

УДК 351.74:614.2(075.8)–055.2

Лопаткіна Оксана Олександрівна

*аспірант кафедри державного управління і місцевого самоврядування
Національного технічного університету «Дніпровська Політехніка»*

Lopatkina Oksana

*Postgraduate of the
National Technical University "Dnipro Polytechnic"*

ORCID: 0009-0003-5808-1368

DOI: 10.25313/2617-572X-2025-12-11743

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЯ ПОСЛУГ ПРИВАТНИХ КЛІНІК У ЛІКУВАННІ ПОРАНЕНЬ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ

QUALITY MANAGEMENT AND STANDARDIZATION OF SERVICES PROVIDED BY PRIVATE CLINICS IN THE TREATMENT OF WAR INJURIES: A COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES

Анотація. Вступ. В наш час при зростанні кількості поранень воєнного характеру в умовах збройного конфлікту постає питання забезпечення якості надання медичної допомоги. В умовах перевантаження державної системи охорони здоров'я приватні клініки дедалі частіше залучаються до лікування поранених. Такий підхід потребує впровадження уніфікованих підходів до управління якістю та стандартизації медичних послуг. Відсутність системних механізмів контролю якості у приватному секторі може призвести до варіабельності клінічних рішень та нерівномірності результатів лікування.

Мета роботи. Вивчити особливості управління якістю та стандартизацією послуг приватних клінік у лікуванні поранень воєнного характеру та порівняти аналіз до їх підходів.

Матеріали та методи. В дослідженні було проведено порівняльний аналіз сучасних наукових публікацій, які присвячені акредитації, управлінню якістю, стандартизації та організації лікування поранень воєнного характеру.

Результати. В роботі було показано, що впровадження механізмів акредитації, систем управління якістю та стандартизованих клінічних протоколів у приватних клініках сприяє підвищенню керованості лікувально-діагностичних процесів, зниженню клінічних ризиків та підвищенню ефективності результатів лікування поранених. Порівняльний аналіз традиційного та стандартизованого підходів показав переваги формалізованих систем управління якістю щодо безпеки пацієнтів, узгодженості дій мультидисциплінарних команд та відтворюваності клінічних результатів.

Перспективи. Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптованих моделей управління якістю та стандартизації медичних послуг у приватних клініках з урахуванням умов воєнного часу та інтеграції їх у єдину систему медичної допомоги пораненим.

Ключові слова: державно-приватне партнерство, управління якістю, стандартизація, приватні клініки, поранення, війна.

Summary. Introduction. Nowadays, with the increasing number of war-related injuries in armed conflicts, the issue of ensuring the quality of medical care arises. Under conditions of overload of the public healthcare system, private clinics are increasingly involved in the treatment of wounded patients, which requires the implementation of unified approaches to quality management and standardization of medical services. The absence of systematic quality control mechanisms in the private sector may lead to variability in clinical decision-making and inconsistency of treatment outcomes.

Objective. Study the peculiarities of quality management and standardization of services provided by private clinics in the treatment of war injuries and compare the analysis of their approaches.

Materials and methods. The study conducted a comparative analysis of current scientific publications devoted to accreditation, quality management, standardization, and the organization of treatment for war injuries.

Results. The analysis demonstrated that the implementation of accreditation mechanisms, quality management systems, and standardized clinical protocols in private clinics improves the controllability of diagnostic and treatment processes, reduces clinical risks, and increases the predictability of treatment outcomes for wounded patients. Comparative evaluation of traditional and standardized approaches revealed the advantages of formalized quality management systems in terms of patient safety, coordination of multidisciplinary teams, and reproducibility of clinical results.

Prospects. The findings may serve as a basis for developing adapted models of quality management and standardization of medical services in private clinics, taking into account the conditions of wartime healthcare delivery and facilitating their integration into a unified system of medical care for war casualties.

Key words: public-private partnership, quality management, standardization, private clinics, injuries, war.

Постановка проблеми. В наш час зростає кількість війн. Збройні конфлікти супроводжуються зростанням кількості поранень воєнного характеру, які характеризуються високою тяжкістю, комбінованими ушкодженнями та значним ризиком розвитку ускладнень. В умовах воєнного стану державна система охорони здоров'я функціонує за умов надмірного навантаження, обмеженості ресурсів та необхідності швидкої адаптації до нових викликів. За таких обставин приватні клініки дедалі активніше залучаються до надання спеціалізованої, ургентної та реабілітаційної допомоги пораненим. В таких умовах виникає необхідність впровадження уніфікованих підходів до управління якістю медичних послуг [1; 2].

Разом із тим діяльність приватних клінік у лікуванні поранень воєнного характеру часто здійснюється за відсутності обов'язкових акредитаційних вимог, єдиних стандартів контролю якості та систематичного аналізу клінічних результатів. Стандартизація медичної допомоги, зокрема через впровадження систем управління якістю відповідно до стандартів ISO, дозволяє структурувати клінічні процеси, підвищити прозорість управлінських рішень та забезпечити безперервний моніторинг результатів лікування [3]. Водночас у приватному секторі охорони здоров'я такі підходи впроваджуються нерівномірно, що створює ризики варіабельності клінічних рішень та зниження узгодженості медичної допомоги в умовах масового надходження поранених [4; 5].

Таким чином, актуальним є проведення в порівняльного аналізу моделей управління якістю та стандартизації медичних послуг з метою обґрунтування оптимальних підходів до підвищення ефективності та безпеки лікування поранень воєнного характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблематика управління якістю медичних послуг у сучасній системі охорони здоров'я розглядається переважно як інституційні механізми стандартизації, серед яких ключове місце займають програми акредитації та впровадження систем управління якістю (Quality Management System, QMS). У систематичному огляді Агаццо та ін. встановлено, що акредитація закладів охорони здоров'я асоціюється з покращенням організаційних компонентів якості (стандартизація процесів, удосконалення документації, посилення контролю безпеки) [6]. У роботі М. Hussein та ін., яка узагальнює результати досліджень впливу акредита-

ції на якість медичної допомоги, визначається тенденція до позитивних змін у показниках якості, однак зазначається, що максимальний ефект досягається за умов системного управління якістю, а не формального проходження оцінювання [5]. В роботі К. Lewis та R. Hinchcliff вказується, що акредитація може виступати ефективним інструментом підвищення якості та безпеки медичної допомоги, але потребує інтеграції в культуру безперервного вдосконалення, наявності чітких показників моніторингу та управлінської відповідальності за результати [4]. Робота G. Avruscio та ін. [3] демонструє практичні можливості реалізації ISO-орієнтованої системи управління якістю в клінічному підрозділі, включно з описом алгоритмізації процесів, формування системи внутрішнього аудиту та запровадження циклів постійного вдосконалення. Все це є необхідним для приватних клінік як інструмент управління стандартизації.

В останні роки велика увага приділяється питанню щодо розвитку систем травматологічної освіти та підвищення спроможності надання допомоги в умовах війни в Україні. Дослідження L. Rovati та ін. [1] описує впровадження мультимодальної платформи обміну знаннями для забезпечення навчання та стандартизованих підходів у травматологічній критичній допомозі під час військового конфлікту. Автори D. Mills та ін. [2] демонструють можливості масштабування навчальних програм з дитячої травми в умовах війни та підкреслюють значення стандартизованих навчальних модулів для підтримки якості надання допомоги. У своїй роботі A. Dzhemiliev та ін. [7] описують успішну імплементацію модифікованого курсу ATLS у зоні активних бойових дій, що підтверджує практичну доцільність адаптованої стандартизації підготовки персоналу як системного чинника підвищення якості лікування поранень. S. M. Kivlehan та ін. [8] доповнюють цей напрям аналізом проєктування, реалізації та оцінювання мультидисциплінарних навчальних програм у гуманітарному контексті воєнного часу. Все це дозволяє розглядати навчання як компонент управління якістю в умовах обмежених ресурсів та високої варіабельності клінічних ситуацій.

Мета роботи — вивчити особливості управління якістю та стандартизацією послуг приватних клінік у лікуванні поранень воєнного характеру та порівняти аналіз до їх підходів.

Матеріали та методи. В дослідженні було проведено порівняльний аналіз сучасних наукових публікацій, які присвячені акредитації, управлінню якістю, стандартизації та організації лікування поранень воєнного характеру.

Виклад основного матеріалу. Управління якістю медичних послуг у лікуванні поранень воєнного характеру вимагає системного підходу, який поєднує організаційні, клінічні та управлінські компоненти. Особливістю бойових поранень є їхня висока варіабельність, поєднання множинних ушкоджень та потреба в швидкому прийнятті рішень у складних клінічних умовах. Все це вказує на підвищені вимоги до стандартизації лікувально-діагностичних процесів та контролю якості надання медичної допомоги [9; 10].

В сучасних системах охорони здоров'я управління якістю розглядається як безперервний процес, який спрямований на оптимізацію клінічних маршрутів пацієнта, мінімізацію ризиків та досягнення стабільних клінічних результатів. Було визначено, що впровадження акредитаційних механізмів та формалізованих систем управління якістю асоціюється з покращенням організації допомоги, підвищенням безпеки пацієнтів та зниженням частоти ускладнень [4; 5; 6]. Саме під час лікування поранень воєнного характеру ці показники потребують особливої уваги, оскільки якість управління процесами безпосередньо впливає на виживаність поранених [9; 11]. Стандартизація медичних послуг у лікуванні поранень воєнного характеру охоплює впровадження уніфікованих клінічних протоколів, алгоритмів дій мультидисциплінарних команд, систем моніторингу результатів лікування та механізмів внутрішнього аудиту. Дані досліджень В. Batomen та ін. [9] свідчать, що акредитація травматологічних центрів та дотримання стандартизованих вимог сприяють зниженню рівня госпітальної летальності та покращенням показників якості допомоги. Разом із тим J. Truchot та ін. [11] демонструють, що на ранню летальність впливають не лише структурні характеристики системи, але й процесні компоненти — зокрема, наявність керівника травматологічної бригади та стандартизованої організації раннього етапу допомоги. Це вказує на важливість управління процесами в межах системи якості.

Важливим елементом стандартизації є впровадження систем управління якістю відповідно до стандартів ISO, які забезпечують стандартизований підхід до організації медичної допомоги, чітке визначення відповідальності персоналу та застосування циклів безперервного вдосконалення. Досвід клінічних підрозділів, що впровадили стандарти ISO, демонструє підвищення керованості процесів та покращення комунікації між структурними підрозділами [3]. Приватні клініки, залучені до лікування поранень воєнного характеру, функціонують в умовах підвищеного клінічного та організаційного навантаження, при цьому рівень стандартизації їх діяльності може істотно відрізнятись. На відміну від державних

закладів, де діють обов'язкові регуляторні механізми, у приватному секторі впровадження систем управління якістю має добровільний характер та залежить від рішень адміністрації медичного закладу [5; 6].

Особливу увагу в сучасних дослідженнях приділено якості травматологічної допомоги в умовах активних бойових дій в Україні. Показано, що ефективність лікування поранених залежить від рівня стандартизації клінічних алгоритмів, підготовки персоналу та функціонування систем навчання та обміну знаннями між закладами різних форм власності [2; 7; 8]. Аналіз робіт вивчення питання щодо лікування бойових поранень, зокрема вогнепальних, вказує на необхідність впровадження інноваційних та стандартизованих підходів до хірургічного лікування та післяопераційного ведення пацієнтів [12; 13]. Крім того, науковці вказують на необхідність стандартизації алгоритмів лікування. Так, F. Butler та ін. [12] на прикладі аналізу застосування турнікетів під час війни вказують, що навіть окремі тактичні та клінічні рішення повинні ґрунтуватися на системному аналізі результатів та уроків практики. Автори I. Lurin та ін. [13] показують перспективність застосування інноваційних технологій (3D-друк титанових конструкцій) для лікування вогнепальних ушкоджень кісток, водночас підкреслюють необхідність протокольного супроводу таких рішень, оцінки результатів для забезпечення відтворюваності та безпеки.

У практиці лікування поранень воєнного характеру в приватних клініках можна виділити два основні підходи до управління якістю медичних послуг: традиційний (неформалізований) та стандартизований (інституціоналізований) (табл. 1).

Традиційний підхід оснований переважно на індивідуальному клінічному досвіді лікарів та локальних внутрішніх правилах, тоді як стандартизований підхід передбачає впровадження акредитаційних вимог, формалізованих систем управління якістю та систематичного аналізу результатів лікування. Крім того, стандартизований підхід до управління якістю медичних послуг забезпечує більш високий рівень керованості клінічних процесів, зниження організаційних та клінічних ризиків, підвищення стабільності результатів лікування. Для лікування поранень воєнного характеру це має велике значення, оскільки дозволяє мінімізувати вплив людського фактора та забезпечити узгодженість дій мультидисциплінарних команд [9; 10].

Отже, впровадження стандартизованих підходів створює умови для інтеграції приватних клінік у єдиний простір медичної допомоги пораненим, що є особливо актуальним у воєнний час. Стандартизація навчання, протоколів та управлінських процесів сприяє підвищенню якості лікування, незалежно від форми власності закладу, формує основу для сталого розвитку системи охорони здоров'я в умовах тривалих криз. Досвід України в умовах війни демонструє важливу роль стандартизованого навчання та впро-

Таблиця 1

Порівняльна характеристика підходів до управління якістю та стандартизації
медичних послуг у приватних клініках при лікуванні поранень воєнного характеру

Критерій	Традиційний підхід	Стандартизований підхід
Організація лікувального процесу	Гнучка, залежна від індивідуального досвіду	Регламентована, протокольована
Контроль якості	Нерегулярний, внутрішній	Системний, з аудитом та показниками
Управління ризиками	Реактивне	Проактивне, превентивне
Підготовка персоналу	Епізодична	Стандартизована, безперервна
Прогнозованість результатів	Варіабельна	Висока, відтворювана

Джерело: складено автором на основі [1; 7; 8; 9; 12; 13]

вадження структурованих підходів до підготовки персоналу, що прямо пов'язано з забезпеченням якості лікування поранень воєнного характеру.

Висновки. Управління якістю та стандартизація медичних послуг є необхідним для підвищення ефективності та безпеки лікування поранень воєнного характеру. Впровадження механізмів акредитації та систем управління якістю може зменшити варіабельність клінічних рішень, підвищити узгодженість дій медичного персоналу та знизити рівня усклад-

нень при лікуванні поранень воєнного характеру. Для приватних клінік впровадження стандартизованих систем управління якістю створює умови інтеграції в єдину систему медичної допомоги пораненим та підвищує рівень довіри до результатів лікування.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним напрямом подальших досліджень є оцінка ефективності інтеграції стандартизованих моделей управління якістю та аналіз їх впливу на результати лікування пацієнтів в умовах воєнного часу.

Література

1. Rovati L., Zec S., Dziuba D., Masoodi A., Tekin A., et al. Implementation of a Multimodal Knowledge-Exchange Platform to Provide Trauma Critical Care Education During the Ongoing Conflict in Ukraine. *JAMA network open*. 2023. Vol. 6(2). P. e230050. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.0050>
2. Mills D., Schmid A., Lewander D., Gonnet M., Lopatniuk O., et al. Expanding trauma education during war: pediatric trauma fundamentals training in Ukraine. *Frontiers in public health*. 2024. Vol. 12. P. 1448075. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1448075>
3. Avruscio G., Ragazzo S., Ceccato D., Adamo A., Napoli C., et al. Implementation of a quality management system according to ISO 9001:2015 standards in an Angiology Unit: an Italian experience. *Annali di igiene: medicina preventiva e di comunita*. 2022. Vol. 34(6). P. 627–634. DOI: <https://doi.org/10.7416/ai.2022.2501>
4. Lewis K., Hinchcliff R. Hospital accreditation: an umbrella review. *International journal for quality in health care: journal of the International Society for Quality in Health Care*. 2023. Vol. 35(1). P. mzad007. DOI: <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzad007>
5. Hussein M., Pavlova M., Ghalwash M., Groot W. The impact of hospital accreditation on the quality of healthcare: a systematic literature review. *BMC health services research*. 2021. Vol. 21(1). P. 1057. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07097-6>
6. Araujo C. A. S., Siqueira M. M., Malik A. M. Hospital accreditation impact on healthcare quality dimensions: a systematic review. *International journal for quality in health care: journal of the International Society for Quality in Health Care*. 2020. Vol. 32(8). P. 531–544. DOI: <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzaa090>
7. Dzhemiliev A., Lienau B., Melnitchouk N., Schmid A., Loevinsohn G., et al. Enhancing trauma care in Ukraine amid conflict: A successful implementation of the modified advanced trauma life support course in an active war zone. *World journal of surgery*. 2024. Vol. 48(11). P. 2716–2727. DOI: <https://doi.org/10.1002/wjs.12362>
8. Kivlehan S. M., Niescierenko M., Murray K., Ali J., Anderson G., Et al. Designing, implementing and evaluating multidisciplinary healthcare training programmes in the wartime humanitarian context of Ukraine. *Emergency medicine journal: EMJ*. 2025. Vol. 42(3). P. 165–170. DOI: <https://doi.org/10.1136/emermed-2024-214313>
9. Batomen B., Moore L., Strumpf E., Champion H., Nandi A. Impact of trauma centre accreditation on mortality and complications in a Canadian trauma system: an interrupted time series analysis. *BMJ quality & safety*. 2021. Vol. 30(11). P. 853–866. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2020-011271>
10. Hamad D. M., Mandell S. P., Stewart R. M., Patel B., Guttman M. P., et al. Error reduction in trauma care: Lessons from an anonymized, national, multicenter mortality reporting system. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2022. Vol. 92(3). P. 473–480. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003485>

11. Truchot J., Benhamed A., Batomen B., Boucher V., Malo C., Chauny J.M., de Champlain F., Émond M. Trauma team leader and early mortality: An interrupted time series analysis. *The American journal of emergency medicine*. 2022. Vol. 62. P. 32–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.09.048>
12. Butler F., Holcomb J.B., Dorlac W., Gurney J., Inaba K., et al. Who needs a tourniquet? And who does not? Lessons learned from a review of tourniquet use in the Russo-Ukrainian war. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2024. Vol. 97(2S Suppl 1). P. S45–S54. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004395>
13. Lurin I., Khoroshun E., Burianov O., Klapchuk Y., Mansyrov A., Dinets A. The utility of 3D-printed titanium grid scaffolds for the management of gunshot bone injuries in patients wounded in Russo-Ukrainian war. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*. 2025. Vol. 70. P. 103214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2025.103214>

References

1. Rovati, L., Zec, S., Dziuba, D., Masoodi, A., Tekin, A., Zambrano, C. C., Brown, M., Khavryuchenko, O., Bugay, O., Khytryi, G., Loskutov, O., Dong, Y., Gajic, O., & Niven, A. S. (2023). Implementation of a Multimodal Knowledge-Exchange Platform to Provide Trauma Critical Care Education During the Ongoing Conflict in Ukraine. *JAMA network open*, 6(2), e230050. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.0050>.
2. Mills, D., Schmid, A., Lewander, D., Gonnet, M., Lopatniuk, O., Demetska, O., Sorokina, O., Bolonska, A., Sunderwirth, R., Kivlehan, S., Murray, K., & Niescierenko, M. (2024). Expanding trauma education during war: pediatric trauma fundamentals training in Ukraine. *Frontiers in public health*, 12, 1448075. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1448075>.
3. Avruscio, G., Ragazzo, S., Ceccato, D., Adamo, A., Napoli, C., Cacco, L., Scalzotto, F., Canciani, M., Cognolato, M., Fedele, A., Scipioni, A., & Tocco Tussardi, I. (2022). Implementation of a quality management system according to ISO 9001:2015 standards in an Angiology Unit: an Italian experience. *Annali di igiene: medicina preventiva e di comunita*, 34(6), 627–634. <https://doi.org/10.7416/ai.2022.2501>.
4. Lewis, K., & Hinchcliff, R. (2023). Hospital accreditation: an umbrella review. *International journal for quality in health care: journal of the International Society for Quality in Health Care*, 35(1), mzad007. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzad007>.
5. Hussein, M., Pavlova, M., Ghalwash, M., & Groot, W. (2021). The impact of hospital accreditation on the quality of health-care: a systematic literature review. *BMC health services research*, 21(1), 1057. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07097-6>.
6. Araujo, C. A. S., Siqueira, M. M., & Malik, A. M. (2020). Hospital accreditation impact on healthcare quality dimensions: a systematic review. *International journal for quality in health care: journal of the International Society for Quality in Health Care*, 32(8), 531–544. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzaa090>.
7. Dzhemiliev, A., Lienau, B., Melnitchouk, N., Schmid, A., Loevinsohn, G., Lopatniuk, O., Carton-Rossen, N., ... Anderson, G.A. (2024). Enhancing trauma care in Ukraine amid conflict: A successful implementation of the modified advanced trauma life support course in an active war zone. *World journal of surgery*, 48(11), 2716–2727. <https://doi.org/10.1002/wjs.12362>.
8. Kivlehan, S.M., Niescierenko, M., Murray, K., Ali, J., Anderson, G., Baer, C., Baranov, S., Baig, A., Borysiuk, V., Broccoli, M.C., Biniki, K., Carton-Rossen, N., Collopy, K., Darnytskyi, A., Demetska, O., Doyle, K., González Marqués, C., Harvin, D., Holivets, R., Goncharova, A., ... Erickson, T. (2025). Designing, implementing and evaluating multidisciplinary healthcare training programmes in the wartime humanitarian context of Ukraine. *Emergency medicine journal: EMJ*, 42(3), 165–170. <https://doi.org/10.1136/emermed-2024-214313>.
9. Batomen, B., Moore, L., Strumpf, E., Champion, H., & Nandi, A. (2021). Impact of trauma centre accreditation on mortality and complications in a Canadian trauma system: an interrupted time series analysis. *BMJ quality & safety*, 30(11), 853–866. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2020-011271>.
10. Hamad, D.M., Mandell, S.P., Stewart, R.M., Patel, B., Guttman, M.P., Williams, P., Thomas, A., Jerath, A., Bulger, E.M., & Nathens, A.B. (2022). Error reduction in trauma care: Lessons from an anonymized, national, multi-center mortality reporting system. *The journal of trauma and acute care surgery*, 92(3), 473–480. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003485>.
11. Truchot, J., Benhamed, A., Batomen, B., Boucher, V., Malo, C., Chauny, J.M., de Champlain, F., & Émond, M. (2022). Trauma team leader and early mortality: An interrupted time series analysis. *The American journal of emergency medicine*, 62, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.09.048>.
12. Butler, F., Holcomb, J. B., Dorlac, W., Gurney, J., Inaba, K., Jacobs, L., Mabry, B., Meoli, M., Montgomery, H., Otten, M., Shackelford, S., Tadlock, M. D., Wilson, J., Humeniuk, K., Linchevskyy, O., & Danyliuk, O. (2024). Who needs a tourniquet? And who does not? Lessons learned from a review of tourniquet use in the Russo-Ukrainian war. *The journal of trauma and acute care surgery*, 97(2S Suppl 1), S45–S54. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004395>.
13. Lurin, I., Khoroshun, E., Burianov, O., Klapchuk, Y., Mansyrov, A., & Dinets, A. (2025). The utility of 3D-printed titanium grid scaffolds for the management of gunshot bone injuries in patients wounded in Russo-Ukrainian war. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 70, 103214. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2025.103214>.