

УДК: 612.087.1:616-072.85:616-073.782  
DOI: 10.24061/2413-4260. XIV.4.54.2024.25

## ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЯ: СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПАЦІЄНТІВ

О. П. Романчук<sup>1</sup>, О. С. Полянська<sup>2</sup>,  
І. Ю. Полянський<sup>2</sup>, О. В. Ясинська<sup>2</sup>

Волинський національний університет імені Лесі Українки<sup>1</sup>  
(м. Луцьк, Україна),  
Буковинський державний медичний університет<sup>2</sup>  
(м. Чернівці, Україна)

### Резюме

В останні п'ять років на тлі появи COVID-19 у світі інтенсивно розвивається напрямок віддаленої телереабілітації, що вимагає удосконалення та впровадження нових підходів до синхронного моніторингу стану пацієнтів із залученням новітніх технічних розробок.

**Мета дослідження.** Дослідити останні публікації щодо можливостей віддаленого моніторингу пацієнтів від час проведення реабілітаційного обстеження та процедур синхронної телереабілітації.

**Матеріал та методи дослідження.** Публікації іноземних науковців у галузях клінічної, фізичної та реабілітаційної медицини, біометрії, цифрових технологій з питань впровадження синхронних технологій моніторингу за станом пацієнтів з різною патологією

**Результати.** Дослідження сучасних публікацій показало, що проведення синхронних сеансів віддаленого обстеження пацієнтів дозволяє з високим ступенем вірогідності провести загальний огляд пацієнта, провести антропометричне та деякі функціональні дослідження. Серед останніх дослідження змін ЧСС, артеріального тиску, частоти дихання, сатурації кисню, дані ЕКГ та ЕЕГ досліджень. Їх результати можуть передаватися для безпосередньої оцінки лікарем. Існують певні проблеми під час синхронного проведення тестів з фізичним навантаженням до відмови у зв'язку з неможливістю дотримання умов безпечності. Знайдено технічні рішення щодо передачі біометричних сигналів під час проведення процедури телереабілітації. Так, поєднання віртуальної реальності або доповненої реальності з такими пристроями, як роботи, датчики та носії може використовуватися для дистанційного моніторингу, оцінки та діагностики. Ці передові методи прокладають шлях для переходу від традиційної до персоналізованої реабілітації, визначаючи потреби кожного пацієнта та пристосовуючи процес реабілітації до його індивідуальних особливостей.

**Висновки.** Розвиток сучасних технологій та цифрової медицини призвів до появи в системі реабілітації напрямку віддаленого надання послуг, що з одного боку істотно збільшує можливості доступу до системи реабілітації, а з іншого, істотно підвищує вимоги для їх реалізації. Насамперед це стосується безпечності проведення процедур телереабілітації. Дотриманню основних вимог безпечності має надаватися належна увага, що можна досягти, в першу чергу, з використанням віддаленого синхронного моніторингу стану пацієнта, коли лікар ФРМ може об'єктивізувати зміни в організмі пацієнта за безпосереднього впливу засобів телереабілітації.

**Ключові слова:** телереабілітація; телереабілітаційне обстеження; віддалений синхронний моніторинг.

Функціонування організму та якість життя пацієнта є основоположними цілями практики фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ) [1, 2]. При досягненні цих цілей проблемним є дотримання пацієнтом планів лікування та реабілітації. Також проблемою є здатність пацієнта контролювати свій стан не тільки в умовах лікарні та амбулаторної клініки, а й в домашніх, професійних умовах та громадських місцях.

За останні десятиліття галузь охорони здоров'я (ОЗ) піддається істотній трансформації з появою цифрових технологій, які покращили якість життя, здоров'я та добробут людей у всьому світі. За оцінками Всесвітнього економічного форуму, глобальні витрати на ОЗ становитимуть близько 25 трильйонів доларів США до 2040 року [3]. В світі базова модель ОЗ надає медичні послуги через лікарні, реабілітаційні центри та амбулаторні клініки. Крім того, основна модель ОЗ підтримується за допомогою різноманітних програм втручання. Нові комп'ютерні технології не тільки сприяють розвитку комунікаційних процесів, але й значно покращують практику ОЗ, включаючи застосування технологій мобільного здоров'я та штучного інтелекту в електронних медичних записках, медичних зображеннях. Біоінженерія постійно удосконалює та розробляє нові пристрої для

людини, які використовуються з метою діагностики, моніторингу, профілактики, лікування різних захворювань, а також в процесі реабілітації [4].

Істотно вплинула на громадське здоров'я та реабілітаційні послуги пандемія COVID-19, особливо для людей похилого віку, людей з фізичними та когнітивними порушеннями, дітей з аутизмом і синдромом дефіциту уваги та гіперактивності, а також осіб з різними гострими та хронічними розладами фізичного та психічного здоров'я з виділенням нових напрямків в ОЗ з застосування цифрових технологій [5].

Одним із напрямків застосування цифрових технологій в ОЗ є телеохорона здоров'я (яка охоплює телемедицину, телереабілітацію (ТР), телеконсультацію та дистанційні неклінічні послуги), яка є методом надання медичної допомоги, що розширює доступ до медичних послуг і може підтримувати та полегшувати догляд, орієнтований на окремого пацієнта [1, 6].

Телемедичні послуги стосуються використання телекомунікаційних пристроїв та інших форм технологій для надання послуг поза традиційною системою надання медичної, у тому числі, реабілітаційної допомоги під час особистого прийому. В Україні телереабілітаційні послуги регламентуються низкою нормативних доку-

ментів та законодавчих актів, виданих з 1993 до 2024 року. Галузевим нормативним документом щодо її використання в Україні є наказ МОЗ від 19.10.2015 № 681 «Про затвердження нормативних документів щодо застосування телемедицини у сфері охорони здоров'я» [7]. Зростання використання ТР створює нові виклики та можливості для впровадження в клінічну практику, особливо в умовах війни [8]. Напередодні було завершено велике спільне дослідження, проведене Інститутом кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, Національним інститутом раку МОЗ України, Національного університету охорони здоров'я України імені Шупика, Тернопільським національним медичним університетом щодо розробки хмарної платформи для орієнтованої на пацієнта ТР онкологічних пацієнтів із математичним моделюванням, в якому вітчизняні вчені представили власну розробку технології ТР, яка є суттєвим внеском у реалізацію можливостей надання віддалених реабілітаційних послуг в системі охорони здоров'я України. [9].

Нещодавно Американська академія фізичної медицини та реабілітації (AARM&R) збирала групу експертів для вивчення інновацій телемедицини у ФРМ. Розроблений документ узагальнив питання можливості використання ТР, одночасно підкресливши поточні знання, недоліки та технологічні обмеження [10]. ТР передбачає використання як аудіо, так і візуального зв'язку, що здійснюється синхронно між фахівцем з реабілітації (ФЗР) – лікарем ФРМ, фізичним терапевтом, ерготерапевтом, логопедом і пацієнтом за допомогою платформи телемедицини. Важливою метою ТР є подолання проблем та забезпечення доступу до реабілітації, яка може допомогти подолати перешкоди для особистих консультацій, пов'язані із розкладом прийому ФЗР та логістикою, складнощами транспортування, фінансовими проблемами, несприятливими погодними умовами, катастрофами, пандеміями [11].

Існують різні форми проведення ТР. До традиційних форм проведення ТР відносять синхронну та асинхронну форми [12]. Синхронна форма передбачає інтерактивне спілкування з використанням відеотехнологій між пацієнтом та ФЗР. Вона може використовуватися для первинної консультації, а також для діагностики та лікування. Це вимагає високої швидкості та постійного інтернет-з'єднання, а також наявності відповідного обладнання та програмного забезпечення. Асинхронна форма передбачає збирання інформації на місці знаходження пацієнта та подальшої її передачі для оцінки ФЗР, які знаходяться у іншому місці. Така форма не вимагає постійного підключення, дозволяє використовувати різні канали зв'язку (смартфони, планшети, ПК), проте є складнішою у адмініструванні, адже існує затримка у спілкуванні пацієнта та ФЗР. Існує також гібридна форма, яка використовує синхронну та асинхронну зв'язку під час проведення ТР [4, 13]. Зростає кількість доказів позитивного впливу ТР на клінічні результати у пацієнтів з певними видами раку [14, 15], неврологічними розладами [16, 17], травмами та захворюваннями опорно-рухового апарату, [18], захворюваннями серця [19, 20], хронічним болям [21, 22], хронічним обструктивним захворюванням легень (ХОЗЛ) [23]. При цьому ТР надається в різних форматах: додатків для смартфо-

нів, веб-трекерів активності (крокомірів), відеоконференцій та текстових повідомлень для моніторингу умов, виконання вправ і освітніх стратегій [24].

У згаданому вище документі [10] проаналізовані результати надання ТР-допомоги за рівнями доказовості – А (рекомендації на основі послідовних і якісних доказів); В (рекомендації на основі суперечливих доказів або доказів обмеженої якості); С (рекомендації на основі досліджень, орієнтованих на хворобу, звичайної практики, думки чи консенсусу); без рейтингу (рекомендації, які не мають достатніх доказів, але можуть мати попередні докази).

На рівні А доказовості показано:

- що елементи віртуального обстеження погоджуються з окремими оцінками опорно-рухового апарату та неврологічних захворювань, отриманих при безпосередньому огляді;
- доведено ефективність ТР при остеоартриті колінного суглоба та після порушення мозкового кровообігу;
- показано доцільність та ефективність ТР в післягострому періоді серцево-судинних захворювань та хронічної серцевої недостатності (за умови технологічної підтримки), яка порівнювана з допомогою в спеціалізованому реабілітаційному центрі.

На рівні Б доказовості:

- встановлено ефективність корекції нейроповедінкових порушень після струсу мозку;
- передопераційної та передпроцедурної оцінки захворювань хребта та вертебралгій;
- втручань, спрямованих на покращення якості життя, фізичних функцій і дотримання рекомендацій щодо фізичної активності при онкологічних захворюваннях;
- ефективність і прийнятність моделей ТР в неврологічній практиці.

На рівні С доказовості:

- зроблено припущення про доцільність інтеграції ТР в систему телемедицини з позицій ефективності реабілітації при багатьох хронічних захворюваннях;
- припущено, що ТР може бути ефективною при низці захворювань опорно-рухового апарату та нервової системи;
- показано, що діагностичні обмеження, які не дозволяють використовувати її при складних захворюваннях опорно-рухового апарату;
- у той же час, онкологічні пацієнти зі стабільним перебігом захворювання можуть отримувати ТР-консультації та корективи медикаментозного лікування;
- ймовірно є проведення ТР у педіатрії;
- обмежені дані свідчать про можливість покращення фізичного та функціонального стану у осіб похилого віку без кардіологічних захворювань та попередження їх госпіталізації;
- ймовірно ефективними ТР та моніторинг є у осіб з обмеженими можливостями.

Одним із засобів телемедицини є віддалений моніторинг пацієнтів (МП), основним завданням якого є збір, передача та накопичення фізіологічних медичних даних (таких як показники життєдіяльності, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень) для контролю змін діяльності організму пацієнта за впливу повсякденного життя, різних лікувальних та реабілітаційних чинників, що передаються за допомогою технологій електронного

зв'язку до фахівців ОЗ за допомогою персональних технологій, включаючи бездротові пристрої, датчики, імплантовані монітори здоров'я, смартфони і мобільні додатки [25]. МП має підтримувати постійне спостереження за станом пацієнта при лікуванні та реабілітації хронічних захворювань і може бути синхронним або асинхронним, залежно від потреб останнього [26].

У цілому, застосування новітніх технологій, зокрема штучного інтелекту і машинного навчання, може забезпечити кращий нагляд за хворобами, їх раннє виявлення, здатне покращити діагностику, підтримати персоналізовану медицину та реабілітацію [27, 28]:

- збір даних про вихідний стан пацієнта з визначенням необхідних та можливих засобів ТР;
- визначення критеріїв ефективності їх застосування у конкретного пацієнта з урахуванням прогнозу перебігу захворювання та відновлення функцій;
- здійснення контролю ТР-процесу за фактичними характеристиками якості реабілітації на основі їх моніторингу за визначеними критеріями;
- порівняння отриманих даних з вимогами нормативів, стандартів, протоколів, інструкцій;
- виявлення відхилень та їх оцінку;
- аналіз причин відхилень;
- використання аналітичної інформації для підтримки прийняття управлінського рішення з поліпшення якості реабілітації.

Досягнення максимального ступеня об'єктивності контролю можливе за умови його проведення на основі розробленої та затвердженої керівником закладу охорони здоров'я інформаційної бази критеріїв та індикаторів якості, відповідних її компонентам [29], у першу чергу пов'язаних із відповідністю застосованих методик реабілітації стандартам надання реабілітаційної допомоги.

На нашу думку, важливою складовою МП є проведення реабілітаційного телемедичного обстеження (РТМО), яке має визначити показники моніторингу, що можуть застосовуватися у якості критеріїв оцінки впливу засобів фізичної терапії в процесі ТР пацієнта та ефективності ТР в цілому. РТМО починається з детального збору анамнезу, який під час сеансу телемедичного спілкування можна дослідити достатньо повно. За потреби можна використати різні форми опитувальників, які можуть бути опрацьовані автоматично під час сеансу, або пізніше. Вже на цьому етапі можна визначити покази та протипокази для застосування ТР. Серед даних анамнезу, які є протипоказом для виконання фізичних вправ під час процедури ТР є: нестабільний перебіг серцево-судинних захворювань (ускладнений перебіг інфаркту міокарда у гострому та підгострому періодах, нестабільна стенокардія, аритмічні форми ішемічної хвороби серця, неконтрольована артеріальна гіпертензія, часті гіпер- або гіпотензивні кризи, ускладнений перебіг порушень мозкового кровообігу, наявність тромбозу глибоких вен нижніх кінцівок), клінічно значуща патологія нирок (наприклад, двобічний стеноз ниркової артерії, стеноз артерії єдиної нирки, пацієнти з трансплантацією нирки), психічні розлади, наявність сторонніх тіл поблизу магістральних судин або нервових стовбурів [2].

Важливе значення під час РТМО має приділятися скаргам та дослідженню зовнішнього вигляду пацієнта.

Проведення фізикального обстеження під час РТМО є більш складним, проте певні його елементи можуть бути використані, особливо за наявності помічника (родича, соціального працівника тощо) на боці пацієнта. В цілому методика обстеження під час сеансу телемедицини (телереабілітації) не є стандартизованою та весь час удосконалюється при появі нових технічних можливостей віддаленого контролю [30]. Існує також низка проблемних питань, пов'язаних із технічним забезпеченням інтернет-зв'язку, якості відео зображення, можливостей та вмінь пацієнта провести той чи інший вид самоконтролю для подальшої передачі даних тощо [25].

Під час ТР-фізикального обстеження у стані спокою (у положенні сидячи) лікар ФРМ може дослідити та оцінити [10]:

- наявність тахіпное;
- утруднення дихання у спокої, під час спілкування, наявність кашлю, голосних хрипів;
- колір шкіри (особливо ціаноз, почервоніння, ймовірно блідість);
- наявність на шкірі пухлин, уражень та виразок;
- зір, пильність та уважність пацієнта;
- настрої та наявність афектів у пацієнта;
- рівень пильності, орієнтацію на спілкування, здатність ідентифікувати предмети, виконувати завдання;
- під час розмови – темп мовлення, добір слів, гучність мовлення;
- симетричність очей, повік, зіниць (їх розмір);
- симетричність складок обличчя, рухів щелепи у спокої та під час розмови;
- нормальність або погіршення слуху, а також, особливості голосу (наявність хрипоті) дозволяють припустити ураження слухового (VIII пара), язикоглоткового (IX пара) та блукаючого (X пара) черепних нервів (ЧН);
- можливість та виконання рухів верхніми кінцівками (аномальні рухи, тремор, дистонію, клонуси).

Під час ТР-фізикального обстеження при виконанні простих завдань (у положенні сидячи) ФЗР може дослідити та оцінити [10]:

- при наявності помічника – відчуття запаху (нюх) з відомих джерел (дослідження виконується із заплющеними очима);
- на прохання заплющити очі та скерувати рух очей – ністагм, птоз, оцінити функцію та її симетричність для III, IV та VI пар ЧН;
- на прохання міцно зімкнути, відпустити щелепи – функцію V пари ЧН;
- на прохання посміхнутися, підняти брови – функцію VII пари ЧН;
- на прохання знизати плечима, повернути шию – функцію XI пари ЧН;
- на прохання висунути язик – функцію XII пари ЧН;
- на прохання виконати швидке постукування пальцями – функцію згиначів долоні та пальців кисті та нервів верхньої кінцівки;

Під час ТР-фізикального обстеження при виконанні простих завдань (у різних положеннях) лікар ФРМ може дослідити та оцінити [10]:

- виконання довільних рухів без зміни пози;
- виконання рухів проти сили тяжіння;
- діапазони рухів у симетричних суглобах;

- ходу пацієнта;
- ходу на п'ятах і носках;
- координацію, на прохання виконувати швидкі попереминні рухи, пальце-носовий тест з відкритими та закритими очима, цілеспрямоване торкання до певних предметів, п'ятою до гомілки тощо;
- виконання тестів Ромберга та тандемної ходьби (в присутності помічника);
- чутливість, на прохання лікаря ФРМ до пацієнта або помічника торкнутися до відповідних дерматомних ділянок (при цьому можна дослідити тактильне та больове відчуття);
- за необхідності можна провести дистанційну пальпацію (під керівництвом лікаря ФРМ у виконанні присутнього помічника, або пацієнта);
- на сьогодні розроблені та апробуються для використання прилади дистанційного прослуховування (фонендоскопи), локальної термометрії.

Під час ТР огляду необхідно провести вимірювання з використанням вимірювальних засобів для домашнього чи особистого користування, результати яких пацієнт передає лікарю ФРМ [10]:

- Термометром – температуру тіла;
- Вагами зі зростоміром – зріст, вагу тіла;
- Пульсоксиметром – частоту серцевих скорочень, сатурацію кисню;
- Тонетром автоматичним – артеріальний тиск (АТ);
- Глюкометром – рівень глюкози крові;
- Портативним ЕКГ-монітором – як правило проводиться запис у одному з відведень (найчастіше І) та передається у вигляді сигналу лікарю ФРМ.

Сьогодні інтенсивно розробляються прилади для контролю амплітуди рухів, діяльності центральної нервової системи, які засновані на біологічно зворотньому зв'язку і одночасно можуть відігравати діагностичну і реабілітаційну роль за рахунок дозованого зворотнього впливу на пошкоджені ланки рухового апарату [4; 31].

При проведенні РТМО можна також скористатися приладами, що носяться, – трекерами, крокомірами, акселерометрами, пульсометрами, інформацію з яких необхідно передавати лікарю ФРМ. Інформація з цих приладів, зібрана наприкінці процедури, може бути також корисною для ретроспективного аналізу впливу процедури ТР. Під час проведення РТМО можуть виникнути перешкоди, які можна усунути за допомогою опікунів або членів сім'ї, які перебувають з пацієнтом під час візиту. Лікар має передбачити, що обстеження за допомогою можуть вимагати більше часу, особливо під час обстеження літніх людей [32]. Слід додати, що в низці досліджень порівнювались результати телемедичних оглядів та безпосередніх оглядів для діагностики та лікування захворювань нервової системи та опорно-рухового апарату. Дослідження показали, що обстеження, проведені за допомогою телемедицини, у багатьох випадках дають результати, подібні до тих, що отримані при особистих оглядах лікарями [4, 10]. РТМО перед призначенням ТР як засобу фізичної терапії має проводитись також для визначення критеріїв дозування, які визначаються з урахуванням не тільки основних причин (травми чи захворювання), але й фізичного розвитку пацієнта, функціонального стану ушкодженої ланки організму та

організму в цілому (згідно МКФ), а також, толерантності до фізичних навантажень, що є передумовою для попередження можливих негативних наслідків.

Вирішення цих питань під час РТМО в певній мірі ускладнено і якщо можливість дослідження фізичного розвитку за участі пацієнта, і особливо помічника, є абсолютно досяжним, то дослідження функціонального стану кардіореспіраторної системи та її толерантності до фізичних навантажень – проблематичним. Прийнятним способом її визначення у віддалених умовах є проведення 6-хвилинного тесту з ходьбою. Певним чином дослідити функціональний стан (за наявності ЕКГ-каналу передачі даних) можна при виконанні ортостатичного тесту або при дослідженні варіабельності серцевого ритму [33], поєднаного аналізу діяльності серцево-судинної та дихальної систем [34, 35, 36], що частково сьогодні реалізовано у деяких телеметричних системах та приладах [37]. Щодо можливості визначення толерантності до фізичних навантажень, то виконати настанови Європейського кардіологічного товариства [38] та Європейського респіраторного товариства [39], які регламентують проведення максимального (до відмови) тестування, у віддаленому режимі ускладнено з позицій дотримання умов безпечності. Проте, останні дослідження показали достатньо високий ступінь кореляції між максимальним споживанням кисню та результатами 6-ти хвилинного тесту [40]. З огляду на проведення процедур ТР у синхронному варіанті слід вказати на необхідність проведення віддаленого лікарського спостереження під час процедури. Наразі немає чітких настанов, які б передбачали допуск до процедури ТР, що має визначатися не тільки наявним захворюванням, травмою, результатами функціональних обстежень, але й поточним станом пацієнта, який може характеризуватись низкою несприятливих зовнішніх ознак та показників діяльності кардіореспіраторної системи.

Серед зовнішніх ознак, що можуть визначатися під час РТМО, які вимагають відсторонення від процедури ТР – різка блідість чи почервоніння шкірних покривів обличчя, почервоніння очей, «запалі» очі, кола під очима, червоні прожилки на склерах та жовтушність склер, задишка в спокої. Ці ознаки прогностують розвиток несприятливих та гострих станів під час процедури та можуть бути виявлені при ретельному зовнішньому огляді. Серед об'єктивних критеріїв, які можуть бути визначені під час РТМО та є показом для недопуску до процедури ТР – синусова тахікардія понад 100 хв, синусова брадикардія нижче 50 хв, АТ вище 220/120 мм рт. ст., або нижче 90/50 мм рт. ст., гострі запальні захворювання, інтоксикація, виражений больовий синдром, температура тіла вище 37,5 °С та будь-який стан, який викликає занепокоєння лікаря щодо безпечності процедури ТР [9]. На думку японських дослідників критеріями тимчасового відсторонення від процедур ТР [41] є: ЧСС в спокої менше 40 або більше 120 за хв.; АТ вище 200/120 мм рт. ст., або систолічний АТ менше 70 мм рт. ст., скарги на біль у грудях у спокої або при навантаженні, запаморочення, холодний піт, нудота, головний біль, сильна втома в положенні сидячи, тахіпное більше 30 хв.<sup>-1</sup> або задишка, сатурація кисню у спокої <90 %.

З позицій організації процедур ТР, які проводяться в домашніх психологічно сприятливих для пацієнта умовах, необхідно також дотримуватися низки рекомендацій, які визначають безпечність занять фізичними вправами. До таких умов належать регламентовані вимоги до санітарно-гігієнічного стану приміщення, які мають бути досліджені перед початком процедури ТР – належні стан приміщення; вентиляційність, температура повітря; вологість повітря; освітленість; розміри приміщення; оснащеність устаткуванням для проведення процедури, у тому числі, належний інтернет-зв'язок, необхідні додаткові пристрої та програми, а також вміння користуватись ними [26]. На етапі попередньої телеконсультації, яка може здійснюватися мультидисциплінарною командою, частину питань можна вирішувати у відеорежимі. Проте, за необхідності може бути проведена окрема відеоконсультація ФЗР з визначенням умов в місці ймовірного проведення ТР-процедури та навичок пацієнта.

Важливою складовою організації процедури є складання програми та планів проведення процедур, які мають містити засоби ТР, які погоджуються з відхиленнями у стані організму згідно Міжнародної класифікації функціонування (МКФ) [42]. Проте, використання засобів має підкорятися загальнофізіологічним принципам застосування фізичних вправ у процедурі. Їх використання має враховувати етапність та послідовність змін у організмі пацієнта, що можливо тільки зі збереженням структури процедури та відповідного розподілу в ній засобів реабілітації. Це має підтверджуватись чіткими критеріями впливу на організм (фізіологічними параметрами), що можливо або із застосуванням приладів зворотного зв'язку, або з оперативним виміром фізіологічних показників більш простими засобами (пульсоксиметр, тонометр), інформація з яких має передаватись лікарю ФРМ [43], який проводить контроль за правильністю організації процедури ТР з урахуванням змін фізіологічних параметрів. Серед простих, але важливих методів оцінки – проведення хронометражу, розрахунок моторної щільності заняття, побудова фізіологічної кривої. Ці питання можуть ефективно вирішуватись із застосуванням засобів віддаленого МП. Після проведеної оцінки до процедури ТР можуть вноситись корективи, які стосуються вирішення основного завдання (корекції наявних у пацієнта проблем), а також побудови процедури та розподілу засобів реабілітації в ній.

Основною характеристикою застосування засобів реабілітації є їх безпосередній вплив на організм хворого. В процесі призначення та виконання реабілітаційних завдань можуть виникати питання неадекватного впливу тих чи інших фізичних вправ, а також, фізіотерапевтичних процедур, що вимагає корекції їх дозування або методики застосування. В очікуванні позитивних результатів процедури ТР, які є переважними, необхідно згадати, що неадекватне застосування фізичних вправ може приводити до низки ускладнень, пов'язаних, у першу чергу, з ураженням нейроендокринної, серцево-судинної та дихальної систем, що вимагає відповідного контролю їх застосування під час віддаленого навантаження [43].

Не менш важливим в реалізації програми ТР є розуміння про наявність різних ефектів впливу фізичних вправ – термінового (одразу після процедури), віддале-

ного (впродовж перших трьох діб після процедури) та кумулятивного (наприкінці курсу занять). Спрямованість цих ефектів визначає перебіг адаптаційних перебудов в організмі, які можуть мати позитивний або негативний вплив на запланований результат [44]. Для їх попередження і своєчасного прийняття рішень сьогодні найчастіше використовують монітори серцевого ритму, монітори ЕКГ та акселерометри, але в асинхронному режимі [43], що може затримувати реакцію лікаря ФРМ.

Сьогодні біотелеметричні пристрої пропонують можливість індивідуального догляду на всіх етапах шляху пацієнта від ранньої діагностики і персоналізованих втручань до індивідуально розроблених планів лікування та реабілітації [25]. Крім того, дані, отримані з таких пристроїв, можуть краще відображати певні параметри стану здоров'я, оскільки вони вимірюються неінвазивно в домашніх умовах та не залежать від потенційного стресу та дискомфорту, з якими стикаються пацієнти в медичному закладі під час реабілітаційного обстеження та моніторингу. Підвищення можливостей віддаленого МП під час ТР пов'язується з використанням зовнішніх пристроїв або помічників, які присутні поруч з пацієнтом. Сьогодні пропонується використання засобів віртуальної реальності, які можуть бути застосовані для оцінки як фізичних, так і когнітивних функцій [45]. Віртуальну реальність можна поєднувати з доповненою реальністю і тактильними технологіями, які істотно покращують інструменти оцінювання. Поєднання віртуальної реальності або доповненої реальності з такими пристроями, як роботи, датчики та носії, називається розширеною реальністю і може використовуватись в ТР для дистанційного моніторингу, оцінки та діагностики [46]. З розвитком гнучких електронних матеріалів, а також широким розвитком і застосуванням смартфонів, хмарних і бездротових систем, технологія гнучких переносних сенсорів має суттєвий і перспективний вплив на реалізацію персоналізованої медичної допомоги та ТР. Однак через високі вимоги до точності, надійності, низького енергоспоживання та меншої кількості помилок даних розробка цих потенційних напрямків має певні проблеми [6]. У той же час, завдяки успішному поєднанню записів біотелеметричних пристроїв із обчислювальною потужністю інструментів штучного інтелекту, можна досягти багатообіцяючих покращень у проведених віддаленого МП під час ТР на основі постійних спостережень за відповідними фізіологічними параметрами [47]. Ці передові методи прокладають шлях для переходу від традиційної до персоналізованої реабілітації, визначаючи потреби кожного пацієнта та пристосовуючи процес реабілітації до його анатомічних особливостей, фізіологічних умов і патологічного стану [27].

Слід зазначити, що багато біотелеметричних пристроїв все ще знаходяться на стадії прототипування, вимагаючи подальшого поглибленого тестування щодо їх зручності використання, функцій, безпеки, захисту та прийнятності користувачами, перш ніж впровадити їх [30]. Крім того, велике розмаїття технологій, застосувань і термінології перешкоджає створенню єдиної однорідної системи для співпраці. Таким чином, все ще існує потреба в базовій структурі системи, яка б полегшила прийняття цифрових інструментів лікарями, пацієнтами

та організаторами. Певні питання виникають також з позицій підготовки ФЗР, які мають бути навчені особливостям проведення ТР-обстежень та процедур, а також роботі на відповідних цифрових платформах.

### Висновок

Розвиток сучасних технологій та цифрової медицини призвів до появи в системі реабілітації напрямку віддаленого надання послуг, що з одного боку істотно збільшує можливості доступу до системи реабілітації, а з іншого, істотно підвищує вимоги для їх реалізації. Насамперед це стосується безпечності проведення про-

цедур ТР. Дотриманню основних вимог безпечності має надаватися належна увага, що можна досягти, у першу чергу, з використанням віддаленого синхронного моніторингу стану пацієнта, коли лікар ФРМ може об'єктивізувати зміни в організмі пацієнта за безпосереднього впливу засобів ТР.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Джерела фінансування.** Стаття опублікована без фінансової підтримки.

### Література:

1. World Health Organization. Rehabilitation in health systems Guide for Action [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited 2024 Sep 9]. 72 p. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/325607/9789241515986-eng.pdf>
2. Cifu DX. Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation. Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation. Elsevier; 2020. 1161 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03586-3>
3. Sharma R, Kshetri N. Digital healthcare: Historical development, applications, and future research directions. Intern J Inform Management. 2020;53:102105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102105>
4. Annaswamy TM, Pradhan GN, Chakka K, Khargonkar N, Borresen A, Prabhakaran B. Using Biometric Technology for Telehealth and Telerehabilitation. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2021;32(2):437-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2020.12.007>
5. Tong RKY, Ganesan B, editor. Digital Technology in Public Health and Rehabilitation Care. Elsevier; 2025. Chapter 1. Historical overview and the evolution of digital health. In: Digital Technology in Public Health and Rehabilitation Care. p.3-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-22270-2.00001-0>
6. Liu J, Liu M, Bai Y, Zhang J, Liu H, Zhu W. Recent progress in flexible wearable sensors for vital sign monitoring. Sensors. 2020;20(14):4009. <https://doi.org/10.3390/s20144009>
7. Про затвердження нормативних документів щодо застосування телемедицини у сфері охорони здоров'я. Наказ МОЗ України від 19.10.2015р. № 681 [Інтернет]. Київ: МОЗ України; 2015 [оновлено 2022 Жов 21; цитовано 2024 Вер 9]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1400-15#Text>
8. Polianska O. Development of physical and rehabilitation medicine in Ukraine during the period of martial status. Neonatology, Surgery and Perinatal Medicine. 2024;14(2):19-22. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-4260.XIV.2.52.2024.3>
9. Vladymyrov OA, Semykopna TV, Vakulenko DV, Syvak OV, Budnyk MM. Telerehabilitation Guidelines for Patients with Breast Cancer. Intern J Telerehabilitation. 2024; Special Issue:1-76. DOI: <https://doi.org/10.5195/ijt.2024.6640>
10. Tenforde AS, Alexander JJ, Marcalee A, Annaswamy TM, Carr CJ, Chang P, et al. Telehealth in PM&R: Past, present, and future in clinical practice and opportunities for translational research. PM R. 2023;15(9):1156-74. DOI: <https://doi.org/10.1002/pmrj.13029>
11. Tenforde AS, Hefner JE, Kodish-Wachs JE, Iaccarino MA, Paganoni S. Telehealth in Physical Medicine and Rehabilitation: A Narrative Review. PM R. 2017;9(5S): S51-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.02.013>
12. Marcalee A, editor. Telerehabilitation: Principles and Practice. New Delhi: Elsevier; 2022. 431h. p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-82486-6.00029-0>
13. Malakhov KS. Innovative Hybrid Cloud Solutions for Physical Medicine and Telerehabilitation Research. Int J Telerehabil. 2024;16(1): e6635. DOI: <https://doi.org/10.5195/ijt.2024.6635>
14. Rocco P, Finkelstein J. Telerehabilitation for Patients with Cancer: A Scoping Review. Stud Health Technol Inform. 2022;290:543-6. DOI: <https://doi.org/10.3233/SHTI220136>
15. Goncalves Leite Rocco P, Reategui-Rivera CM, Finkelstein J. Telemedicine Applications for Cancer Rehabilitation: A Scoping Review (Preprint). JMIR Cancer. 2024;10: e56969. DOI: <https://doi.org/10.2196/56969>
16. Raymond KY, Ganesan B, editor. Digital Technology in Public Health and Rehabilitation Care. Elsevier; 2024. Baird A, Woodfine T. Chapter 5. Virtual care in speech-language pathology. p. 65-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-22270-2.00005-8>
17. Laver K, Walker M, Ward N. Telerehabilitation for Stroke is Here to Stay. But at What Cost? Neurorehabilitation and Neural Repair. 2022;36(6):331-4. DOI: <https://doi.org/10.1177/15459683221100492>
18. Xiang W, Wang JY, Ji BJ, Li LJ, Xiang H. Effectiveness of Different Telerehabilitation Strategies on Pain and Physical Function in Patients With Knee Osteoarthritis: Systematic Review and Meta-Analysis. J Med Internet Res. 2023;25(1): e40735. DOI: <https://doi.org/10.2196/40735>
19. Aragaki D, Luo J, Weiner E, Zhang G, Darvish B. Cardiopulmonary Telerehabilitation. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2021;32(2):263-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2021.01.004>
20. Homem F, Reveles A, Amaral A, Coutinho V, Goncalves L. Improving transitional care after acute myocardial infarction: A scoping review. Health Care Sci. 2024;3(5):312-28. DOI: <https://doi.org/10.1002/hcs2.116>
21. Vieira LMSM de A, de Andrade MA, Sato T de O. Telerehabilitation for musculoskeletal pain – An overview of systematic reviews. Digital Health. 2023;9:20552076231164242. DOI: <https://doi.org/10.1177/20552076231164242>
22. Pak SS, Janela D, Freitas N, Costa F, Moulder R, Molinos M, et al. Comparing Digital to Conventional Physical Therapy for Chronic Shoulder Pain: Randomized Controlled Trial. Journal of Medical Internet Research. 2023;25: e49236. DOI: <https://doi.org/10.2196/49236>
23. Tsutsui M, Gerayeli F, Sin DD. Pulmonary rehabilitation in a post-Covid-19 World: Telerehabilitation as a new standard in patients with COPD. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2021;16:379-91. DOI: <https://doi.org/10.2147/COPD.S263031>
24. Alexander M, editor. Telerehabilitation: Principles and Practice. New Delhi: Elsevier; 2022. Shem K, Irgens I, Alexander M. Chapter 2. Getting Started: Mechanisms of Telerehabilitation. p. 5-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-82486-6.00002-2>
25. Awad A, Trenfield SJ, Pollard TD, Ong JJ, Elbadawi M, McCoubrey LE, et al. Connected healthcare: Improving patient care using digital health technologies. Adv Drug Deliv Rev. 2021;178:113958. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.113958>

26. Alexander M, editor. *Telerehabilitation: Principles and Practice*. New Delhi: Elsevier; 2022. Arora M, Quel De Oliveira C. Chapter 19. Telephysical Therapy. p. 281-95. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-82486-6.00019-8>
27. Busnatu Stefan S, Niculescu AG, Bolocan A, Andronic O, Pantea Stoian AM, Scafa-Udriste A, et al. A Review of Digital Health and Biotelemetry: Modern Approaches towards Personalized Medicine and Remote Health Assessment. *J Pers Med*. 2022;12(10):1656. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm12101656>
28. Альянс Європейських органів Фізичної та Реабілітаційної Медицини. Біла Книга з Фізичної та Реабілітаційної Медицини (ФРМ) в Європі. Розділ 7 – Сфера клінічних компетентностей: ФРМ на практиці. Український журнал фізичної та реабілітаційної медицини. 2018;2(2) дод.:113-44.
29. World Health Organization. *Workload Indicators of Staffing Need (WISN) User Manual*, 2nd edition. WHO [Internet]. 2010 [cited 2024 Jul 7]. 98 p. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240070066>
30. Baumann S, Stone RT, Abdelall E. Introducing a Remote Patient Monitoring Usability Impact Model to Overcome Challenges. *Sensors*. 2024;24(12):3977. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24123977>
31. Gupta M, Bhatia D, Kumar P. *Modern Intervention Tools for Rehabilitation*. Elsevier; 2023. Chapter 3. Micro electrical mechanical system (MEMS) sensor technologies. p. 25-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99124-7.00003-1>
32. Velayati F, Ayatollahi H, Hemmat M. A Systematic Review of the Effectiveness of Telerehabilitation Interventions for Therapeutic Purposes in the Elderly. *Methods Inf Med*. 2020;59(2-03):104-9. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713398>
33. Malik M, Camm AJ, Bigger JT, Breithardt G, Cerutti S, Cohen RJ, et al. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*. 1996;17(3):354-81. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014868>
34. Romanchuk O. Cardiorespiratory dynamics during respiratory maneuver in athletes. *Frontiers in Network Physiology*. 2023;3:1276899. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnetp.2023.1276899>
35. Romanchuk OP, Guziy OV. Modern approaches to the objectification of the functional state of the athletes' body during current examinations. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreacijno-Ozdorovci Tehnologii*. 2020;5(1):8-18. DOI: [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(1\).02](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(1).02)
36. Romanchuk O. The Immediate Effects of the Manual Therapy Traction Manipulations on Parameters of Cardiorespiratory System Functioning. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. 2022;10(4):832-40. DOI: <https://doi.org/10.13189/saj.2022.100424>
37. Vakulenko D, Vakulenko L, editor. *Arterial Oscillography: New Capabilities of the Blood Pressure Monitor with the Oranta-AO Information System*. Nova Science Publishers; 2023. 1100 p. DOI: <https://doi.org/10.52305/XFFR7057>
38. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Back M, Borjesson M, Caselli S, et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2021;42(1):17-96. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>
39. Rattke T, Crook S, Kaltsakas G, Louvaris Z, Berton D, Urquhart DS, et al. ERS statement on standardisation of cardiopulmonary exercise testing in chronic lung diseases. *European Respiratory Review*. 2019;28(154):180101. DOI: <https://doi.org/10.1183/16000617.0101-2018>
40. Lundgren KM, Langlo KAR, Salvesen O, Zanaboni P, Cittanti E, Mo R, et al. Feasibility of telerehabilitation for heart failure patients inaccessible for outpatient rehabilitation. *ESC Heart Failure*. 2023;10(4):2406-17. DOI: <https://doi.org/10.1002/ehf2.14405>
41. Sakai T, Hoshino C, Yamaguchi R, Hirao M, Nakahara R, Okawa A. Remote rehabilitation for patients with COVID-19. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020;52(9):jrm00095. DOI: <https://doi.org/10.2340/16501977-2731>
42. World Health Organization. *Classifications. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. WHO [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 8]. Available from: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>
43. Shimbo M, Amiya E, Komuro I. Telemonitoring during Exercise Training in Cardiac Telerehabilitation: A Review. *Rev Cardiovasc Med*. 2023;24(4):104. DOI: <https://doi.org/10.31083/j.rcm2404104>
44. Zhong W, Liu R, Cheng H, Xu L, Wang L, He C, et al. Longer-Term Effects of Cardiac Telerehabilitation on Patients With Coronary Artery Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2023;11: e46359. DOI: <https://doi.org/10.2196/46359>
45. Kushnir A, Kachmar O, Bonnechere B. STASISM: A Versatile Serious Gaming Multi-Sensor Platform for Personalized Telerehabilitation and Telemonitoring. *Sensors*. 2024;24(2):351. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24020351>
46. Gupta M, Bhatia D, Kumar P. *Modern Intervention Tools for Rehabilitation*. Elsevier; 2023. Chapter 7. Virtual reality, augmented reality technologies, and rehabilitation. p. 111-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-99124-7.00001-8>
47. Curtis JR, Willig J. Uptake of Remote Physiologic Monitoring in the US Medicare Program: A Serial Cross-sectional Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2023;11: e46046. DOI: <https://doi.org/10.2196/46046>

## TELEREHABILITATION. CURRENT OPPORTUNITIES AND PROBLEMS OF REMOTE PATIENT MONITORING

*O. Romanchuk<sup>1</sup>, O. Polianska<sup>2</sup>, I. Polianskyi<sup>2</sup>, O. Yasinska<sup>2</sup>*

**Lesya Ukrainka Volyn National University<sup>1</sup>**

**(Lutsk, Ukraine)**

**Bukovinian State Medical University<sup>2</sup>**

**(Chernivtsi, Ukraine)**

### Summary.

In the last five years, against the background of the appearance of COVID-19 in the world, the direction of remote telerehabilitation is intensively developing, which requires the improvement and implementation of new approaches to the patients conditions' synchronous monitoring with the involvement of the latest technical developments.

**The purpose of the study.** To explore the latest publications on the possibilities of remote monitoring of patients during rehabilitation examinations and synchronous telerehabilitation procedures.

**Research material and methods.** Publications of foreign scientists in the fields of clinical, physical and rehabilitation medicine, biometrics, digital technologies on the implementation of synchronous monitoring technologies for the condition of patients with various pathologies

**The results.** Research of modern publications has shown that conducting synchronous sessions of remote examination of patients allows with a high degree of probability to conduct a general examination of the patient, conduct anthropometric and some functional studies. Among the latest – studies of changes in heart rate, blood pressure, respiratory rate, oxygen saturation, ECG and EEG data. Their results can be transmitted for direct evaluation by a doctor. There are certain problems during synchronous performance of tests with physical load to failure due to the impossibility of observing safety conditions. Technical solutions have been found for the transmission of bimetric signals during the telerehabilitation procedure. Thus, the combination of virtual reality or augmented reality with devices such as robots, sensors and wearables can be used for remote monitoring, assessment and diagnosis. These advanced methods pave the way for the transition from traditional to personalized rehabilitation by identifying the needs of each patient and tailoring the rehabilitation process to their individual characteristics.

**Conclusions.** The development of modern technologies and digital medicine has led to the emergence of the remote provision of services in the rehabilitation system, which on the one hand significantly increases the possibilities of access to the rehabilitation system, and on the other hand significantly increases the requirements for their implementation. First of all, this concerns the safety of telerehabilitation procedures. Adherence to basic safety requirements should be given due attention, which can be achieved, first of all, with the use of remote synchronous monitoring of the patient's condition, when the PhRM doctor can objectify changes in the patient's body under the direct influence of telerehabilitation tools.

**Key words:** Telerehabilitation; Telerehabilitation examination; Remote Synchronous Monitoring.

**Контактна інформація:**

**Олександр Романчук** – доктор медичних наук, професор, професор кафедри внутрішньої медицини та сімейної медицини Волинського національного університету імені Лесі Українки (м. Луцьк, Україна).

**e-mail:** doclfc@ua.fm

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6592-2573>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55344884100>

**Researcher ID:** M-8661-2013

**Оксана Полянська** – доктор медичних наук, професор, професор кафедри внутрішньої медицини, фізичної реабілітації та спортивної медицини Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці, Україна).

**e-mail:** okspolyan@ukr.net

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-3889-7568>

**Scopus Author ID:** 6505477175

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6505477175>

**Researcher ID:** D-1450-2017

<https://publons.com/researcher/2147639/oksana-s-polianska/>

**Ігор Полянський** – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургії № 1 Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці, Україна)

**e-mail:** ipolyanskiy@ukr.net

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6520-1143>

**Researcher ID:** B-1754-2017

**Scopus Author ID:** 57216150225

**Олена Ясінська** – кандидат медичних наук доцент закладу вищої освіти кафедри фізіології ім. Я. Д. Кіршенבלата, к.мед. наук, доцент, доцент Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці, Україна).

**e-mail:** jasinska.olena@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-7389-0804>

**Scopus Author ID:** Scopus Author ID: 57900524300

**ResearcherID:** I-1265-2016

**Contact Information:**

**Oleksandr Romanchuk** – MD, Doctor of Medical Science, Full Professor, Professor of the Department Internal and Family Medicine, Lesya Ukrainka Volyn National University (Lutsk, Ukraine).

**e-mail:** doclfc@ua.fm

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6592-2573>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55344884100>

**Researcher ID:** M-8661-2013

**Oksana Polianska** – MD, Doctor of Medical Science, Full Professor, Professor of the Department Internal Medicine, Physical Rehabilitation and Sport Medicine, Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine).

**e-mail:** okspolyan@ukr.net

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-3889-7568>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6505477175>

**Researcher ID:** D-1450-2017

**Igor Polianskiy** – Doctor of Medical Science, MD, Full Professor, Head of the Department of Surgery\ No. 1 of the Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine).

**e-mail:** ipolyanskiy@ukr.net

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-6520-1143>

**Researcher ID:** B-1754-2017

**Scopus Author ID:** 57216150225

**Olena Yasinska** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Ya. D. Kirshenblat Department of Physiology, Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine).

**e-mail:** jasinska.olena@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-7389-0804>

**Scopus Author ID:** Scopus Author ID: 57900524300

**ResearcherID:** I-1265-2016

Надійшло до редакції 11.06.2024 р.

Підписано до друку 15.09.2024 р.

