

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ



<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-2-151-160>

УДК: 616.72

© Стемковская А.И., Зискинд Г.А., 2025

ОБЗОР/Review

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С КОКСАРТРОЗОМ

А.И. СТЕМКОВСКАЯ, Г.А. ЗИСКИНД

МК РУТ (МИИТ). 129128, Москва, Россия

Резюме

Введение. Все большее количество людей, в том числе и старшего поколения, выбирают активный образ жизни. Однако, в связи с этим стремительно растет число заболеваний, связанных с дегенерацией тканей скелета. Актуальность работы обусловлена тем, что коксартроз является социально значимым заболеванием, ввиду частой временной или полной утратой трудоспособности населения, а также в связи с значительными экономическими затратами на лечение.

Цель: основной целью настоящей работы является обобщение современных знаний о патофизиологических особенностях течения коксартроза, методах его диагностики и лечения.

Основная часть

Проведен обзор литературы по современным аспектам этиологии, классификации, патогенеза, клинической картины. Определены основные современные диагностические методы, оценены их недостатки и преимущества. Проведена оценка клинической эффективности как медикаментозной терапии, так и немедикаментозных методов лечения. Рассмотрены аспекты хирургического лечения коксартроза. Особое внимание уделено вопросам выбора оптимального хирургического доступа при выполнении эндопротезирования тазобедренного сустава.

Заключение. Значимое увеличение количество пациентов, страдающих коксартрозом, резкое омоложение заболевания требует детальной оценки современных методов лечения и разработки новых подходов к хирургическому лечению с целью снижения осложнений и ускорению реабилитации пациентов.

Ключевые слова: коксартроз, эндопротезирование, хирургический доступ, артроскопическая санация

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Стемковская А.И., Зискинд Г.А. Современные аспекты в лечении пациентов с коксартрозом. *Московский хирургический журнал*, 2025. № 2. С. 151–160. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-2-151-160>

Вклад авторов: Стемковская А.И. – сбор и обработка данных, подготовка рукописи. Зискинд Г.А. – редактирование рукописи.

MODERN ASPECTS IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH COXARTHROSIS

ALEXANDRA I. STEMKOVSKAYA, GREGORY A. ZISKIND

Medical College of the Russian University of Transport. 129128, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. An increasing number of people, including the older generation, are choosing an active lifestyle. However, in this regard, the number of diseases associated with degeneration of skeletal tissues is rapidly increasing. The relevance of the work is due to the fact that coxarthrosis is a socially significant disease, due to the frequent temporary or complete disability of the population, as well as due to the significant economic costs of treatment.

Purpose: the main purpose of this work is to summarize current knowledge about the pathophysiological features of coxarthrosis, methods of its diagnosis and treatment.

The main part. A review of the literature on modern aspects of etiology, classification, pathogenesis, and clinical presentation has been conducted. The main modern diagnostic methods are identified, their disadvantages and advantages are evaluated. The clinical efficacy of both drug therapy and non-drug treatment methods has been evaluated. The aspects of surgical treatment of coxarthrosis are considered. Special attention is paid to the issues of choosing the optimal surgical access when performing hip arthroplasty.

Conclusion. A significant increase in the number of patients suffering from coxarthrosis, a dramatic rejuvenation of the disease requires a detailed assessment of modern treatment methods and the development of new approaches to surgical treatment in order to reduce complications and accelerate the rehabilitation of patients.

Key words: coxarthrosis, endoprosthetics, surgical access, arthroscopic rehabilitation

Conflict of interests: none.

For citation: Stemkovskaya A.I., Ziskind G.A. Modern aspects in the treatment of patients with coxarthrosis. *Moscow Surgical Journal*, 2025, № 2, pp. 151–160. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-2-151-160>

Contribution of the authors: Stemkovskaya A.I. – collection and processing of data, preparation of the manuscript. Ziskind G.A. – editing of the manuscript.

Введение

Все большее количество людей, в том числе и старшего поколения, выбирают активный образ жизни, спорт, путешествия. В связи с этим в обществе растет интерес к сохранению здоровья на долгие годы, к активному долголетию. Однако, в связи с этим стремительно растет число заболеваний, связанных с дегенерацией тканей скелета. По данным Ассоциации ревматологов России и Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) остеоартрозом болеет более 30 % населения земного шара.

Согласно клиническим рекомендациям Ассоциации Ревматологов России от 2013 года, остеоартроз – гетерогенная группа заболеваний различной этиологии со сходными биологическими, морфологическими, клиническими проявлениями и исходом, в основе которых лежит поражение всех компонентов сустава, в первую очередь хряща, а также субхондральной кости, синовиальной оболочки, связок, капсулы, околоуставных мышц.

Коксартроз (КА) – заболевание тазобедренного сустава дегенеративно-дистрофического характера, сопровождающееся выраженным болевым суставным синдромом и ограничением движений в нем, вызванных деградацией суставного хряща.

Актуальность работы обусловлена тем, что коксартроз является социально значимым заболеванием, ввиду частой временной или полной утратой трудоспособности населения, столкнувшегося с этим заболеванием, а также в связи с значительными экономическими затратами на лечение, которые несет государство. При отсутствии необходимого лечения исходом его становится ранняя инвалидизация населения, в том числе лиц молодого возраста [20, 27]. Число заболеваний коксартрозом в современном мире прогрессирует. Среди людей в возрасте 25 лет и старше частота выявления остеоартроза (ОА) как минимум одного сустава составляет 13,9 %, в то время как в возрасте старше 65 лет ОА страдают уже 33,6 % населения. По последним оценкам Центра по контролю и профилактике заболеваний, в США дегенеративными заболеваниями различных суставов страдают свыше 32,5 миллиона человек. По данным российских авторов, в последние годы распространённость коксартроза в пересчёте на взрослое население (в возрасте 18 лет и старше) достигает 13 % [3]. По данным официальной статистики в Российской Федерации за последние 10 лет число больных ОА увеличилось почти в

2,5 раза [4, 27]. Доля инвалидов по причине КА различного генеза составляет в структуре нетрудоспособных по причине болезней суставов от 20 до 30 % [2, 27].

Приведенная информация свидетельствует о необходимости совершенствования методов лечения, реабилитации и профилактики остеоартроза в целом, и коксартроза в частности.

Цель: основной целью настоящей работы является обобщение современных знаний о патофизиологических особенностях течения коксартроза, методах его диагностики и лечения.

Основная часть

Определение понятия «коксартроз». Этиология, классификация, патогенез, клиническая картина

Коксартроз (КА) – гетерогенная группа заболеваний различной этиологии со сходными биологическими, морфологическими, клиническими проявлениями и исходом, в основе которых лежит поражение всех компонентов сустава: хряща, субхондральной кости, синовиальной оболочки, связок, капсулы, а также периартикулярных мышц [1].

В МКБ-11 коксартроз относится к группе «Артропатии». Группа ученых из Курганского «Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова проводила анализ научной литературы, рассматривающей этиологические и патогенетические механизмы развития заболевания, а также методологию лечения коксартроза. В результате было заключено, что ни в зарубежной, ни в отечественной литературе нет четкого разграничения в определении понятий: «деформирующий артроз» (ДА), «остеоартроз» (ОА), «обменно-дистрофический артроз» (ОДА), «артрозоартрит» (АА), «остеоартрит».

Коксартроз представляет собой сложный системный патологический процесс, происходящий в тазобедренном суставе. По современным представлениям, заболевание возникает в результате сочетанного воздействия различных биологических и механических факторов, таких как генетическая или наследственная предрасположенность, возраст, травмы, аномалии развития сосудов, наличие избыточного веса и неблагоприятных условий окружающей среды и труда, всевозможные патологии метаболизма,

как общего, так и локального, а также сопутствующих заболеваний, и характеризуется прогрессирующим хроническим течением, нарушением суставной функции, болью, деформацией анатомических структур одного или обоих суставов и морфологическими изменениями их тканевых компонентов, временной или стойкой нетрудоспособностью, резким снижением качества жизни. В зависимости от этиологических факторов выделяют первичный или идиопатический и вторичный коксартроз (механоиндуцированный).

Идиопатический коксартроз относится к числу гетерогенных заболеваний, но основная причина, его вызывающая, до сих пор окончательно не установлена. Основной причиной манифестации первичного коксартроза преимущественно считают поражения хряща [2]. Однако, ряд публикаций указывает на то, что инициация патологического процесса происходит в субхондральной пластине, а нарушения структуры суставного хряща возникают или вторично, или одновременно поражаются все ткани сустава [27]. В 2013 году группа ученых Корьяк В.А. на базе Иркутского государственного медицинского университета опубликовала в «Сибирском медицинском журнале» результаты эпидемиологического исследования, согласно которым ведущая роль в развитии заболеваний тазобедренного сустава отводится диспластическим изменениям, то есть, нарушению конгруэнтности суставных поверхностей. Это постепенно приводит к перегрузке сустава, истиранию, дегенерации и растрескиванию хряща вследствие его неравномерного и нерационального использования, от чего он истончается в зоне максимальной нагрузки и теряет свою гидрофильность, снижая тем самым свои амортизационные свойства. Чем выше степень механических перегрузок взаимно опорных зон головки бедренной кости и крыши вертлужной впадины тазобедренного сустава, тем быстрее происходит срыв регенераторных возможностей сустава. Гиалиновый хрящ поражается намного чаще в вертлужной впадине, чем на головке бедренной кости: в 72,2 % и в 16,7 % соответственно [1].

Долгое время считалось, что коксартроз – возрастозависимая патология. Среди заболевших людей преобладают женщины пожилого возраста, а это, вкпе с анализом факторов риска, дало основания предполагать старческую и гендерную природу заболевания. Однако, статистика случаев коксартроза среди более молодого населения с каждым годом растет, что вынуждает ученых искать новые, более глубокие обоснования появления коксартроза.

Факторами развития вторичного коксартроза чаще всего выступают различные травмы, наличие других заболеваний опорно-двигательного аппарата, а также аутоиммунных заболеваний. Также, развитию вторичного КА может способствовать наличие феморо-ацетабулярного импиджмента (ФАИ), переломы шейки бедра или вертлужной впадины и другие травмы. Причем, он развивается почти в 57 % случаях после травм, а у 26 % профильных пациентов могут развиваться ге-

теротопические оссификаты и асептический некроз головки бедренной кости [1]. По прогнозам ВОЗ, частота случаев вторичного КА, будет расти ввиду увеличения продолжительности и активности жизни населения. В Соединённых Штатах Америки в год регистрируется 300 000 переломов в области проксимального отдела бедренной кости. В России частота переломов бедра достигает 61 на 100 000, а среди лиц старше 75 лет доля переломов шейки бедренной кости в 4 раза выше [1].

Наличие в организме сопутствующих заболеваний в значительной мере усложняет как профилактику, так и лечение коксартроза. Например, сочетание заболеваний ТБС и ССС приводит к ограниченности в подборе консервативных методов лечения, а также требует более сложной подготовки пациентов к разного рода оперативным вмешательствам, особенно к операции по эндопротезированию суставов, в целях предупреждения нежелательных осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы в послеоперационном периоде. У больных диспластическим коксартрозом выявляются серьезные нарушения функции иммунной системы, системы перекисного окисления липидов/антиоксидантов, минерального обмена, центральной и периферической гемодинамики, что диктует необходимость проведения комплексной программы лечения больных, направленной на коррекцию грубых нарушений работы организма (иммунной системы, адаптационной системы организма), а также может ухудшать послеоперационный прогноз [31].

Классификация. Существует большое количество всевозможных классификаций артроза, основанных на знаниях этиологии заболевания. На их основе разрабатываются и подходы к диагностике и лечению.

Наиболее распространённой на сегодняшний день является основанная на рентгенологических показателях классификация коксартроза по J. Kellgren и J. Lawrence (1957), в которой выделены четыре стадии патологии (табл. 1) [1, 5].

Также часто в литературе встречается классификация ANLBACK (1968). В ней выделено 5 степеней развития артроза: I – сужение суставной щели (суставная щель менее 3 мм); II – заращение суставной щели; III – костно-хрящевой дефект (0–5 мм); IV – умеренный костно-хрящевой дефект (5–10 мм); V – выраженный костно-хрящевой дефект (>10 мм). Классификации ANLBACK и Kellgren&Lawrence имеют определенные недостатки, так как основаны только на результатах рентгенологического обследования сустава и не учитывают клиническую картину, а также индивидуальные особенности пациента.

Поэтому в России чаще используется клинико-рентгенологическая классификация Н.С. Косинской, так как она позволяет подобрать наиболее оптимальный метод лечения для каждого пациента исходя из комплексной оценки и характеристики стадии развития артроза. Данная классификация актуальная и по настоящее время.

Таблица 1
Классификация остеоартроза по Kellgren&Lawrence

Table 1
Classification of osteoarthritis according to Kellgren&Lawrence

0 стадия – признаки артроза не визуализируются/Stage 0 – signs of arthrosis are not visualized.
I стадия – определяются незначительные краевые остеофиты без изменения высоты суставной щели/Stage I – minor marginal osteophytes are detected without changing the height of the articular gap.
II стадия – определяются значительные краевые остеофиты без изменения высоты суставной щели/Stage II – significant marginal osteophytes are detected without changing the height of the articular gap.
III стадия – определяются значительные краевые остеофиты с умеренным снижением высоты суставной щели/Stage III – significant marginal osteophytes are detected with a moderate decrease in the height of the articular gap.
IV стадия – определяются значительные краевые остеофиты, субхондральный остеосклероз, значительное сужение высоты суставной щели/Stage IV – significant marginal osteophytes, subchondral osteosclerosis, and a significant narrowing of the height of the articular fissure are detected.

Патогенез

Многочисленные факторы риска, вызывающие появление коксартроза, играют важную роль не только в его манифестации, но и в его прогрессии.

Гиалиновый хрящ сустава представляет из себя матрикс, в котором хондроциты встроены в основу, состоящую из коллагена и протеогликанов. Во время развития артроза поражается сам матрикс хряща, происходит воспаление периартикулярных тканей из-за расстройств метаболизма и микроциркуляции. Одна из ведущих ролей принадлежит цитокинам, которые продуцируют клетки суставных тканей, а также жировая ткань. Под действием провоспалительных факторов нарушается равновесие между процессами продукции здоровых клеток и их гибелью в сторону преобладания последних, что в конечном итоге приводит к развитию заболевания. На начальном этапе развития болезни суставной хрящ компенсаторно несколько утолщается за счет стимуляции синтетической активности хондроцитов, но в последующем он истончается, разрыхляется с появлением больших дефектов и вовлечением в патологический процесс подлежащей костной ткани, а проникновение синовиальной жидкости в костную структуру приводит к ее гипертрофии и сужению щелевого пространства между суставными поверхностями, субхондральному склерозу, образованию

остеофитных конгломератов. При развитии дегенеративных процессов костных элементов сустава снижается вязкость и упругость внутрисуставной синовиальной жидкости, которая несет защитные, амортизационные и питательные функции. В результате увеличивается механическое давление на сустав и происходит разрушение суставного хряща. Растрескивание и некроз хрящевой поверхности костных структур сустава неизбежно приводит к поражению контактирующих суставных структур и сужению суставной щели.

Клиническая картина

Наиболее часто регистрируемый врачами первичного звена симптом развития болезни – боль в области ТБС, усиливающаяся при движениях или нагрузке на сустав, особенно к концу дня, при охлаждении и в сырую погоду, иногда с иррадиацией по передне-латеральной поверхности бедра и/или в ягодичную область. На начальном этапе заболевания такие боли чаще всего регрессируют самостоятельно после отдыха. При этом нет прямой связи между интенсивностью болевого синдрома со стадией заболевания и степенью деструктивных изменений капсульного аппарата сустава, так как на интенсивность проявления боли влияет множество факторов, в том числе трудовая деятельность (рабочая поза, возможность/невозможность смены вида физической активности, индивидуальная болевая чувствительность, время года и пр.). По мере развития заболевания боль приобретает постоянный характер. С болью связаны жалобы на хромоту, необходимость в дополнительной опоре на трость при ходьбе, затруднения при подъеме или спуске по лестнице, а также при подъеме со стула или кресла. По мере прогрессирования патологического процесса появляется ограничение амплитуды движений в ТБС, развитие контрактур, что в конечном счете может приводить к анкилозирования сустава [2].

Диагностика коксартроза. Современные методы

Вариабельность течения коксартроза у разных пациентов вызывает необходимость максимально широко подходить к диагностике заболевания, использовать для этого самые высокотехнологичные способы исследования состояния сустава, тем более что своевременно начатая комплексная терапия способна значительно замедлить прогрессирование артроза и снизить интенсивность беспокоящих больного симптомов.

На начальном этапе рекомендуется физикальное обследование пациента, оценка общего состояния. Функцию пораженного ТБС рекомендовано оценивать по степени ограничения амплитуды движений в тазобедренном суставе, состоянию околосуставных мышц и мышц нижней конечности в целом, изменению оси и укорочению конечности, а также походке пациента. При оценке походки рекомендовано обращать внимание на степень опоры пациента на ногу, наличие хромоты, расстояние, которое

может пройти больной. Отметим, что при диспластическом КА на начальных стадиях развития пациенты имеют широкую амплитуду движений в ТБС, часто выходящую за пределы нормального диапазона. Тугоподвижность ТБС, характерная для большинства вариантов КА, развивается значительно позже [1].

Важнейшую роль в определении тактики лечения больных коксартрозом играют методы современной диагностики.

МРТ – один из самых современных методов визуализационной методики. С помощью данного диагностического метода можно точно определить и оценить объём суставного хряща, обнаружить изменения в субхондральной кости, мышечных структурах, связочном аппарате, получить более точные данные при трабекулярном отёке и других патологиях, которые сложно или невозможно заметить при других инструментальных исследованиях.

КТ – «золотой стандарт» в диагностике внутрисуставных переломов. Одним из условий при проведении КТ является толщина среза, которая не должна превышать 1 миллиметр. Благодаря компьютерной томографии можно точно оценить степень повреждения структур кости, есть ли смещение отломков и насколько оно велико, вовлечена ли в патологический процесс капсула сустава.

Артроскопия – также один из информативных методов диагностики, позволяющий определить патологические процессы внутри сустава визуально, изучить поверхностные морфологические структуры хряща, выполнить прицельную биопсию для уточнения диагноза, а также проводить введение лекарственных препаратов внутрь суставной капсулы.

УЗИ – метод клинически важный, однако при внутрисуставных патологиях отмечается большое количество диагностических ошибок, связанных как с объективными факторами (ограниченной возможностью проникновения луча ультразвука, низкочастотными датчиками, анизотропией), так и субъективными – недостаточная квалификация специалиста [2, 6].

Обзор современных медикаментозных методов терапии коксартроза

Из рассмотренных выше факторов возможно заключить, что развитие коксартроза, хоть и укладывается в определенные правила и имеет типичные клинические признаки, но также может носить и индивидуально выраженный характер. При выборе лечения врачу важно учитывать не только результаты инструментальной диагностики, но и возраст, вес, профессию пациента, а также коморбидность и прочие факторы. В зависимости от этого врачом осуществляется выбор консервативного, инъекционного, органосохраняющего или органозамещающего хирургического лечения, то есть всегда соблюдается индивидуальный подход в конкретном клиническом случае.

На ранних этапах развития коксартроза I–II степени (по Kellgren&Lawrence) всегда обоснованным является подбор методов

консервативного лечения, состоящего из немедикаментозных и фармакологических методов воздействия, направленных на минимизацию агрессивного воздействия повреждающих сустав факторов. На сегодняшний день цель консервативного лечения – стабилизация дегенеративно-дистрофического процесса и перевод его в фазу клинической ремиссии, при этом важнейшими лечебными задачами являются предупреждение дегенерации суставного хряща, борьба с болью и воспалением [2, 4, 27].

Наиболее изученными в плане эффективности и безопасности использования при остеоартрозе являются хондроитин сульфат (ХС), глюкозамин и их комбинации. Эти препараты обладают не только обезболивающим и противовоспалительным эффектом, но и способны замедлять прогрессирование КА и откладывать выполнение операций эндопротезирования суставов [28].

Отдельно стоит остановиться на таком виде современной медикаментозной терапии, как внутрисуставные инъекции. Внедрение в клиническую практику локальной инъекционной терапии поражений суставов и патологии мягких тканей явилось одним из крупных достижений медицины середины XX века. Внутрисуставные инъекции и инфильтрация мягких тканей гиалуроновой кислотой (ГК) используются для лечения широкого круга заболеваний опорно-двигательного аппарата, однако, требуют обоснованных медицинских показаний.

Появление так называемых протезов синовиальной жидкости в виде вводимой инъекционно гиалуроновой кислоты стало важным достижением в безоперационном лечении ОА. Компенсируя утраченные свойства собственной синовиальной жидкости сустава, гиалуроновая кислота берет на себя амортизационную нагрузку [7].

Также известно, что на клеточном уровне ГК обладает антипатогенным, анаболическим, противовоспалительным и антиноцептивным действием. Опубликованы работы, клинически подтверждающие противовоспалительное действие ГК на биохимическом уровне [6, 19].

Еще одним новейшим методом внутрисуставной терапии, показывающим отличные результаты, является инъекция собственной плазмы крови, обогащенной тромбоцитами – PSP-терапия. Введение обогащенной тромбоцитами плазмы в сустав под контролем УЗИ способствует репаративным процессам в тканях, высокая концентрация биологически активных веществ подавляет воспалительные процессы, омолаживает и оздоравливает [1, 8, 9].

Еще одна новейшая методика коррекции коксартроза – SVF-терапия. Это метод лечения инъекциями стволовых клеток. Их получают из стромально-васкулярной фракции (СВФ), которую берут из жировых тканей самого пациента. Считается, что после введения мезенхимальных стволовых клеток (МСК) активно мигрируют в определенные ткани-мишени посредством явления, известного как эффект «самонаведения», который опосредуется их взаимодействием с различными рецепторами хемокинов [10, 11, 12, 13].

Рассмотренные методики неоперативной медикаментозной коррекции коксартроза носят междисциплинарный характер изучения. Совместная работа медиков и ученых открывает принципиально новые возможности для повышения качества жизни пациентов.

Обзор современных немедикаментозных методов терапии коксартроза

Всем пациентам, больным коксартрозом, рекомендован обязательный подбор адекватной физической активности и модификация спортивных нагрузок.

В связи с этим растет распространенность использования методики проприоцептивной нейромышечной фасилитации (ПНФ), включения ее в комплекс лечебной гимнастики для пациентов с коксартрозом [23].

Для разработки суставов при ограничении в них движений и укрепления ослабленных мышц у больных с заболеваниями и последствиями травм опорно-двигательного аппарата назначают упражнения на механоаппаратах.

Механотерапия помогает восстановлению не только функции суставов и позвоночника, но и других систем в организме [14, 15, 16].

Комплексный подход к коррекции заболевания позволяет в значительной мере замедлить развитие остеоартроза.

Но, поскольку ни один из видов лечения не способствует в полной мере восстановлению хрящевой ткани, при остеоартрозе на поздних стадиях чаще всего используют метод эндопротезирования тазобедренного сустава.

Обзор современных оперативных методов терапии коксартроза

Хронизация патологических изменений, сопровождающаяся выраженным болевым синдромом, ограничением объема движений в пораженных суставах и снижением физической активности работоспособного населения влечет выполнение высокотехнологичных и дорогостоящих оперативных вмешательств на суставах [3, 26, 27].

В случае неэффективности консервативного лечения, при невозможности купирования болевого синдрома и стабилизации состояния пациента на ранних стадиях коксартроза может быть рассмотрен вопрос о проведении органосохраняющих оперативных вмешательств.

Артроскопическое лечение (артроскопическая санация сустава) рекомендовано выполнять при начальных стадиях первичного или вторичного КА и наличии фемороацетабулярного импиджмента (ФАИ) и/или повреждения мягкотканых структур области сустава. В большинстве случаев проведение такой манипуляции позволяет отсрочить, а иногда и вообще предотвратить развитие у пациентов тяжелых поздних стадий заболевания, требующих

имплантации искусственных суставов в ходе операций эндопротезирования ТБС [1, 2].

Эндопротезирование суставов является одним из современных хирургических методов лечения, который позволяет существенным образом повлиять на боль и функциональную недостаточность у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями. Такие виды оперативных вмешательств относятся к операциям высокой категории сложности со значительным риском послеоперационных осложнений [25, 26, 27].

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ЭТС) в настоящее время рассматривается в качестве «золотого стандарта» лечения поздних стадий коксартроза. Разработка и широкое внедрение в клиническую практику ЭТС способствовало значительному улучшению функционального состояния обширных категорий пациентов. Сегодня это одна из наиболее часто выполняемых плановых операций в экономически развитых странах, при этом, например, в США расходы на это вмешательство представляют самую значимую статью расходов на стационарное лечение больных в рамках программы Medicare [27].

Необходимым условием успеха ЭТС является тщательное планирование всех этапов оперативного вмешательства, включая предоперационную подготовку, выбор типа эндопротеза и способа его фиксации, варианта хирургического доступа, определяемого хирургом по показаниям, а также анестезиологического пособия [2, 27].

Одним из наиболее важных условий, влияющим на успех операции, является правильное позиционирование компонентов эндопротеза. Современным достижением является использование роботизированной системы, помогающей реализовать предоперационный план. Роботизированная система использует компьютерное программное обеспечение для преобразования анатомической информации в виртуальную трехмерную (3D) модель таза конкретного пациента, которую оперирующий хирург использует для расчета и планирования оптимального расположения компонентов эндопротеза [30].

В настоящее время вокруг темы эндопротезирования разворачивается сразу несколько научных дискуссий.

С одной стороны, в большинстве случаев ЭТС бесспорно является решением проблемы боли и инвалидизации населения на поздних стадиях коксартроза. С другой, по-прежнему высок риск послеоперационных осложнений. Сложное вмешательство на крупных суставах и имплантация протеза, безусловно, являются травмирующими факторами в отношении костной ткани, а также мягких тканей, окружающих сустав. Эти факторы закономерно обуславливают в ряде случаев развитие осложнений проведенного лечения, а также необходимость выполнения ревизионных операций. Несмотря на высокую эффективность ЭТС, в течение 5 лет выполнение повторных вмешательств требуется примерно 6 % пациентов [27].

Одной из ведущих тематик в эндопротезировании является подбор хирургического доступа. К настоящему времени

предложены различные подходы к выполнению ЭТС, однако ряд авторов в своих исследованиях, посвященных сравнению заднего, переднего и бокового доступов, заявляет, что при одинаковых показаниях консенсус в отношении выбора оптимального хирургического доступа с точки зрения эффективности и безопасности оперативного лечения, а также низкого риска послеоперационных осложнений, особенно у мультиморбидных пациентов, до настоящего времени не достигнут [27]. Все большее количество врачей рассматривает передний хирургический доступ как наименее травматичный, способствующий более быстрому восстановлению пациентов после операции [3, 27].

Заключение

Значимое увеличение количество пациентов, страдающих коксартрозом, резкое омоложение заболевания требует детальной оценки современных методов лечения и разработки новых подходов к хирургическому лечению с целью снижения осложнений и ускорению реабилитации пациентов. Уровень современной медицины позволяет по-новому оценивать подходы к хирургическому лечению данной патологии.

Список литературы

1. Актуализированные клинические рекомендации «Коксартроз» (10.10.2023). https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/870_1
2. Тихилов Р.М., Лиля А.М., Кочиш А.Ю., Алексеева Л.И., Шубняков И.И., Денисов А.О., Божкова С.А., Стафеев Д.В., Буйлова Т.В., Бодрова Р.А., Цыкунов М.Б., Израелян Ю.А. Коксартроз. Клиника, диагностика и лечение: клинические рекомендации. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*, 2022. Т. 29, № 1. С. 87–112. <https://doi.org/10.17816/vto107102>
3. Ерёмин И.К., Данильянц А.А., Огарёв Е.В., Загородний Н.В. Функциональные состояния тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде при эндопротезировании прямым передним доступом с кожным разрезом «бикини». *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*, 2023. Т. 30. № 2. С. 131–142. <https://doi.org/10.17816/vto321177>
4. Тюкавин А.И., Соломенников А.В., Умаров С.З. Современные технологии диагностики и лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Лекция для фармацевтов. *Формулы Фармации*, 2022. Т. 4. № 3. С. 64–80. <https://journals.eco-vector.com/PharmForm/article/view/115260>
5. Горохов М.А., Загородний Н.В., Кузьмин В.И., Шарамко Т.Г. Возможности лечения методом радиочастотной денервации при коксартрозе различных стадий. *Клиническая практика*, 2023. № 14(2). С. 79–87. <https://doi.org/10.17816/clinpract202798>
6. Современная артрология. Проблемы и перспективы: сборник научных трудов по материалам межрегиональной научно-практической конференции «Современная артрология. Проблемы и перспекти-

вы» (Курск, 24 ноября 2023 года). Курский гос. мед. ун-т, сост.; отв. ред. В.А. Липатов. Курск: КГМУ, 2023. Текст: электронный. 99 с.

7. Ответчикова Д.И., Рябков Е.Н. Критерии выбора препарата гиалуроновой кислоты для внутрисуставного введения пациентам разного возраста при остеоартрозе коленного сустава. *Лечащий Врач*, 2022. № 7–8 (25). С. 47–51. <https://doi.org/10.51793/OS.2022.25.8.007>
8. Medina-Porqueres I., Ortega-Castillo M., Muriel-Garcia A. Effectiveness of platelet-rich plasma in the management of hip osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rheumatol.*, 2021, Jan; № 40(1), pp. 53–64. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05241-x>
9. Dong Y., Zhang B., Yang Q., Zhu J., Sun X. The effects of platelet-rich plasma injection in knee and hip osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rheumatol.*, 2021, Jan; № 40(1), pp. 263–277. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05185-2>
10. Labarre K.W., Zimmermann G. Long-term effects of infrapatellar fat pad SVF infiltration in knee osteoarthritis management: A prospective cohort study. *Bone Rep.*, 2025, Jan 24; № 24, pp. 101827. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2025.101827>
11. Студенов В.И., Аверьянов А.А., Быков Т.В., Гурьянов А.М., Шутков И.В. Опыт применения SVF-терапии в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата на базе ГАУЗ ООКБ. *Оренбургский медицинский вестник*, 2022. № 4 (40). С. 33–37.
12. Liu Z.H., Xie Q.Q., Huang J.L. Stromal vascular fraction: Mechanisms and application in reproductive disorders. *World J Stem Cells*, 2025, № 17(1), pp. 101097. <https://doi.org/10.4252/wjsc.v17.i1.101097>
13. Zampogna B., Parisi F.R., Ferrini A., Zampoli A., Papalia G.F., Shanmugasundaram S., Papalia R. Safety and efficacy of autologous adipose-derived stem cells for knee osteoarthritis in the elderly population: A systematic review. *J Clin Orthop Trauma*, 2024, Nov 7; № 59, pp. 102804. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102804>
14. Щеголова Н.Б., Ладейщиков В.М., Козюков В.Г., Токарев А.Е., Ненахова Я.В. Эффективность кинезитерапии при ортопедической патологии крупных суставов. Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вальнера, Пермь, Россия. 2021. <https://doi.org/https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.061>
15. Кривелева А.А., Ткаченко С.А. Эффективность применения средств лечебной физической культуры у лиц пожилого возраста при коксартрозе 1 степени. *Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка*, 2023. Т. 2. № 3. https://doi.org/10.24412/2782-6570-2023_02_03_4
16. Щербак С. Г., Макаренко С. В., Шнейдер О.В., Камилова Т. А., Голота А. С. Регенеративная реабилитация при повреждениях сухожилий. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*, 2021. № 3(2). С. 192–206. <https://doi.org/10.36425/rehab70760>
17. Невар С.Ф. Сравнительный анализ технологий пассивных подвесных систем в реабилитации. *Здоровье для всех*, 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-tehnologiy-passivnyh-podvesnyh-sistem-v-reabilitatsii>
18. Гордеева Р.В., Кузьменко О.В., Филимонов С.Н., Анищенкова Т.И. Механокинзотерапия в реабилитации производствен-

ных травм. *МвК.*, 2018. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanokinezioterapiya-v-reabilitatsii-proizvodstvennyh-travm>.

19. Красивина И.Г., Долгова Л.Н., Долгов Н.В. Терапевтическая ниша производных гиалуроновой кислоты при остеоартрозе. *Медицинский совет*, 2021. № 10. С. 123–132. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-10-123-132>.

20. Корьяк В.А., Ботвинкин А.Д., Сороковиков В.А., Черникова О.М. Опыт оценки социально-экономического ущерба, обусловленного заболеваемостью населения коксартрозом. *Acta biomedica scientifica*, 2023. № 8(5). С. 14–22. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.2>

21. Ших Е.В. Клинико-фармакологические аспекты применения гидролизованного коллагена второго типа для профилактики и лечения остеоартроза. *Фармакология & Фармакотерапия*, 2021. № 4. С. 10–18. https://doi.org/10.46393/27132129_2021_4_10_18

22. Ульянов И.В. применение метода proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) в восстановительной медицине при реабилитации пациентов с различными заболеваниями опорно-двигательного аппарата. *Вестник науки*, 2022. № 53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-proprioceptive-neuromuscular-facilitation-pnf-v-vosstanovitelnoy-meditsine-pri-reabilitatsii-patsientov-s>

23. Бегидова Т.П., Мукина Е.Ю. ПНФ-терапия в комплексной реабилитации лиц с поражением опорно-двигательного аппарата. *Вестник ТГУ*, 2022. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pnf-terapiya-v-kompleksnoy-reabilitatsii-lits-s-porazheniem-oporno-dvigatel'nogo-apparata>

24. Abdullayev A.M. Состояние вопроса оперативное лечения тяжелых форм коксартроза. *Scientific progress*, 2023, № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-voprosa-operativnoe-lecheniya-tyazhelyh-form-koksartroza>

25. Фищенко Я.В., Владимиров А.А., Рой И.В., Кравчук Л.Д., Чернобай С.П. Лечение коксартроза у пациентов с дегенеративным остеоартрозом тазобедренного сустава 3–4 стадии. *Гений ортопедии*, 2021. Т. 27. № 2. С. 209–213. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-2-209-213>

26. Khisomov K.Kh., Ondar V.S. Modern Aspects of Endoprosthesis in Hip Joint Osteoarthritis. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2022, № 21(2), pp. 70–79. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-70-79>

27. Ерёмин И.К., Данильянц А.А., Загородний Н.В. Сравнительная оценка клинической эффективности и безопасности применения различных хирургических доступов при выполнении эндопротезирования тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*, 2023. № 29(4). С. 438–448. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-4-438-448>

28. Смирнова Н.Г., Сороковиков В.А., Пусева М.Э. Технологии медицинской реабилитации пациентов, перенесших высокотехнологические операции на суставах и позвоночнике. *Российский журнал гериатрической медицины*, 2022. № 3(11). С. 168–175. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-3-2022-168-175>

29. Торшин И.Ю., Минасов Т.Б., Загородний Н.В., Лиля А.М., Громова О.А. Периоперационная подготовка к эндопротезированию: потенциал хондроитина сульфата и глюкозамина сульфата. *Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармако-эпидеми-*

ология, 2022. № 15 (1). С. 162–169. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoeconomika.2022.136>.

30. Пиманчев О.В., Ряполов Ю.В., Небелас Р.П. и др. Эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием роботизированной системы. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова* 2022, т. 17, № 2. https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_2_125

31. Дмитриева Л.А., Пивоваров Ю.И., Лебедев В.Ф. Особенности изменения иммунологической реактивности организма у пациентов с коксартрозом и факторы, их определяющие. *Acta biomedica scientifica*, 2022. № 7(6). С. 102–110. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.6.10>

References:

1. Updated clinical recommendations of “Coxarthrosis” (10.10.2023). https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/870_1 (in Russ.)

2. Tikhilov R.M., Lila A.M., Kochish A.Yu., Alekseeva L.I., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Bozhkova S.A., Stafeev D.V., Buylova T.V., Bodrova R.A., Tsykunov M.B., Israelyan Yu.A. Coxarthrosis. Clinic, diagnosis and treatment: clinical recommendations. *Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov*, 2022, vol. 29, № 1, pp. 87–112. <https://doi.org/10.17816/vto107102> (in Russ.)

3. Eremin I.K., Danilyants A.A., Ogarev E.V., Zagorodny N.V. Functional conditions of the hip joint in the early postoperative period during endoprosthesis with direct anterior access with a skin incision “bikini”. *Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov*, 2023? vol. 30, № 2, pp. 131–142. <https://doi.org/10.17816/vto321177> (in Russ.)

4. Tyukavin A.I., Solomennikov A.V., Umarov S.Z. Modern technologies for diagnosis and treatment of diseases of the musculoskeletal system. A lecture for pharmacists. *Formulas of Pharmacy*, 2022, vol. 4, № 3, pp. 64–80. <https://journals.eco-vector.com/PharmForm/article/view/115260> (in Russ.)

5. Gorokhov M.A., Zagorodny N.V., Kuzmin V.I., Sharamko T.G. Possibilities of radiofrequency denervation treatment for coxarthrosis of various stages. *Clinical Practice*, 2023, № 14(2), pp. 79–87. <https://doi.org/10.17816/clinpract202798> (in Russ.)

6. Modern arthrology. Problems and prospects: collection of scientific papers based on the materials of the interregional scientific and practical conference “Modern arthrology. Problems and Prospects” (Kursk, November 24, 2023). Kursk State Medical University University, comp.; ed. by V.A. Lipatov. Kursk: KSMU, 2023. Text: electronic. 99 p.

7. Ottschikova D.I., Ryabkov E.N. Selection criteria for the preparation of hyaluronic acid for intra-articular administration to patients of different ages with osteoarthritis of the knee joint. *Attending Physician*, 2022, № 7–8 (25). p. 47–51. <https://doi.org/10.51793/OS.2022.25.8.007> (in Russ.)

8. Medina-Porqueres I., Ortega-Castillo M., Muriel-Garcia A.. Effectiveness of platelet-rich plasma in the management of hip osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rheumatol.*, 2021, Jan; № 40(1), pp. 53–64. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05241-x>

9. Dong Y., Zhang B., Yang Q., Zhu J., Sun X. The effects of platelet-rich plasma injection in knee and hip osteoarthritis: a meta-analysis of random-

ized controlled trials. *Clin Rheumatol.*, 2021, Jan; № 40(1), pp. 263–277. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05185-2>

10. Labarre K.W., Zimmermann G. Long-term effects of infrapatellar fat pad SVF infiltration in knee osteoarthritis management: A prospective cohort study. *Bone Rep.*, 2025, Jan 24; № 24, pp. 101827. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2025.101827>.

11. Studenov V. I., Averyanov A.A., Bykov T.V., Guryanov A.M., Shutov I.V. The experience of using SVF therapy in the treatment of diseases of the musculoskeletal system on the basis of the GAUS OOKB. *Orenburg Medical Bulletin*, 2022, № 4 (40), pp. 33–37. (In Russ.)

12. Liu Z.H., Xie Q.Q., Huang J.L. Stromal vascular fraction: Mechanisms and application in reproductive disorders. *World J Stem Cells*, 2025, № 17(1), pp. 101097. <https://doi.org/10.4252/wjsc.v17.i1.101097>

13. Zampogna B., Parisi F.R., Ferrini A., Zampoli A., Papalia G.F., Shanmugasundaram S., Papalia R. Safety and efficacy of autologous adipose-derived stem cells for knee osteoarthritis in the elderly population: A systematic review. *J Clin Orthop Trauma*, 2024, Nov 7; № 59, pp. 102804. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102804>

14. Shchekolova N.B., Ladeishchikov V.M., Kozyukov V.G., Tokarev A.E., Nenakhova Ya.V. Effectiveness of kinesitherapy in orthopedic pathology of large joints. *Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, Perm, Russia*, 2021. <https://doi.org/https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.061> (in Russ.)

15. Kriveleva A.A., Tkachenko S.A. The effectiveness of the use of therapeutic physical culture in the elderly with grade 1 coxarthrosis. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2023, vol. 2, № 3. https://doi.org/10.24412/2782-6570-2023_02_03_4 (in Russ.)

16. Shcherbak S. G., Makarenko S. V., Shneider O.V., Kamilova T. A., Golota A. S. Regenerative rehabilitation for tendon injuries. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical rehabilitation*, 2021, № 3(2), pp. 192–206. <https://doi.org/10.36425/rehab70760> (in Russ.)

17. Nevar S.F. Comparative analysis of passive suspension systems technologies in rehabilitation. *Health for All*, 2021, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-tehnologiy-passivnyh-podvesnyh-sistem-v-reabilitatsii> (in Russ.)

18. Gordeeva R.V., Kuzmenko O.V., Filimonov S.N., Anishchenkova T.I. Mechanokinesotherapy in the rehabilitation of occupational injuries. *MvK*, 2018, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanokinezoterapiya-v-reabilitatsii-proizvodstvennyh-travm> (in Russ.)

19. Krasavina I.G., Dolgova L.N., Dolgov N.V. The therapeutic niche of hyaluronic acid derivatives in osteoarthritis. *Medical Council*, 2021, № 10, pp. 123–132. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-10-123-132> 20 (in Russ.)

20. Koryak V.A., Botvinkin A.D., Sorokovikov V.A., Chernikova O.M. The experience of assessing the socio-economic damage caused by the incidence of coxarthrosis in the population. *Acta biomedica scientifica*, 2023, № 8(5), pp. 14–22. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.2> (in Russ.)

21. Shikh E.V. Clinical and pharmacological aspects of the use of hydrolyzed collagen of the second type for the prevention and treatment of osteoarthritis. *Pharmacology & Pharmacotherapy*, 2021, № 4, pp. 10–18. https://doi.org/10.46393/27132129_2021_4_10_18 (in Russ.)

22. Ulyanov I.V. application of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) method in restorative medicine in the rehabilitation of patients with various diseases of the musculoskeletal system. *Bulletin of Science*, 2022, № 8, pp. 53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-proprioceptive-neuromuscular-facilitation-pnf-v-vosstanovitelnoy-meditsine-pri-reabilitatsii-patsientov-s> (in Russ.)

23. Begidova T.P., Mukina E.Y. PFM therapy in the complex rehabilitation of people with musculoskeletal system disorders. *TSU Bulletin*, 2022, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pnf-terapiya-v-kompleksnoy-reabilitatsii-lits-s-porazheniem-oporno-dvigatel'nogo-apparata> (in Russ.)

24. Abdullayev A.M. The status of the issue is surgical treatment of severe forms of coxarthrosis. *Scientific progress*, 2023, № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-voprosa-operativnoe-lecheniya-tyazhelyh-form-koksartroza> (in Russ.)

25. Fishchenko Ya.V., Vladimirov A.A., Roy I.V., Kravchuk L.D., Chernobai S.P. Treatment of coxalgia in patients with stage 3–4 degenerative osteoarthritis of the hip joint. *The Genius of Orthopedics*, 2021. Vol. 27. No. 2. pp. 209–213. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-2-209-213>

26. Khisomov K.Kh., Ondar V.S. Modern Aspects of Endoprosthetics in Hip Joint Osteoarthritis. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2022, № 21(2), pp. 70–79. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-70-79> (in Russ.)

27. Eremin I.K., Danilyants A.A., Zagorodny N.V. Comparative assessment of the clinical efficacy and safety of various surgical approaches in hip arthroplasty. *The Genius of Orthopedics*, 2023, № 29(4), pp. 438–448. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-4-438-448> (in Russ.)

28. Smirnova N.G., Sorokovikov V.A., Puseva M.E. Technology of medical rehabilitation of patients who have undergone high-tech operations on joints and spine. *Russian Journal of Geriatric Medicine*, 2022, № 3(11), pp. 168–175. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-3-2022-168-175> (in Russ.)

29. Torshin I.Yu., Minasov T.B., Zagorodny N.V., Lila A.M., Gromova O.A. Perioperative preparation for endoprosthetics: the potential of chondroitin sulfate and glucosamine sulfate. *Pharmacoeconomics. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoeconomics*, 2022, № 15 (1), pp. 162–169. <https://doi.org/10.17749/2070-4909/farmakoekonomika.2022.136> (in Russ.)

30. Pimanchev O.V., Ryapolov Yu.V., Nebelas R.P. and others. Hip replacement using a robotic system. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov*, 2022, vol. 17, № 2. https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_2_125 (in Russ.)

31. Dmitrieva L.A., Pivovarov Yu.I., Lebedev V.F. Features of changes in the immunological reactivity of the body in patients with coxarthrosis and their determining factors. *Acta biomedica scientifica*, 2022, № 7(6), pp. 102–110. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.6.10> (in Russ.)

Сведения об авторах:

Стемковская Александра Игоревна – студентка МК РУТ (МИИТ). 129128, Россия, Москва, Будайская ул., 2, с. 18, email: aleksandra.casati@gmail.com, <https://info.orcid.org/ru/what-is-orcid/>

Зискинд Григорий Аркадьевич – преподаватель МК РУТ (МИИТ). Врач высшей квалификационной категории. 129128, Россия, Москва, Будаيسкая ул., 2, с. 18. email: grazis50@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-2385-7162>

Information about the authors:

Stemkovskaya Alexandra Igorevna – student of MK RUT (MIIT). 129128, Russia, Moscow, Budaiskaya str., 2, p. 18, email: aleksandra.casati@gmail.com, <https://info.orcid.org/ru/what-is-orcid/>

Grigory Arkadyevich Ziskind – teacher at MK RUT (MIIT). A doctor of the highest qualification category. 129128, Russia, Moscow, Budaiskaya str., 2, p. 18. email: grazis50@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-2385-7162>