






# ДИАГНОСТИКА ЛОКОМОТИВНОГО СИНДРОМА ПРИ ОСТЕОАРТРИТЕ У ЛИЦ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

DOI: 10.37586/2686-8636-4-2025-538-545

УДК: 616.72-007.248

Иванюк М. М. <sup>1\*</sup>, Кабалык М. А. <sup>1, 2</sup>, Гороховская П. В. <sup>1</sup>, Плехова Н. Г. <sup>2</sup>,  
Агеева О. Ю. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> КГБУЗ «ГВВ», Владивосток, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО ТГМУ, Владивосток, Россия ФГБОУ ВО ТГМУ, Владивосток, Россия

\*Автор, ответственный за переписку, Иванюк Мария Михайловна.

E-mail: mariaivanuk1999@gmail.com

## Резюме

Нарушение функций опорно-двигательного аппарата представляет большую медико-социальную проблему для лиц старших возрастных групп. Клинический феномен локомotивного синдрома (ЛС) наблюдается при старческой астении (СА), является ключевым при дегенеративно-воспалительных заболеваниях суставов. Статья посвящена критическому анализу литературных данных о ЛС с точки зрения гериатрии и артрологии. В статье подчеркивается, что традиционные методы диагностики заболеваний суставов не в полной мере учитывают важнейший клинический и прогностический аспект — реальные физические возможности пациента, которые напрямую влияют на качество жизни и уровень автономности. В настоящее время растет потребность в разработке комплексных методов клинической оценки, ориентированных на функциональные показатели и раннее выявление ЛС у пожилых пациентов с остеоартритом (ОА) и СА. **Цель обзора.** Критический анализ существующих подходов к диагностике ЛС у пожилых пациентов с ОА, определение векторов дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** остеоартрит; локомotивный синдром; подвижность; старение; старческая астения; функциональная активность; GLFS-25.

**Для цитирования:** Иванюк М. М., Кабалык М. А., Гороховская П. В., Плехова Н. Г., Агеева О. Ю. Диагностика локомotивного синдрома при остеоартрите у лиц пожилого и старческого возраста: обзор литературы. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2025; 4(24): 538–545. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2025-538-545.

Поступила: 09.06.2025. Принята к печати: 08.07.2025. Дата онлайн-публикации: 15.12.2025.

## DIAGNOSIS OF LOCOMOTIVE SYNDROME IN OSTEOARTHRITIS IN ELDERLY AND SENILE INDIVIDUALS: LITERATURE REVIEW

Ivaniuk M. M. <sup>1\*</sup>, Kabalyk M. A. <sup>1, 2</sup>, Gorokhovskaya P. V. <sup>1</sup>, Plekhova N. G. <sup>2</sup>, Ageeva O. Y. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hospital for War Veterans, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup> Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

\* Corresponding author: Ivaniuk Mariia Mikhailovna. E-mail: mariaivanuk1999@gmail.com

## Abstract

Disorders of the musculoskeletal system pose a major medical and social problem for older people. The clinical phenomenon of locomotive syndrome (LS) is observed in senile asthenia (SA) and is a key feature of degenerative and inflammatory joint diseases. This article is a critical analysis of the literature on LS from the perspective of geriatrics and arthrology. It highlights that traditional methods for diagnosing joint diseases don't fully consider a key clinical and prognostic aspect: the patient's actual physical abilities, which directly affect their quality of life and level of independence. Currently, there is a growing need to develop comprehensive clinical assessment methods focused on functional indicators and early detection of joint diseases in elderly patients with osteoarthritis (OA) and SA.

**Objective of the review.** Critical analysis of existing approaches to the diagnosis of sarcopenia in elderly patients with osteoarthritis and to identifying directions for future research.

**Keywords:** osteoarthritis; locomotive syndrome; mobility; aging; functional ability; frailty; GLFS-25.

**For citation:** Ivaniuk M. M., Kabalyk M. A., Gorokhovskaya P. V., Plekhova N. G., Ageeva O. Y. Diagnosis of Locomotive Syndrome in Osteoarthritis in Elderly and Senile Individuals: Literature Review. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2025; 4 (24) : 538–545. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2025-538-545.

Received: 09.06.2025. Accepted: 08.07.2025. Published online: 15.12.2025.

## ВВЕДЕНИЕ

Остеоартрит (ОА) — дегенеративно-воспалительное прогрессирующее заболевание, характеризующееся вовлечением в патологический процесс всех тканей суставов, что приводит к таким симптомам, как боль, скованность, отек и уменьшение диапазона движений. В настоящее время ОА болеют более 500 млн человек во всем мире [1]. Заболеваемость ОА резко увеличивается с возрастом. Так, более 40 % всех случаев ОА приходится на людей старше 65 лет [2]. Согласно демографическим прогнозам, к 2050 г. численность пожилого населения в мире увеличится примерно на 20 %, при этом прогнозируется увеличение случаев ОА на 48–95 % в зависимости от локализации [2, 3]. По мере старения населения возрастает не только социальное бремя, включающее в себя возросшие потребности в уходе, социальную изоляцию, снижение качества жизни, но и финансовое — прямые и косвенные расходы на здравоохранение.

Связь между старением и ОА подробно описана, при этом возраст является основным фактором риска развития и прогрессирования заболевания [2, 4, 5]. Однако ОА — это не просто следствие возрастного износа суставов, а сложное состояние, тесно переплетенное с фундаментальными процессами старения, включая эпигенетические изменения, сенесценцию, нарушение регуляции аутофагии и системное воспаление [2, 5, 6].

ОА клинически интерпретируется путем оценки боли, функциональных нарушений и рентгенологических признаков. Боль является одной из ключевых причин инвалидности, при этом ее интенсивность тесно связана со степенью функциональных ограничений. Известно, что более сильные болевые ощущения неизменно связаны с ухудшением функции, особенно при прогрессирующем ОА [7]. Боль при ОА связана с высоким риском падений [8]. Примечательно, что ее выраженность до эндопротезирования с большой долей вероятности прогнозирует сохранение болевых ощущений и функциональных ограничений даже через 5 лет после тотального эндопротезирования коленного сустава, что подчеркивает влияние боли на долгосрочные клинические исходы [9].

Еще одним критическим аспектом ОА являются функциональные нарушения: ограничение скорости ходьбы, трудности при ходьбе по лестнице, проблемы с переходом из положения сидя в положение стоя и ограниченная подвижность. Индекс WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) долгое время считается золотым стандартом оценки функциональных нарушений при ОА, фокусируясь на трех ключевых областях: боли, скованности, физической функции. Однако в настоящее время признается, что перекрест между подшкалами боли и функции этого опросника может ограничивать его способность обнаруживать изменения в функциональном состоянии [10]. Недостатком WOMAC является также низкая чувствительность для обнаружения ранних функциональных изменений или мониторинга незначительных улучшений после вмешательств. Это привело к созданию основного набора показателей эффективности OARSI (Osteoarthritis Research Society International), включающего 5 тестов: 30-секундный на вставание со стула (30sCST), быстрой ходьбы на 40 м (40MFPW), подъема по лестнице (SCT), «встань и иди» (TUG) и 6-минутной ходьбы (6MWT); при этом первые 3 являются минимальным основным набором. Несмотря на свою надежность, тесты показали ограниченную валидность и чувствительность к изменениям во времени. Это позволяет предположить, что данный набор может не в полной мере охватывать все аспекты функциональных изменений [11]. Ограничением существующих инструментов для оценки функциональности у пациентов с ОА является их узкая направленность. Большинство инструментов, в том числе WOMAC и OARSI, были разработаны специально для оценки ОА коленного и тазобедренного суставов [12, 13]. Такой узкоспециализированный подход может не охватывать системную природу функциональных нарушений при ОА, особенно у пациентов с полиартрозом.

Рентгенологическое стадирование играет одну из центральных ролей в комплексной оценке ОА. Однако применение и ценность метода являются предметом споров, особенно в отношении его взаимосвязи с клинической картиной. Так, давно существующей проблемой является несоответствие между

рентгенологическими данными и симптомами. Поперечное исследование 125 пациентов с ОА коленного сустава не обнаружило значимой связи между общими рентгенологическими шкалами и клиническими проявлениями, включая боль, скованность и нетрудоспособность [14]. Тот факт, что структурные изменения, характерные для ОА, выявляются у подавляющего большинства пожилых людей, также затрудняет диагностику заболевания. В частности, исследования показывают, что подвывих мениска и медиальные большеберцовые остеофиты наблюдаются у 98,7 и 99,3 % пожилых людей соответственно. Эти цифры свидетельствуют о том, что определенные структурные изменения могут быть явлениями, связанными с возрастом, а не прямыми показателями наличия заболевания или функционального ограничения [15].

Обнаружение остеофитов при проведении рентгенографического исследования у пожилых создает существенную проблему для системы классификации, которая в значительной степени опирается на них как на диагностический маркер, особенно для дифференциации ранних стадий ОА. Это может привести к гипердиагностике или неправильной интерпретации результатов у данной возрастной группы при использовании различных классификаций, таких как Келлгрена — Лоуренса. Также известно, что только 4-я степень данной системы значительно связана со снижением физической функции. Это позволяет предположить, что для ранних стадий заболевания рентгенологическое стадирование не является особенно информативным [16]. Таким образом, связь между рентгенологической тяжестью ОА и функциональными нарушениями не всегда однозначна, что свидетельствует о сложных взаимодействиях между структурными повреждениями, симптомами и функциональными результатами.

### **ОСТЕОАРТРИТ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЛОКОМОТИВНОГО СИНДРОМА: СОВРЕМЕННЫЕ КЛИНИКО- ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

ОА значительно влияет на функциональную подвижность, внося существенный вклад в развитие ЛС — состояния снижения подвижности, вызванного поражением опорно-двигательного аппарата. Риск ЛС при ОА коленного сустава III степени значительно увеличивается по сравнению с ОА II степени [17]. Эта тесная связь подчеркивает, что ухудшение состояния суставов способствует большему ограничению подвижности.

Недавние исследования пролили свет на сложные механизмы, посредством которых ОА способствует прогрессированию ЛС. Воспаление, боль и выпот в суставе способствуют развитию артрогенного мышечного торможения, вызывают изменения в афферентной сигнализации от механорецепторов внутри и вокруг пораженного сустава, что приводит к рефлекторному торможению активации двигательных нейронов и в итоге прогрессирующей слабости мышц [18]. Относительно недавно выявленный механизм, связывающий ОА и ЛС, — это восприимчивость к мышечному воспалению, определяемая как повышенная воспалительная активность околоуставных мышц, присутствующая на конечной стадии ОА и обуславливающая усиленный катаболизм белка и атрофию мышц [19]. Биомеханические факторы, такие как изменение модели походки, нестабильность суставов, дополнительные компенсаторные движения, могут ускорить функциональный спад, характерный для ЛС. Так, люди без дегенеративных заболеваний опорно-двигательного аппарата, включая ОА, демонстрируют большую силу мышц спины, физическую работоспособность, лучшее равновесие, больший поясничный лордоз и наклон крестца, чем люди с этими состояниями [20].

### **СВЯЗЬ ЛОКОМОТИВНОГО СИНДРОМА И СТАРЕНИЯ**

Аналогично ОА, распространенность ЛС увеличивается с возрастом, причем после 70 лет отмечается более выраженный рост заболеваемости [21]. Старение неразрывно связано с постепенным ухудшением работы опорно-двигательной системы организма, включающей кости, суставы, мышцы, хрящи и нервы. Этот многофакторный процесс включает в себя сенесценцию, снижение регенеративной способности, кумулятивные эффекты износа, а также инфламейджинг [22–24]. Хотя основной причиной ЛС является старение, его возникновение обусловлено совокупным воздействием не только возрастных изменений, но и хронических заболеваний и других различных коморбидных состояний и факторов риска [25].

### **ЛОКОМОТИВНЫЙ СИНДРОМ У ПОЖИЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРИТОМ: СЛОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ**

ЛС, являясь компонентом ОА и СА, создает многофакторную природу снижения функциональности. Среди пациентов с ОА коленного сустава, ожидающих хирургического вмешательства, у 85,3 % наблюдался тяжелый

ЛС, у 26,8 % — СА и у 6,8 % — саркопения [26]. Одновременное наличие СА и ОА скрывает первичную этиологию функциональных нарушений, особенно у пациентов с рентгенологически подтвержденным ОА, у которых наблюдается вторичная мышечная атрофия

и трудности при ходьбе могут отражать боль в суставах, а не истинную потерю мышечной массы. Это осложняет определение причин конкретных ограничений подвижности, что снижает надежность клинической дифференциации (рис. 1).

Рисунок 1. Схема клинической реализации ЛС у лиц пожилого и старческого возраста при ОА

Figure 1. Scheme for the clinical implementation of locomotive syndrome management in elderly and senile individuals with osteoarthritis

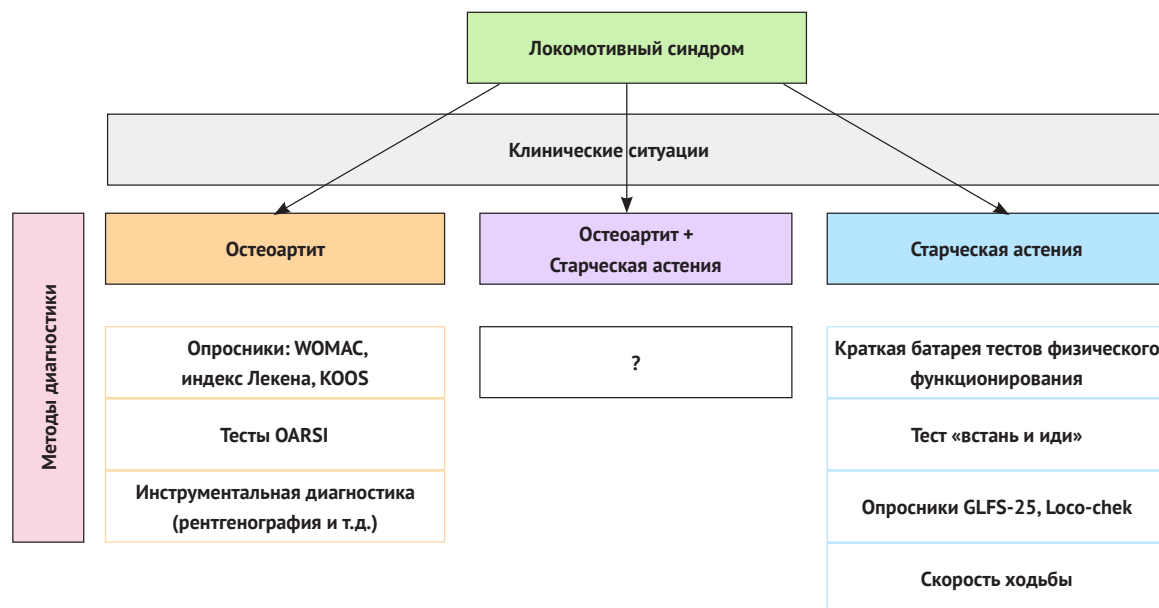


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным / The figure is prepared by the authors using their own data

## ВЛИЯНИЕ ЛЕЧЕНИЯ ОСТЕОАРТРИТА НА ЛОКОМОТИВНЫЙ СИНДРОМ

Фактические данные свидетельствуют о том, что вмешательства при ОА могут значительно улучшить исходы ЛС. Исследования, оценивающие диапазон движения, обнаружили значительные улучшения в сгибании колена и вращении бедра после диетических вмешательств у пациентов с ОА, что предполагает, что функциональные ограничения при ОА могут быть изменяемыми и не являются исключительно следствием старения [27]. Хотя ЛС исследователями конкретно не рассматривался, улучшение функциональных показателей указывает на потенциальные преимущества для общей мобильности. Однако не только консервативные методы существенно влияют на исходы ЛС у людей с ОА. Было показано, что после эндопротезирования коленных суставов все 3 компонента теста на риск ЛС показали значительные улучшения по сравнению с исходным уровнем, а доля пациентов с ЛС 3-й стадии снизилась с 82,3 до 33,9 % после операции [28]. Это говорит о том, что лечение тяжелой формы ОА коленного сустава может значительно снизить риск и прогрессирование ЛС. Важно

отметить, что не было значительной разницы в улучшении между более молодыми (60–74 года) и более старшими ( $\geq 75$  лет) возрастными группами. Это позволяет предположить, что вмешательства могут быть эффективными независимо от возраста.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЛОКОМОТИВНОГО СИНДРОМА: ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ

Эффективный мониторинг исходов заболевания в процессе лечения подразумевает регулярную оценку с использованием инструментов для оценки ЛС. К сожалению, на современном этапе не существует единого золотого стандарта оценки ЛС. Однако врачи и исследователи используют несколько дополнительных методов, часто сочетая инструменты на основе опросников и тестов физических функций. Наиболее известной комбинацией методов является тест на риск ЛС, состоящий из шкалы гериатрической двигательной функции, включающей 25 вопросов (The 25-question Geriatric Locomotive Function Scale, GLFS-25); теста вставания со стула (Stand-Up Test) и теста двух шагов (Two-Step Test).



## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЛОКОМОТИВНОГО СИНДРОМА ПРИ ОСТЕОАРТРИТЕ

Каждый из инструментов имеет отличительные качества в контексте ОА. Ключевая особенность опросника GLFS-25 — выявление ограничения активности, связанного с болью, до появления рентгенологических изменений при ОА, а также учет многофакторности боли, включая ее психосоциальные и функциональные последствия [8, 29]. К сожалению, шкала может не различать происхождение боли [30].

Тест вставания со стула продемонстрировал особенно сильную связь с ОА коленного сустава. В поперечном исследовании с участием 225 пациентов люди, с трудом встающие с сиденья высотой 40 см при помощи одной ноги, примерно в 5,5 раза чаще имеют ОА коленного сустава. Интересно, что связь между тестом на вставание и гонартрозом оказалась сильнее всего на стадии 1, а не на стадии 2. Это позволяет предположить, что «вставание со стула», в отличие от других тестов на ЛС, может быть особенно чувствительным к ранним функциональным ограничениям при ОА коленного сустава [31]. Приведенные данные указывают на потенциальную ценность теста на вставание для раннего выявления нарушений подвижности у людей с ОА коленного сустава. Вместе с тем то же исследование продемонстрировало, что тест двух шагов и GLFS-25 не показали подобной сильной корреляции с гонартрозом [31]. Несмотря на свою полезность, тест вставания со стула имеет несколько важных ограничений. Пациенты с тяжелым ОА тазобедренного или коленного сустава могут быть неспособны выполнить тест адекватно, что может привести к эффектам пола, когда тест не может различать разные уровни нарушений [32].

Тест двух шагов менее изучен в контексте ОА по сравнению с тестом вставания со стула. Однако существующие исследования показывают, что он эффективно фиксирует функциональные ограничения, связанные с ОА тазобедренного и коленного суставов [33, 34].

Примечателен тот факт, что пациенты с ОА коленного сустава по сравнению с пациентами с ОА других локализаций постоянно демонстрируют худшие результаты в тестах «двух шагов» и «вставания со стула» даже после вмешательства. Это указывает на то, что при выборе и интерпретации тестов для оценки ЛС необходимо учитывать конкретную локализацию ОА. Более целенаправленный подход может включать акцент на различных тестах в зависимости от пораженного сустава. Для ОА тазобедренного сустава GLFS-25 и тест вставания

со стула кажутся особенно эффективными, при этом второй показывает значительный потенциал улучшения после вмешательства. Для ОА коленного сустава может потребоваться комплексный подход, включающий несколько тестов, поскольку пациенты с такой локализацией ОА часто демонстрируют постоянные ограничения в тестах физической работоспособности даже после лечения [34, 35].

Предполагается, что важнейшим ограничением для большинства тестов физических функций для оценки ЛС является их нечувствительность к раннему ОА без явной потери подвижности. Улучшение показателей в тестах на оценку ЛС после тотального эндопротезирования свидетельствует о том, что эти инструменты фиксируют тяжелые стадии заболевания, требующие хирургической коррекции, но могут быть недостаточно чувствительными для раннего выявления ОА. Еще одним ограничением является то, что все компоненты теста на риск ЛС могут неадекватно различать ограничения, характерные для тазобедренного и коленного суставов у пациентов с полиартрозом [33, 36–38].

Имеются данные, что чувствительность тестов для оценки ЛС варьируется в зависимости от локализации ОА. Пациенты с патологией суставов стопы и голеностопного сустава, как правило, показывали лучшие результаты в тестах на ЛС по сравнению с пациентами с артритами коленных и тазобедренных суставов как до, так и после операции. Это говорит о том, что состояние дистальных отделов нижних конечностей может оказывать меньшее влияние на функциональные области, оцениваемые тестами на ЛС, по сравнению с более проксимальными [35, 39].

У пациентов с ОА тазобедренного сустава часто наблюдаются общие улучшения по всем трем тестам после хирургического вмешательства. Это позволяет предположить, что функция тазобедренного сустава имеет более широкое влияние на общую подвижность [34, 35]. Люди, имеющие гонартроз и коксартроз, демонстрируют схожие улучшения в тесте двух шагов после хирургического вмешательства, что может свидетельствовать об одинаковом влиянии этих состояний на определенные аспекты двигательной функции. Однако пациенты с ОА тазобедренного сустава показали лучшие результаты по шкале GLFS-25 после операции по сравнению с пациентами с ОА коленного сустава: 15 из 25 позиций показали улучшение более чем у 60 % пациентов, при этом самые высокие показатели улучшения были отмечены в вопросах, связанных с быстрой ходьбой, подъемом по лестнице и болью

в нижних конечностях [34]. Это говорит о том, что ОА тазобедренного сустава может влиять на более широкий спектр повседневной деятельности и функциональных движений, которые способствуют развитию ЛС. Снижение выраженности ЛС 3-й стадии через 2 года после эндопротезирования продемонстрировали примерно 55,2 % пациентов с ОА коленного сустава. Это число существенно, однако значение аналогичного показателя улучшения у пациентов с ОА тазобедренного сустава заметно выше — 75,6 % [40].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка функциональных нарушений при ОА с точки зрения ЛС дает значительные преимущества по сравнению с рентгенографией и оценкой боли. Функциональный подход способствует ранней диагностике нарушений локомоторных функций и, следовательно, своевременному началу лечения. Требуются дальнейшие исследования для разработки более чувствительных инструментов ранней диагностики функциональных нарушений у пожилых пациентов с ОА и дифференцированных подходов к лечению пациентов с различными локализациями поражения.

Разработка суррогатных конечных точек для клинических исследований при нарушениях функций опорно-двигательного аппарата, включая ОА и ЛС,— важнейшее условие для повышения качества медицинской помощи.

Таким образом, становится очевидной необходимость перехода от структурно-ориентированной диагностики ОА к функционально-ориентированной модели. Это позволит разрабатывать более эффективные, целенаправленные стратегии лечения, направленные на сохранение двигательной активности.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации согласно государственному заданию № 056-00055-24-00 «Структурные и клеточно-молекулярные механизмы возрастного ремоделирования соединительной ткани при заболеваниях опорно-двигательного аппарата».

**Funding Sources:** This work was carried out with the financial support of the Ministry of Health of the Russian Federation in accordance with the state assignment No. 056-00055-24-00 «Structural and cellular-molecular mechanisms of age-related remodeling of connective tissue in musculoskeletal diseases».

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

**Conflict of Interests.** The authors declare no conflicts of interest.

**Вклад авторов.** Иванюк М. М. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование. Кабалык М. А. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование. Гороховская П. В. — написание текста. Плехова Н. Г. — сбор и обработка материала, написание текста. Агеева О. Ю. — сбор и обработка материала, написание текста.

**Author contribution.** Ivaniuk M. M. — conceptualization, research design, writing, editing. Kabalyk M. A. — conceptualization, research design, writing, editing. Gorokhovskaya P. V. — writing. Plekhova N. G. — data collection and processing, writing. Ageeva O. Y. — data collection and processing, writing.

## ORCID АВТОРОВ:

Иванюк М. М. / Ivaniuk M. M. — 0009-0002-1850-3979  
Кабалык М. А. / Kabalyk M. A. — 0000-0003-0054-0202  
Гороховская П. В. / Gorokhovskaya P. V. — 0009-0009-5966-9749  
Плехова Н. Г. / Plekhova N. G. — 0000-0002-8701-7213  
Агеева О. Ю. / Ageeva O. Y. — 0009-0002-1133-2484

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Yao Q., Wu X., Tao C., et al. Osteoarthritis: pathogenic signaling pathways and therapeutic targets. *Signal Transduct Target Ther.* 2023 ; 8 (1) : 56. doi: 10.1038/s41392-023-01330-w.
2. Wakale S., Wu X., Sonar Y., et al. How are Aging and Osteoarthritis Related? *Aging Dis.* 2023 ; 14 (3) : 592–604. doi: 10.14336/AD.2022.0831.
3. GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990–2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol.* 2023 ; 5 (9) : e508–e522. doi: 10.1016/S2665-9913(23)00163-7.
4. Atasoy-Zeybek A., Showel K. K., Nagelli C. V., et al. The intersection of aging and estrogen in osteoarthritis. *NPJ Womens Health.* 2025 ; 3 (1) : 15. doi: 10.1038/s44294-025-00063-1.
5. Diekmann B. O., Loeser R. F. Aging and the emerging role of cellular senescence in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2024 ; 32 (4) : 365–371. doi: 10.1016/j.joca.2023.11.018.
6. Liu S., Zhang G., Li N., Wang Z., Lu L. The Interplay of Aging and PANoptosis in Osteoarthritis Pathogenesis: Implications for Novel Therapeutic Strategies. *J Inflamm Res.* 2025 ; 18 : 1951–1967. doi: 10.2147/JIR.S489613.
7. Conaghan P., Abraham L., Graham-Clarke E., et al. Fri0396 How does osteoarthritis pain impact function, mobility and requirement for help in daily activities in European patients? *Ann Rheum Dis.* 2020 ; 79 (Suppl 1) : 796. doi: 10.1136/annrheumdis-2020-eular.5341.
8. Sonobe T., Otani K., Sekiguchi M., et al. Radiographic knee osteoarthritis severity has no impact on fall risk: the locomotive syndrome and health outcomes in the aizu cohort study (LOHAS): a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024 ; 25 (1) : 298. doi: 10.1186/s12891-024-07421-1.
9. Olsen U., Sellevold V. B., Gay C.L., et al. Factors associated with pain and functional impairment five years

- after total knee arthroplasty: a prospective observational study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024 ; 25 (1) : 22. doi: 10.1186/s12891-023-07125-y.
10. Stratford P. W., Kennedy D. M. Does parallel item content on WOMAC's pain and function subscales limit its ability to detect change in functional status? *BMC Musculoskelet Disord.* 2004 ; 5 : 17. doi: 10.1186/1471-2474-5-17.
11. Tolk J. J., Janssen R. P. A., Prinsen C. A. C., et al. The OARS core set of performance-based measures for knee osteoarthritis is reliable but not valid and responsive. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 ; 27 (9) : 2898–2909. doi: 10.1007/s00167-017-4789-y.
12. Lee S. H., Kao C. C., Liang H. W., et al. Validity of the Osteoarthritis Research Society International (OARS) recommended performance-based tests of physical function in individuals with symptomatic Kellgren and Lawrence grade 0–2 knee osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022 ; 23 (1) : 1040. doi: 10.1186/s12891-022-06012-2.
13. Wolfe F., Kong S.X. Rasch analysis of the Western Ontario MacMaster questionnaire (WOMAC) in 2205 patients with osteoarthritis, rheumatoid arthritis, and fibromyalgia. *Ann Rheum Dis.* 1999 ; 58 (9) : 563–568. doi: 10.1136/ard.58.9.563.
14. Safaa A. Mahran, Amro Y. Elias, Fadwa S. Janbi, et al. Relationship Between Clinical and Radiographic Findings in Osteoarthritis Knee: A Cross-Sectional Study. *JKAU Med Sci.* 2023 ; 22 (2) : 1–9. doi: 10.4197/Med.22-2.1.
15. Negishi Y., Kaneko H., Aoki T., et al. Medial meniscus extrusion is invariably observed and consistent with tibial osteophyte width in elderly populations: *The Bunkyo Health Study.* *Sci Rep.* 2023 ; 13 (1) : 22805. doi: 10.1038/s41598-023-49868-7.
16. Sonobe T., Otani K., Sekiguchi M., Otoshi K., Nikaido T., Konno S., Matsumoto Y. Influence of Knee Osteoarthritis Severity, Knee Pain, and Depression on Physical Function: A Cross-Sectional Study. *Clin Interv Aging.* 2024 ; 19 : 1653–1662. doi: 10.2147/CIA.S470473.
17. Anees N., Saeed A., Riaz H., Khan F. M. Association of locomotive syndrome risk with knee osteoarthritis. *RMJ.* 2020 ; 45 (4) : 846–849.
18. Konishi Y., Yoshii R., Ingersoll C. D. Gamma Loop Dysfunction as a Possible Neurophysiological Mechanism of Arthrogenic Muscle Inhibition: A Narrative Review of the Literature. *J Sport Rehabil.* 2022 ; 31 (6) : 736–741. doi: 10.1123/jsr.2021-0232.
19. Bridges S. L. Jr, Sun D., Graham Z. A., et al. Muscle Inflammation Susceptibility: A Potential Phenotype for Guiding Precision Rehabilitation After Total Hip Arthroplasty in End-Stage Osteoarthritis. *HSS J.* 2023 ; 19 (4) : 453–458. doi: 10.1177/15563316231190402.
20. Imagama S., Ando K., Kobayashi K., et al. Musculoskeletal Factors and Geriatric Syndromes Related to the Absence of Musculoskeletal Degenerative Disease in Elderly People Aged over 70 Years. *Biomed Res Int.* 2019 ; 2019 : 7097652. doi: 10.1155/2019/7097652.
21. Ikemoto T., Arai Y. C. Locomotive syndrome: clinical perspectives. *Clin Interv Aging.* 2018 ; 13 : 819–827. doi: 10.2147/CIA.S148683.
22. Wan M., Gray-Gaillard E. F., Elisseeff J. H. Cellular senescence in musculoskeletal homeostasis, diseases, and regeneration. *Bone Res.* 2021 ; 9 (1) : 41. doi: 10.1038/s41413-021-00164-y.
23. Lee D. Y., Bahar M. E., Kim C. W., et al. A Double-Edged Sword in Cartilage Aging and Mechanical Stress Response: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2024 ; 13 (10) : 3005. doi: 10.3390/jcm13103005.
24. Cornish S. M., Cordingley D. M. Inflammatory pathway communication with skeletal muscle—Does aging play a role? A topical review of the current evidence. *Physiol Rep.* 2024 ; 12 (11) : e16098. doi: 10.14814/phy2.16098.
25. Morita Y., Ito H., Kawaguchi S., et al. Systemic chronic diseases coexist with and affect locomotive syndrome: The Nagahama Study. *Mod Rheumatol.* 2023 ; 33 (3) : 608–616. doi: 10.1093/mr/roac039.
26. Inui K., Maeda S., Yamada S., et al. Knee joint dysfunction in the patients immediately before arthroplasty was well reflected by locomotive syndrome, not physical frailty. *Mod Rheumatol.* 2025;35(3):579–584. doi: 10.1093/mr/roae093.
27. Dyer J., Davison G., Marcora S. M., et al. Effect of a Mediterranean Type Diet on Inflammatory and Cartilage Degradation Biomarkers in Patients with Osteoarthritis. *J Nutr Health Aging.* 2017 ; 21 (5) : 562–566. doi: 10.1007/s12603-016-0806-y.
28. Ogata T., Yamada K., Miura H., et al. Feasibility and applicability of locomotive syndrome risk test in elderly patients who underwent total knee arthroplasty. *Mod Rheumatol.* 2023 ; 33 (6) : 1197–1203. doi: 10.1093/mr/roac131.
29. Nakahara E., Iidaka T., Chiba A., et al. Identifying factors associated with locomotive syndrome using machine learning methods: The third survey of the research on osteoarthritis/osteoporosis against disability study. *Geriatr Gerontol Int.* 2024 ; 24 (8) : 806–813. doi: 10.1111/ggi.14923.
30. Kobayashi T., Morimoto T., Otani K., Mawatari M. Locomotive Syndrome and Lumbar Spine Disease: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2022 ; 11 (5) : 1304. doi: 10.3390/jcm11051304.
31. Ohsawa T., Yanagisawa S., Shiozawa H., et al. Relationship between knee osteoarthritis and the locomotive syndrome risk tests: A cross-sectional study. *J Orthop Sci.* 2016 ; 21 (4) : 512–516. doi: 10.1016/j.jos.2016.03.011.
32. Taniguchi N., Jinno T., Ohba T., et al. Differences of 2-year longitudinal changes of locomotive syndrome among patients treated with thoracolumbar interbody fusion, total hip arthroplasty, and total knee arthroplasty for degenerative diseases. *Mod Rheumatol.* 2022 ; 32 (3) : 641–649. doi: 10.1093/mr/roab033.
33. Miyazaki S., Fujii Y., Tsuruta K., et al. Spatiotemporal gait characteristics post-total hip arthroplasty and its impact on locomotive syndrome: a before-after comparative study in hip osteoarthritis patients. *PeerJ.* 2024 ; 12 : e18351. doi: 10.7717/peerj.18351.
34. Miyazaki S., Tsuruta K., Yoshinaga S., et al. Investigation of locomotive syndrome improvement by total hip arthroplasty in patients with hip osteoarthritis: A before-after comparative study focusing on 25-question geriatric locomotive function scale. *PLoS One.* 2024 ; 19 (6) : e0315353. doi: 10.1371/journal.pone.0315353.
35. Kato S., Kurokawa Y., Kabata T., et al. Improvement of locomotive syndrome with surgical treatment in patients with degenerative diseases in the lumbar spine and lower extremities: a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 ; 21 (1) : 515. doi: 10.1186/s12891-020-03547-0.
36. Miyazaki S., Yoshinaga S., Tsuruta K., et al. Total Knee Arthroplasty Improved Locomotive Syndrome in Knee Osteoarthritis Patients: A Prospective Cohort Study Focused on Total Clinical Decision Limits Stage 3. *Biomed Res Int.* 2021 ; 2021 : 3919989. doi: 10.1155/2021/3919989.
37. Taniguchi N., Jinno T., Ohba T., et al. Differences of 2-year longitudinal changes of locomotive syndrome among patients treated with thoracolumbar interbody fusion, total hip arthroplasty, and total knee arthroplasty for degenerative diseases. *Mod Rheumatol.* 2022 ; 32 (3) : 641–649. doi: 10.1093/mr/roab033.
38. Kobayashi T., Morimoto T., Shimanoe C., Ono R., Otani K., Mawatari M. Clinical characteristics of locomotive syndrome categorised by the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale: a systematic review. *BMJ Open.* 2023 ; 13 (5) : e068645. doi: 10.1136/bmjopen-2022-068645.

39.Kato S., Demura S., Kabata T., et al. Evaluation of locomotive syndrome in patients receiving surgical treatment for degenerative musculoskeletal diseases: A multicentre prospective study using the new criteria. *Mod Rheumatol.* 2022 ; 32 (4) : 822–829. doi: 10.1093/mr/roab045.

40.Taniguchi N., Jinno T., Ohba T., et al. Differences of 2-year longitudinal changes of locomotive syndrome among

patients treated with thoracolumbar interbody fusion, total hip arthroplasty, and total knee arthroplasty for degenerative diseases. *Mod Rheumatol.* 2022 ; 32 (3) : 641–649. doi: 10.1093/mr/roab033.