

УДК 781.63

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/88-1-18>

Євген ДУДНИК,

orcid.org/0009-0004-3264-1125

заслужений працівник культури України, заслужений артист естрадного мистецтва України,

директор

Полтавської дитячої музичної школи № 1 імені П.І. Майбороди,

доцент кафедри музики

Луганського національного університету імені Тараса Шевченка,

аспірант кафедри педагогічної майстерності та менеджменту імені І.А. Зязюна

Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

(Полтава, Україна) dudikduda@ukr.net

ОРКЕСТРОВА Й АНСАМБЛЕВА ВИКОНАВСЬКА ПРАКТИКА У ФОКУСІ СПІВСТАВЛЕННЯ

У статті здійснено порівняльний аналіз оркестрового та ансамблевого виконавства за п'ятьма провідними критеріями: склад колективу, роль диригента, характер взаємодії, особливості репертуару та педагогічні методики підготовки музикантів. Найбільш очевидною відмінністю між оркестром і ансамблем є кількісний та інструментальний склад. Симфонічний або камерний оркестр може налічувати від кількох десятків до понад сотні музикантів, охоплюючи різні інструментальні групи (струнні, дерев'яні духові, мідні духові, ударні тощо), в той час як ансамбль, навпаки, це невелика група з двох до приблизно десяти виконавців (традиційно – від дуету до октету), де кожен музикант грає унікальну партію. Доведено, що оркестр, оперуючи масштабними ресурсами, формує авторитарну модель лідерства, де диригент є центральним регулятором тембрового балансу й ритмічної синхронізації. Навпаки, ансамбль функціонує за принципами колегіальної демократії, стимулюючи кожного учасника одночасно бути солістом і акомпаніатором. Розкрито, що різниця у репертуарних можливостях зумовлена не лише історичними традиціями, а й психоакустичними чинниками сприйняття. Оркестрове виконавство історично було пов'язане з наймасштабнішими формами музики, що вимагали великого колективу для втілення композиторського задуму. Ансамблеве виконавство здатне передати найтонші відтінки настрою, психологічно нюансовані діалоги між інструментами. З іншого боку, ансамбль не має тієї сили і масивності звуку, як оркестр, тому героїко-драматичні, монументальні задумки в камерній музиці трапляються рідше. Натомість репертуар ансамблів часто більш експериментальний. Методика навчання оркестрантів поєднує індивідуальну технічну підготовку (опанування інструмента) з розвитком ансамблевого чуття у великому масштабі. Камерний ансамбль в освітньому процесі є своєрідною лабораторією, де формуються риси зрілого музиканта-інтерпретатора, такі як гнучкість, комунікабельність, відповідальність і тонкий художній смак.

Ключові слова: оркестрове виконавство, ансамблеве виконавство, порівняння, кількісний склад, репертуар, методика навчання.

Yevhen DUDNYK,

orcid.org/0009-0004-3264-1125

Honored Worker of Culture of Ukraine, Honored Artist of Pop Art of Ukraine,

Director

Poltava Children's Music School No. 1 named after P.I. Mayboroda,

Associate Professor at the Department of Music

Luhansk Taras Shevchenko National University,

Postgraduate student at the Department of Pedagogical Mastery and Management named after I.A. Zyazyun

Poltava National Pedagogical University named after V.G. Korolenko

(Poltava, Ukraine) dudikduda@ukr.net

ORCHESTRY AND ENSEMBLE PERFORMANCE PRACTICE IN THE FOCUS OF COMPARISON

The article provides a comparative analysis of orchestral and ensemble performance according to five leading criteria: the composition of the collective, the role of the conductor, the nature of interaction, the features of the repertoire and pedagogical methods of training musicians. The most obvious difference between an orchestra and an ensemble is the quantitative and instrumental composition. A symphony or chamber orchestra can have from several dozen to over a hundred musicians, covering various instrumental groups (strings, woodwinds, brass, percussion, etc.), while an ensemble, on the contrary, is a small group of two to about ten performers (traditionally from a duet to an octet),

where each musician plays a unique part. It has been proven that an orchestra, operating with large-scale resources, forms an authoritarian model of leadership, where the conductor is the central regulator of timbre balance and rhythmic synchronization. On the contrary, an ensemble functions according to the principles of collegial democracy, stimulating each participant to be a soloist and accompanist at the same time. It has been revealed that the difference in repertoire possibilities is due not only to historical traditions, but also to psychoacoustic factors of perception. Orchestral performance has historically been associated with the largest forms of music that required a large collective to embody the composer's idea. Ensemble performance is able to convey the most subtle shades of mood, psychologically nuanced dialogues between instruments. On the other hand, the ensemble does not have the same power and massiveness of sound as the orchestra, so heroic-dramatic, monumental ideas in chamber music are less common. Instead, the repertoire of ensembles is often more experimental. The methodology of training orchestra members combines individual technical training (mastery of the instrument) with the development of ensemble feeling on a large scale. A chamber ensemble in the educational process is a kind of laboratory where the features of a mature musician-interpreter are formed, such as flexibility, sociability, responsibility and subtle artistic taste.

Key words: orchestral performance, ensemble performance, comparison, quantitative composition, repertoire, teaching methodology.

Постановка проблеми. Оркестрове та ансамблеве виконавство сягають спільних історичних коренів, але розвивалися у різних соціокультурних умовах і сьогодні формують відмінні моделі колективної творчості. Оркестр уособлює масштаб та темброву масивність, тоді як ансамбль пропонує камерну прозорість і демократичну структуру взаємодії. Попри багатий доробок з історії, теорії та методики оркестрового й ансамблевого виконавства, у сучасній музикознавчій та педагогічній літературі відсутнє дослідження взаємозв'язку цих двох форм колективного музикування.

Аналіз досліджень. Особливості оркестрового та ансамблевого виконавства досліджували такі автори, як В. Бондарчук, А. Душний, Г. Зуб, О. Ільченко, О. Рудницька, О. Рябова, Т. Сідлецька, О. Сиросько, І. Ткаченко та ін.. Однак, варто зауважити, що в наукових джерелах досі відсутній ґрунтовний порівняльний аналіз цих засобів колективного музикування.

Мета статті – визначити ключові подібності й відмінності між оркестровим й ансамблевим виконавством.

Виклад основного матеріалу. Порівняння оркестрової й ансамблевої форм виконавства проведене за кількома ключовими критеріями: склад колективу, роль диригента, взаємодія між музикантами, особливості репертуару та педагогічні аспекти підготовки виконавців.

Очевидною відмінністю між оркестром і ансамблем є кількісний та інструментальний склад. Симфонічний або камерний оркестр може налічувати від кількох десятків до понад сотні музикантів, охоплюючи різні інструментальні групи (струнні, дерев'яні духові, мідні духові, ударні тощо). В оркестрі інструменти однієї родини об'єднані в секції, які виконують свої партії у унісон або октавно, підсилюючи звучність один одного. Для оркестрового виконання характерне поліфонічне багатоінструментальне

звучання, де важливе значення має темброве розмаїття і масивність звуку.

Камерний ансамбль, навпаки, це невелика група з двох до приблизно десяти виконавців (традиційно – від дуету до октету), де кожен музикант грає унікальну партію. У таких складах відсутнє дублювання партій: наприклад, струнний квартет складається з двох скрипок, альту і віолончелі – кожен інструмент виконує свою лінію. Внаслідок цього звучання ансамблю більш прозоре, кожен голос чітко диференціюється. Оркестр має групи однорідних інструментів (наприклад, група скрипок), ансамбль же зазвичай складається з різних інструментів або солістів, що взаємно доповнюють тембри один одного (Homer).

Отже, за складом оркестр репрезентує велику спільноту музикантів із складною внутрішньою структурою, тоді як ансамбль – це невелика команда, де кожен виконавець – незамінний соліст свого голосу.

Наявність або відсутність диригента є принциповою різницею між оркестровим та ансамблевим виконавством. В оркестрі диригент виступає художнім керівником колективу, він інтерпретує партитуру, визначає темпи, вступи, баланс динаміки між групами, формує загальну концепцію виконання твору. Диригент фактично є посередником між композитором і оркестром, «інструментом», на якому «грає» увесь оркестр. Історично роль диригента склалася поступово (до XIX ст. малі колективи обходилися без спеціального диригента, керівництво здійснювали самі музиканти або концертмейстер). У сучасному оркестрі без диригента неможливо уявити виконання складних симфонічних партитур, він забезпечує єдність трактування і синхронність великої кількості виконавців (Caro, Palazzolo, 2024: 43).

В ансамблевому виконавстві диригент відсутній. Функції координації та художнього керівництва здійснюються самими музикантами

колективно. Ансамбль – це демократичне співтовариство: кожен учасник відповідає не тільки за технічне виконання своєї партії, а й за спільний результат. Музиканти камерного ансамблю постійно обмінюються невербальними сигналами, дихають разом тощо. Нерідко в ансамблі виокремлюється лідер (наприклад, перша скрипка в квартеті або фортепіано в ансамблі з фортепіано), який ініціює вступ чи зміни темпу, але його роль не є жорстко відокремленою, як у диригента: лідерство може переходити від одного учасника до іншого залежно від розвитку музики. Відсутність диригента надає ансамблевій грі особливої свободи і гнучкості, але водночас висуває вищі вимоги до ансамблевої слухової культури кожного музиканта (Montemayor, Silvey, 2023). Учасники ансамблю мусять самостійно утримувати колективний ритм і лад, «водночас слухаючи себе і партнерів».

Таким чином, оркестр передбачає авторитарну модель керівництва (через диригента), а ансамбль – колегіальну модель, де відповідальність розподілена між учасниками.

Пов'язані з попереднім критерієм, рівень та характер взаємодії музикантів істотно різняться в оркестрі та ансамблі. В оркестровому колективі комунікація багато в чому опосередковується диригентом: оркестранти стежать за жестами диригента, реагують на його вказівки. Внутрішньосекційна взаємодія (наприклад, між групою струнних або духових) також координується через перших номерів (концертмейстерів груп) і через загальну пульсацію, задавану диригентом. Оркестрант значною мірою орієнтується на партію свого пульта і на сусідів по групі, тоді як безпосередньо чути всі інші голоси оркестру фізично складно через масштаб апарату. Отже, оркестрове виконавство вимагає від музикантів умінь синхронізуватися через зоровий контакт з диригентом та через відчуття колективного ритму, навіть якщо окремі голоси неявночуються.

Натомість у камерному ансамблі комунікація є прямою і постійною між усіма учасниками. Ансамблісти розміщуються близько один до одного, часто півколом, що полегшує зоровий контакт. Кожен музикант чує всі партії і реагує на найменші нюанси у грі партнерів. Спільне дихання, обмін поглядами, тонке підлаштування інтонації та динаміки в режимі реального часу – усе це невід'ємні риси ансамблевого виконавства. Рівень взаємодії тут інтимніший, камерну гру часто порівнюють із дружньою бесідою, де інструменти «відповідають» один одному, продовжують і розвивають музичні фрази, як співрозмовники у діалозі.

Така взаємодія вимагає високої концентрації і чутливості. Як зазначається в літературі, гра в ансамблі розвиває особливі музичні та соціальні навички, відмінні від тих, що потрібні солісту чи оркестранту (Volpe).

Йдеться про вміння слухати і чути партнерів, передбачати їх фразування, миттєво підлаштуватися під їхні темпові або динамічні зміни. У підсумку ансамбль виступає прикладом максимальної кооперації у виконавстві: кожен учасник одночасно й соліст, й акомпаніатор, й співтворець колективної інтерпретації.

Репертуарні відмінності між оркестровим та ансамблевим виконавством зумовлені як історичними традиціями, так і художніми можливостями відповідних складів. Оркестровий репертуар охоплює передусім великі жанри академічної музики: симфонії, увертюри, симфонічні поеми, концерти для солістів з оркестром, балети, опери (в оркестровій ямі) тощо. Ці твори пишуться для розгорнутого інструментального складу та часто тривають 30–60 хвилин і більше, з багаточастинною формою. Оркестр здатен передати грандіозні звукові картини, різкі динамічні контрасти, складну багатоголосну текстуру – цим користувалися композитори романтизму (наприклад, Г. Берліоз, Р. Вагнер), створюючи справжні «звукові всесвіти» у своїх партитурах. В оркестровому репертуарі значне місце займають твори для симфонічного оркестру (Бетховен, Брамс, Малер, Шостакович та ін.), струнного оркестру (наприклад, Серенади Чайковського, Ельгара), духового оркестру (марші, рапсодії, сучасні аранжування популярної музики) тощо. Таким чином, оркестрове виконавство історично було пов'язане з наймасштабнішими формами музики, що вимагали великого колективу для втілення композиторського задуму.

Ансамблевий репертуар зосереджений переважно на камерних жанрах. Це твори порівняно невеликої форми, розраховані на інтимне виконання в салоні або малому залі. Класичні жанри ансамблевої музики включають сонати (для дуету інструментів, зазвичай один з яких – фортепіано), струнні тріо, квартети, квінтети; фортепіанні тріо (фортепіано, скрипка, віолончель) та інші поєднання; вокальні ансамблі (дуети, терцети тощо) з інструментальним супроводом або а cappella. Камерна музика Бетховена, Шуберта, Дебюссі, Равеля, Шостаковича та безлічі інших композиторів відзначається вишуканістю деталей, тонкістю виразових засобів. Через малі масштаби ансамблю композитори можуть дозволити собі більш витончену поліфонію та глибоку роботу з тембрами, кожен голос чути, кожен нюанс на рахунок.

Ансамблеве виконавство здатне передати найтонші відтінки настрою, психологічно нюансовані діалоги між інструментами. З іншого боку, ансамбль не має тієї сили та масивності звуку, як оркестр, тому героїко-драматичні, монументальні задумки в камерній музиці трапляються рідше. Натомість репертуар ансамблів часто більш експериментальний, сучасні композитори охоче пишуть для нетрадиційних складів (змішані ансамблі, електроакустичні, перкусійні ансамблі тощо) (Sacks, 2016: 546). Таким чином, оркестр асоціюється з епікою та масштабом, а ансамбль – з лірикою та камерністю.

Оркестрове та ансамблеве виконавство по-різному інтегровані в систему професійної музичної освіти, кожне вимагає спеціальних підходів до навчання. В мистецьких навчальних закладах існує така дисципліна, як оркестровий клас, де студенти набувають досвіду гри у складі оркестру під орудою диригента. Мета оркестрового класу не лише вивчити оркестровий репертуар, а й виховати в молодих музикантів якості, необхідні оркестранту: вміння точно читати партії з листа, синхронно вступати за жестом диригента, дотримуватися єдиного штриху і динаміки в групі, підлаштовувати інтонацію до стройового еталону оркестру. Оркестрове виконавство дисциплінує музиканта, вчить його слухати не лише себе, а й загальне звучання колективу.

Заняття в оркестрі створюють сприятливе середовище для всебічного розвитку молодого музиканта, дитина або студент вчиться мислити, шукати та творити разом із іншими, виховується його художній смак і колективна відповідальність. Ціль роботи оркестру в педагогічному плані полягає не стільки в підготовці віртуозів-солістів, скільки в формуванні згуртованого музичного колективу та розвитку особистості музиканта через спільне музикування. Під час репетицій оркестранти опановують навички ансамблю у великій групі, такі як злагодженість ритму, єдність штрихів і фразування в секції, адекватне реагування на диригентські жести. Важливим аспектом є робота над оркестровим строем – здатністю «попадати» в єдину інтонаційну систему оркестру, що досягається тонким слуховим контролем і корекцією висоти звуку у кожного виконавця. Крім того, студентів навчають розуміти роль своєї партії в контексті цілого, наприклад, альти або другі скрипки мають вміти слухати мелодію, яка може бути в іншій групі, і акомпанувати їй, не висуваючись на перший план.

Таким чином, методика навчання оркестрантів поєднує індивідуальну технічну підготовку (опа-

нування інструмента) з розвитком ансамблевого чуття у великому масштабі. У багатьох консерваторіях світу існують студентські симфонічні оркестри, де майбутні професіонали проходять «школу оркестру» – від розбору голосів до фінальних концертів. Також практикуються спеціальні курси з читання оркестрових труднощів (оркестрових витягів) та стажування в професійних оркестрах. Оркестрове виконавство розглядається педагогами як засіб виховання у музиканта колективізму, дисципліни та відповідальності за спільний результат (Головашич та ін., 2022: 175).

Навчання ансамблевій грі, особливо камерній музиці, є обов'язковою складовою фахової підготовки музикантів (як інструменталістів, так і співаків). У музичних школах та вузах діють класи камерного ансамблю, вокального ансамблю, де учнів свідомо залучають до малих форм спільного музикування. Методика ансамблевого навчання спрямована на розвиток в учнів умінь слухати партнерів, тонко узгоджувати інтонацію, динаміку, темп; здатності до несловесного спілкування під час виконання. Викладачі ансамблю вчать розподілу лідерських функцій у групі, кожен учасник по черзі веде ансамбль там, де його партія головна, і підпорядковується, коли його партія має супровідний характер. Таким чином формуються гнучкі ролі, музиканти опановують як лідерство, так і підпорядкування в ім'я художньої цілісності твору.

Практика показує, що участь у камерних ансамблях розвиває в учнів ініціативність і відповідальність, адже в малому колективі відсутній диригент чи керівник, який би зовні регулював процес. Молоді музиканти вчаться самостійно організовувати репетиції, обирати репертуар, аналізувати свої помилки і досягнення. За спостереженням педагогів, ансамблеве музикування виховує лідерські якості, студенти, граючи у камерних групах, демонструють більший контроль над виконавським процесом і вміння приймати спільні рішення. Ці навички згодом позитивно позначаються і на їхній грі в оркестрах чи хорах, оскільки розвивають у них музичну самостійність (Лимаренко, 2020: 191).

Методично навчання ансамблю часто починається з більш простих форм, наприклад, з гри в унісонні ансамблі (дублювання партій кількома учнями), що привчає до синхронності, або з ансамблів однорідного складу (два скрипалі, два піаністи – так званий навчальний ансамбль). Далі переходять до повноцінних різнохарактерних ансамблів. Викладач акцентує розвиток слухового контролю, учні мають навчитися слухати

не тільки себе, а всіх учасників ансамблю. Важливим є й виховання партнерської етики, до якої можна віднести повагу до творчої думки іншого, вміння конструктивно обговорювати інтерпретацію твору, спільно вирішувати спірні моменти (Шумська та ін., 2018: 82). Таким чином, камерний ансамбль в освітньому процесі є своєрідною лабораторією, де формуються риси зрілого музиканта-інтерпретатора, такі як гнучкість, комунікабельність, відповідальність й тонкий художній смак.

Висновки. Підсумовуючи зазначене вище, можемо констатувати, що різниця в густині тембрової матерії зумовлює специфічні слухові очікування аудиторії, у залі для оркестру цінується масштабне «звукове панно», а під час камерного концерту – інтонаційна витонченість й психоакустична близькість до виконавця. Моделі лідерства у двох форматах репрезентують протилежні управлінські парадигми. У симфонічному колективі диригент, концентруючи владу інтерпретації, виступає своєрідним «метакомпозитором», який оперативно коригує форму й баланс, що особливо важливо при виконанні багаточастинних полотен. Камерна практика, навпаки, базується на горизонтальній структурі «розподіленого диригування», де кожен учасник по черзі виконує функцію лідера, а остаточне рішення про темп, агогіку чи динаміку народжується шляхом консенсусу. Суперечність між авторитарною та колегіальною моделями формує відмінні механізми відповідальності й, відповідно, різні педагогічні стратегії виховання виконавця.

Комунікативні стратегії безпосередньо визначають характер слухового фокусування. Оркестрант, орієнтуючись на диригентський жест і

партію своєї секції, працює в умовах опосередкованої зворотної реакції, значну частину партитури він сприймає не аудіально, а через зоровий контакт із лідером групи чи поділ метроритму. Камерний музикант, натомість, перебуває у постійному акустичному «полі видимості» всіх голосів; тут критичним стає миттєвий слуховий аналіз і реакція на найдрібніші зміни інтонації партнера. Така діалогічна модель спричиняє суттєве загострення індивідуальної слухової чутливості, що стає важливою комплементарною компетентністю для подальшої роботи в будь-якому колективі.

Репертуарні домінанти демонструють залежність художньої форми від розміру виконавського складу. Оркестр оптимально втілює великий наратив – історичну, міфологічну чи драматичну концепцію, де багатшарова оркестровка дозволяє реалізувати широкий динамічний й кольоровий діапазон. Камерний жанр фокусується на психологічній деталізації, експерименті з мікротембрами та поліфонічній взаємодії окремих «персонажів» твору.

Оркестровий клас покликаний культивувати дисциплінарний слух, груповий стрій та здатність миттєво реагувати на диригентський імпульс; тому репетиційний процес тут будується на моделі вертикальної ієрархії. Камерний клас, навпаки, формує навички колегіального ухвалення рішень, ротаційного лідерства та гнучкої комунікації, що реалізується через методичку «керованого самоменеджменту» студентів. Спрямоване поєднання обох освітніх траєкторій дозволяє виховати універсального музиканта, здатного ефективно функціонувати в повному спектрі сучасних виконавських форматів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головашич Е., Скакун В., Кириченко Ю. «Оркестровий клас» у системі освітніх компонентів професійної підготовки здобувачів другого рівня вищої освіти за спеціальністю «Музичне мистецтво». Естетика і етика педагогічної дії. 2022. № 26. С. 173-183.
2. Лимаренко В. І. Методична компетентність майбутнього керівника вокального ансамблю: категоріальний аналіз проблеми. Наукові записки. 2020. № 1. С. 189-192.
3. Шумська О., Олешко В., Олешко Т. Теорія і методика ансамблевого виконавства : навч. посіб. Харків : ХГПА, 2018. 202 с.
4. Caro M., Palazzolo C. The ethical model of orchestra conducting: a psychological and philosophical perspective. Taylor & Francis Group. 2024. № 1. P. 41-66.
5. Homer U. Chamber music. Britannica. 2025. URL: https://www.britannica.com/art/chamber-music?utm_source (дата звернення: 20.06.2025).
6. Montemayor M., Silvey B. Conductor Expressivity Affects Evaluation of Rehearsal Instruction. NFHS. 2023. URL: https://www.nfhs.org/articles/conductor-expressivity-affects-evaluation-of-rehearsal-instruction/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 23.06.2025).
7. Sacks A. M. A Comparative History and the Importance of Chamber Music. Capstone Projects and Master's Theses. 2016. № 1. P. 542-580.
8. Volpe G. Measuring social interaction in music ensembles. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4843615/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.06.2025).

REFERENCES

1. Golovashych E., Skakun V., Kyrychenko Yu. (2022) «Orkestrovyi klas» u systemi osvitykh komponentiv profesiinoi pidhotovky zdobuvachiv druhooho rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu «Muzychne mystetstvo». [«Orchestra class» in the system of educational components of professional training of second-level higher education graduates in the specialty «Musical art»] *Estetyka i etyka pedahohichnoi dii. Aesthetics and ethics of pedagogical action*. 26. 173-183. [in Ukrainian].
2. Lymarenko V. I. (2020) *Metodychna kompetentnist maibutnoho kerivnyka vokalnoho ansamblu: katehorialnyi analiz problemy*. [Methodological competence of the future leader of the vocal ensemble: categorical analysis of the problem]. *Naukovi zapysky. Scientific notes*. 1. 189-192. [in Ukrainian].
3. Shumska O., Oleshko V., Oleshko T. (2018) *Teoriia i metodyka ansamblevoho vykonavstva*. [Theory and methodology of ensemble performance]. *navch. posib. Kharkiv : KhHPA*, 202. [in Ukrainian].
4. Caro M., Palazzolo S. (2024) *The ethical model of orchestra conducting: a psychological and philosophical perspective*. Taylor & Francis Group. 1. 41-66.
5. Homer U. (2025) *Shamber music*. Britannica. 2025. URL: https://www.britannica.com/art/chamber-music?utm_source=
6. Montemayor M., Silvey B. (2023) *Conductor Expressivity Affects Evaluation of Rehearsal Instruction*. NFHS. URL: https://www.nfhs.org/articles/conductor-expressivity-affects-evaluation-of-rehearsal-instruction/?utm_source=chatgpt.com.
7. Sacks A. M. (2016) *A Comparative History and the Importance of Chamber Music*. Capstone Projects and Masters Theses. 1. 542-580. [in English].
8. Volpe G. *Measuring social interaction in music ensembles*. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4843615/?utm_source=chatgpt.com.