Групи були співставні за віком та тривалістю оперативного втручання. (табл. 1).

Статистичний аналіз. Отримані дані аналізували за допомогою комп'ютерної програми IBM SPSS 9.0. Нормальний розподіл вибірок перевіряли використовуючи тест Колмогорова-Смірнова. Розраховували середнє значення та стандартне відхилення. Відмінності між групами показників оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента.

Результати

Аналіз змін гемодинаміки залежно від передопераційного волемічного навантаження

Первинні показники гемодинаміки статистично не відрізнялися між групами (табл. 2). Так само індукція загальної анестезії викликала співставні зміни гемодинаміки в пацієнтів досліджуваних груп без достовірної різниці між ними. У разі зміни положення тіла до НСП гемодинаміка мала достовірні відмінності між групами. Найсуттєвіші зафіксовано з боку ЧСС (уд/хв): (95,0 ± 5,8) у пацієнтів II групи порівняно із (70,34 ± 6,52) у I групі (p < 0,001). Артеріальний тиск також достовірно відрізнявся у хворих I та II груп (мм рт. ст.): СиАТ (103,9 ± 7,8) проти (95,9 ± 5,9) відповідно (p < 0,001); ДіАТ (63,3 ± 7,2) проти (57,5 ± 5,0) (p < 0,001) та САТ (76,8 ± 7,2) проти (69,6 ± 5,4) (p < 0,001). Ураховуючи, що підтримка САТ забезпечує ауторегуляцію мозкового кровообігу, у дослідженні не допускалось навіть короткочасного його зменшення до 65 мм рт. ст.

Аналіз післяопераційних ускладнень

Критеріями адекватності інтраопераційного волемічного статусу та стабільності гемодинаміки

можна вважати частоту післяопераційних ускладнень: тахікардія в післяопераційному періоді, блювання й ортостатичний колапс в перші 48 годин після втручання. Дані нашого спостереження показали, що пацієнти досліджуваних груп мали значну різницю за цими показниками. Так лише у 7,1 % випадків у I групі зафіксовано нудоту та блювання в ранньому післяопераційному періоді, тоді як в II групі — в 21,4 %. Розвиток тахікардії відзначався протягом перших 6 год після операції у пацієнтів II групи — (95,0 ± 5,8), у I — (70,3 ± 6,5) уд/хв (p < 0,001), а ортостатичного колапсу частіше спостерігався у хворих II групи та складав 14,3 проти 10,0 % досліджуваних у I групі (табл. 3).

Обговорення

Значні зміни серцево-судинної системи можуть розвинути, коли пацієнтів переводять у вертикальне положення. Середній артеріальний тиск, центральний венозний тиск, парціальний тиск кисню в артеріальній крові (PaO₂) знижуються, тоді як альвеолярно-артеріальний градієнт кисню (PAO₂–PaO₂), опір легневих судин і загальний периферичний опір зростають. За умов без анестезії ці ефекти компенсуються підвищенням системного судинного опору до 50–80 %. Проте ця вегетативна реакція блокується вазодилататорними ефектами анестетиків, які ще більше посилюють і погіршують серцевий викид. Артеріальний тиск залишається незмінним або підвищується у пацієнтів без знеболювання в положенні сидячи, але знижується в стані анестезії.

У положенні лежачи АТ, як вимірний на руці, так і той, що забезпечує перфузію мозку, по суті, однакові, але якщо хворий знаходиться у вертикальному положенні в кріслі, то він менший в мозку, ніж у серці чи руці. Різниця АТ буде дорівнювати градієнту гідростатичного тиску між серцем/рукою та мозком.

Таблиця 1
Загальна характеристика обстежуваних пацієнтів

Група пацієнтів	Вік хворих, роки	Тривалість оперативного втручання, хв
I (n = 70)	42,4 ± 10,7	126,0 ± 25,4
II (n = 70)	41,1 ± 13,3	129,1 ± 25,2

Таблиця 2
Зміни гемодинаміки на етапах дослідження у пацієнтів досліджуваних груп

Група пацієнтів	Показники гемодинаміки											
	первинний				після індукції				після позиціювання			
	СиАТ (мм рт.ст.)	ДіАТ (мм рт.ст.)	САТ (мм рт.ст.)	ЧСС (уд/хв)	СиАТ (мм рт.ст.)	ДіАТ (мм рт.ст.)	САТ (мм рт.ст.)	ЧСС (уд/хв)	СиАТ (мм рт.ст.)	ДіАТ (мм рт.ст.)	САТ (мм рт.ст.)	ЧСС (уд/хв)
I (n = 70)	141,5 ± 20,6	86,2 ± 12,6	104,7 ± 14,1	80,8 ± 11,5	104,6 ± 14,9	67,4 ± 7,9	79,8 ± 9,0	72,5 ± 10,5	103,9 ± 7,8	63,3 ± 7,2	76,8 ± 7,2	70,3 ± 6,5
II (n = 70)	145,5 ± 17,8	88,8 ± 14,8	104,0 ± 12,7	83,5 ± 9,4	104,0 ± 12,7	65,6 ± 9,2	78,4 ± 9,9	77,8 ± 10,4	95,9 ± 5,9 *	57,5 ± 5,0 *	69,6 ± 5,4 *	95,0 ± 5,8 *

Примітка. * — p < 0,001, як порівняти групи I та II

Таблиця 3
Наявність ускладнень
у ранньому післяопераційному періоді

Група пацієнтів	Середня ЧСС у перші 6 год після операції, уд/хв	Нудота та блювання протягом 48 год, пацієнти	Ортостатичний колапс протягом 48 год, пацієнти
I (n = 70)	70,3 ± 6,5	5	7
II (n = 70)	95,0 ± 5,8 *	15	10

Примітка. * — $p < 0,001$, як порівняти пацієнтів I та II груп

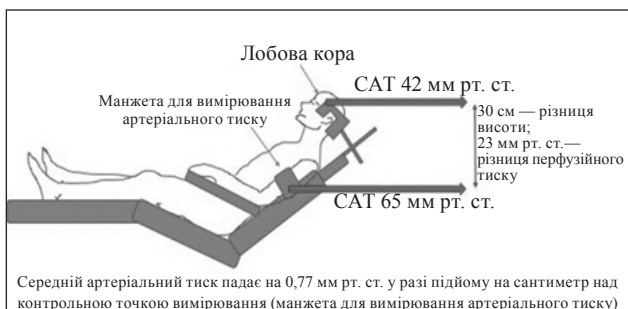


Рисунок. Порівняння САТ на рівні плеча та голови в разі зміни положення тіла в НСП (за Rodney A. Gabriel)

У дослідженні 23 073 пацієнтів виявлено — якщо САТ на руці дорівнює 65 мм рт. ст. і відстань до зовнішнього слухового проходу (що є основою мозку) на 30 см над серцем, то тиск на рівні кори головного мозку становить 42 мм рт. ст. (рисунок). Тобто, за зміни положення тіла в анестезованих осіб у НСП кожна вертикалізація на сантиметр призводить до зниження САТ на 0,77 мм рт. ст. [8]. А. Jesudoss зі співавт. порівнював САТ і швидкість кровотоку в середній мозковій артерії і виявили, що напівсидяче положення в умовах загальної анестезії призводить до зниження САТ у середньому на 24,8 % та швидкості кровотоку на середній мозковій артерії на 28,0 % [9]. Lee і співавт. зазначили, що постуральні гемодинамічні реакції під час переведення в НСП спостерігалися в пацієнтів із підвищеним базовим рівнем артеріального тиску [10].

Сучасні керівництва рекомендують підтримувати САТ на рівні не менше 70 мм рт. ст. [11]. Питання щодо корекції гемодинаміки в НСП залишається контроверсійним. У своїх дослідженнях Soo Y Cho і співавт. виявили, що застосування розчину вазопресину перед переведенням хворого в НСП сприяє зменшенню епізодів гіпотензії, асоційованих із вертикалізацією [12], але корекція низьких інтраопераційних значень САТ за допомогою самих судинозвужувальних препаратів не гарантує хорошої перфузії органів. Gokduman

і співавт. перед позиціонуванням проводили навантаження рідиною (кристалоїдні та колоїдні розчини) в обсязі 10 мл/кг ідеальної маси тіла за 30 хв до оперативного втручання, що сприяло зменшенню частоти епізодів післяопераційної нудоти та блювання [7]. Отримані авторами результати дослідження співставні з нашими даними. Іншими методами попередження церебральної гіперперфузії в НСП є перешкоджання розвитку гіпервентиляції та використання високих компресійних панчох [11]. Збереження нормоволемії може бути більш корисним, ніж застосування вазоконстрикції для підвищення САТ задля збереження церебральної перфузії; отже, збільшення внутрішньосудинного об'єму може бути більш ефективним для захисту пацієнтів від можливої гіперперфузії [13].

Висновки

Передопераційне інфузійне навантаження в обсязі 12 мл/кг дозволяє мінімізувати постуральні зміни гемодинаміки під час операцій у напівсидячому положенні.

Отже воно достовірно не впливає на реакції гемодинаміки, які виникають під час індукції загальної анестезії в пацієнтів молодого віку ASA I–II.

Передопераційне інфузійне навантаження під час втручання у напівсидячому положенні достовірно зменшує кількість ранніх післяопераційних ускладнень: нудота та блювання, ортостатичний колапс і розвиток тахікардії.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Перспективи подальших досліджень. Актуальним є дослідження, присвячені змінам гемодинаміки та церебральній перфузії у періопераційному періоді при зміні положення тіла у анестезованих пацієнтів.

Інформація про фінансування. Жодної вигоди у будь-якій формі не було і не буде отримано від комерційної сторони, пов'язаної прямо чи опосередковано з предметом цієї статті.

Внесок авторів. Лизогуб К. І. — концепція і дизайн, аналіз отриманих даних; Лизогуб М. В. — аналіз отриманих даних, редагування тексту, обробка матеріалів.

Список літератури

- Meta, F., Ulrich, M. N., Simon, K. N., Tagliero, A. J., & Camp, C. L. (2024). Basics of Shoulder Arthroscopy Part I: Beach-Chair Patient Positioning and Operating Room Setup. *Arthroscopy techniques*, 13(10), 103082. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2024.103082>.
- Hansen B. (2021). Fluid Overload. *Frontiers in veterinary science*, 8, 668688. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668688>
- Kappen, T., & Beattie, W. S. (2021). Perioperative hypotension 2021: a contrarian view. *British journal of anaesthesia*, 127(2), 167–170. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.03.015>
- Buhre, W., Weyland, A., Buhre, K., Kazmaier, S., Mursch, K.,

- Schmidt, M., Sydow, M., & Sonntag, H. (2000). Effects of the sitting position on the distribution of blood volume in patients undergoing neurosurgical procedures. *British journal of anaesthesia*, 84(3), 354–357. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bja.a013439>
5. Larsen, S. L., Lyngeraa, T. S., Maschmann, C. P., Van Lieshout, J. J., & Pott, F. C. (2014). Cardiovascular consequence of reclining vs. sitting beach-chair body position for induction of anesthesia. *Frontiers in physiology*, 5, 187. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00187>
 6. Decuyper, N., & Van De Velde, M. (2023) Fluid co-loading or preloading for the prevention of hypotension during spinal anesthesia for C-section: a narrative review. *Acta anaesthesiologica Belgica*, 74(2), 113–121. <https://doi.org/10.56126/74.1.09>
 7. Gokduman, H. C., Aygun, E., Canbolat, N., Canbaz, M., Abdullah, T., Ersen, A., & Buget, M. I. (2022). Fluid preloading before beach chair positioning for arthroscopic shoulder procedures: a randomized controlled trial. *Brazilian journal of anesthesiology (Elsevier)*, 72(6), 702–710. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.08.007>
 8. Gabriel, R. A., Beverly, A., Dutton, R. P., & Urman, R. D. (2017). Patterns of intra-arterial blood pressure monitoring for patients undergoing total shoulder arthroplasty under general anesthesia: a retrospective analysis of 23,073 patients. *Journal of clinical monitoring and computing*, 31(5), 877–884. <https://doi.org/10.1007/s10877-016-9939-0>
 9. Jesudoss, A., Georgene, S., Bijesh, Ya., Melvin, A. A., & Sajan, P. G. (2021). Effect of Beach-Chair Position on Cerebral Blood Flow in Patients Undergoing Shoulder Surgery — A Preliminary Observational Study. *Journal of neuroanaesthesiology and critical care*, 1, 016–020. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1732830>
 10. Lee, S., Seo, J., Kim, D. Y., Lee, Y., Kang, H. Y., Choi, J. H., Kim, Y., Kim, M. K., & You, A. H. (2024). Comparison of Hemodynamic Parameters Based on the Administration of Remimazolam or Sevoflurane in Patients under General Anesthesia in the Beach Chair Position: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *Journal of clinical medicine*, 13(8), 2364. <https://doi.org/10.3390/jcm13082364>
 11. Ensor, D., Gwilym, S. E., Imam, M., West, S., Elgebaly, A., & Baring, T. (2024). Should the beach chair position have national guidelines to reduce the risk of cerebrovascular complications? Results from a National Survey of Surgeons and Anaesthetists. *Shoulder & elbow*, 17585732241269147. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/17585732241269147>
 12. Cho, S. Y., Kim, S. J., Jeong, C. W., Jeong, C. Y., Chung, S. S., Lee, J., & Yoo, K. Y. (2013). Under general anesthesia arginine vasopressin prevents hypotension but impairs cerebral oxygenation during arthroscopic shoulder surgery in the beach chair position. *Anesthesia and analgesia*, 117(6), 1436–1443. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182a8fa97>
 13. Frey, K., Rehm, M., Chappell, D., Eisenlohr, J., Crispin, A., Saller, T., Groene, P., Ockert, B., & Hofmann-Kiefer, K. F. (2018). Preemptive volume therapy to prevent hemodynamic changes caused by the beach chair position: hydroxyethyl starch 130/0.4 versus Ringer's acetate—a controlled randomized trial. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 27(12), 2129–2138. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.08.003>

Стаття надійшла до редакції 26.01.2025	Отримано після рецензування 26.02.2025	Прийнято до друку 28.02.2025
---	---	---------------------------------

THE IMPACT OF PREOPERATIVE VOLUME OVERLOAD ON HEMODYNAMIC PARAMETERS DURING SHOULDER ARTHROSCOPY

K. I. Lyzogub, M. V. Lyzogub

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Kseniia Lyzogub, MD, PhD: kslizogub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9149-7208>

✉ Mykola Lyzogub, MD, DMSci: nlizogub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4776-1635>