

ОБЗОРЫ И РЕЦЕНЗИИ

УДК 616.728.3-089.843:612.746]:615.825(048.8)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-598720191107-114>**Профилактика контрактур коленного сустава после первичного эндопротезирования средствами кинезиотерапии (метаанализ и обзор литературы)****В. А. Филиппенко¹, В. А. Колесниченко², В. А. Мезенцев³,
А. В. Танькут¹, З. А. Арутюнян¹**¹ ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины», Харьков² Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина. Украина³ Харьковская медицинская академия последипломного образования. Украина

Primary knee replacement is one of the most common orthopedic procedures. However, in some cases, after surgical treatment, functional disorders in the form of joint contractures, reduced strength of periarticular muscles, persistent pain syndrome, and a high level of disability can persist. Methods: we analyzed randomized controlled studies which reflect the results of kinesiotherapy before and after primary knee replacement in patients with knee joints osteoarthritis. Study included the results of rehabilitation programs for patients with hip and knee joints osteoarthritis, who underwent a primary total replacement of the affected joint. A literature search was conducted in the MEDLINE database for the period 2009–2017. Results: present methods of kinesiotherapy are aimed at early mobilization of patients and the achievement of functional independence. A comparative analysis of the data of the primary (before the beginning of rehabilitation activities) and control (after the end of treatment) examinations in the main and control groups of patients revealed a significant improvement in joint function ($p < 0.05$). However, in the long-term follow-up, 12 months or more after the end of the kinesiotherapy program, the differences in the studied parameters between the participants of the main and control groups were not significant. The presence of unfavorable results of the primary knee replacement to a certain extent is associated with a decrease in the functional capabilities of the quadriceps femoris due to the development of degenerative disorders and reflex arthroгенic muscle inhibition. Conclusions: there are no individual kinesiotherapy programs that determine the regimen, dosage, and intensity of physical exercises in this category of patients, depending on the initial functionality level of the knee joint and the musculoskeletal system as a whole, and the features of the postoperative recovery period. Key words: primary knee replacement, kinesiotherapy programs, special exercises, metaanalysis.

Первинне ендопротезування колінного суглоба (ЕКС) є однією з найпоширеніших ортопедичних операцій. Проте в деяких випадках після хірургічного лікування можуть зберегатися функціональні порушення у вигляді контрактур суглобів, зниження сили навколосуглобових м'язів, стійкого больового синдрому та високого рівня дисабілітації. Методи: проаналізовано рандомізовані контрольовані дослідження, які відображають результати кінезіотерапії до та після первинного ЕКС у пацієнтів із гонартрозом, а також роботи з підсумками використання програм реабілітації у хворих на коксартроз і гонартроз, які перенесли ендопротезування ураженого суглоба. Пошук проведено в базі MEDLINE за 2009–2017 рр. Результати: методики кінезіотерапії спрямовані на ранню мобілізацію пацієнтів і швидше досягнення функціональної незалежності. Аналіз даних первинного (до початку реабілітації) і контрольного (після лікування) обстежень показав в основній групі пацієнтів порівняно з контрольною поліпшення функції суглобів ($p < 0,05$), параметрів динамічного пострального балансу ($p < 0,05$) і зменшення інтенсивності болю ($p < 0,001$) у ранньому періоді спостереження. Проте через 12 міс. і більше після закінчення програми кінезіотерапії відмінності між групами були нівельовані. Неприятливі результати ЕКС певною мірою пов'язані зі зниженням функціональних можливостей чотириголового м'яза стегна внаслідок розвитку в ньому дегенеративних порушень і рефлексорного артрогенного м'язового інгібування. Висновки: відсутні індивідуальні програми кінезіотерапії, де визначено режим, дозування, інтенсивність фізичних вправ залежно від початкових функціональних можливостей колінного суглоба й опорно-рухової системи загалом, особливостей перебігу післяопераційного відновного періоду. Ключові слова: первинне ендопротезування колінного суглоба, програми кінезіотерапії, спеціальні вправи, метааналіз.

Ключевые слова: первичное эндопротезирование коленного сустава, программы кинезиотерапии, специальные упражнения, метаанализ

Введение

Эффективным методом лечения поздних стадий деформирующего артроза, при которых интенсивность боли, ограничение подвижности и связанная с ними степень дисабилитации существенно ухудшают качество жизни пациентов [1–3] является эндопротезирование коленного сустава. Указанная операция в таких случаях обеспечивает практически полное восстановление функции, возвращение к нормальной двигательной активности и социальную реадaptацию этой категории больных [4–6].

Эндопротезирование коленного сустава — одно из самых распространенных ортопедических вмешательств: только в Соединенных Штатах ежегодно проводится около 140 тыс. таких операций [7]. За последние 10 лет частота выполнения этой хирургической процедуры выросла на 73 % и ожидается, что к 2030 году она увеличится более чем на 600 %, достигнув показателя 3,48 млн [8].

Однако даже при высокопрофессионально выполненном эндопротезировании коленного сустава у пациентов могут сохраняться функциональные нарушения в виде контрактур, снижения силы околоуставных мышц, стойкого болевого синдрома, высокого уровня дисабилитации [9].

Одними из основных прогностических факторов функционального результата указанных операций и удовлетворенности пациента исходом хирургического лечения является объем движения в суставе и степень болезненных ощущений в раннем послеоперационном периоде [10]. Сохранение достигнутой в процессе хирургического лечения амплитуды движений в суставе требует квалифицированных реабилитационных мероприятий, степень активности которых по-прежнему остается предметом дискуссий. Учитывая тенденцию к сокращению длительности пребывания больных в стационаре после эндопротезирования коленного сустава (например, в Австралии среднее количество койко-дней составляет 5,5 [11]; в Великобритании — 6,6 [12]), важность эффективной реабилитации возрастает. Однако в большинстве исследований по физической реабилитации больных после эндопротезирования коленного сустава отсутствуют стандартизированные протоколы лечения; не представлены систематизированные данные о сроках начала реабилитационных программ, их интенсивности и продолжительности.

Цель исследования: оценить эффективность кинезиотерапии до и после первичного эндопротезирования коленного сустава у больных деформирующим артрозом по результатам метаанализа.

Материал и методы

Материал исследования — рандомизированные контролируемые исследования, отражающие результаты кинезиотерапии до и после первичного эндопротезирования коленного сустава у больных деформирующим артрозом.

Поиск литературы проведен в базе данных MEDLINE за период 2009–2017 гг. с использованием медицинских предметных рубрик и ключевых слов «первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава», «преабилитация», «реабилитация», «кинезиотерапия», «физические упражнения», «артроз коленного сустава». Также осуществлен дополнительный поиск статей из библиографических списков отобранных источников литературы.

Критерии включения: активные средства кинезиотерапии (физические упражнения с активным мышечным сокращением) больных деформирующим артрозом коленного сустава до и после первичного тотального эндопротезирования.

Критерии исключения: физическая реабилитация больных воспалительными заболеваниями коленного сустава после эндопротезирования и с деформирующим артрозом коленного сустава после ревизионного эндопротезирования, кинезиотерапия пациентов с первичным тотальным эндопротезированием тазобедренного и коленного суставов без отдельных результатов реабилитации.

В работе также представлен обзор программ реабилитации пациентов с коксартрозом и гонартрозом, которым выполнено первичное тотальное эндопротезирование пораженного сустава (за период 2009–2017 гг.).

Методы исследования: метаанализ релевантных источников литературы, статистические исследования.

Рандомизированные исследования включены в работу, если не менее 80 % больным выполнено первичное тотальное эндопротезирование вследствие деформирующего артроза; в качестве критериев оценки результатов лечения использована интенсивность болевого синдрома, амплитуда движений в оперированном суставе и/или степень физической активности; применено любое средство активной кинезиотерапии, направленное на укрепление околоуставных мышц или

активные движения в коленном суставе на стационарном этапе. Кроме того, отобраны работы, в которых в исследуемой группе дополнительно использовали пассивные средства кинезиотерапии (непрерывное пассивное движение или мануальную терапию), а также нейро-мышечную электростимуляцию четырехглавой мышцы бедра. В контрольных группах чаще других применены активные общеразвивающие упражнения.

При статистических исследованиях оценивали медиану с величиной стандартного отклонения и t-критерий по методу Стьюдента с уровнем значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В процессе научно-информационного поиска по ключевым словам обнаружено 81 резюме к статьям, из которых 53 соответствовали критериям исключения. Из оставшихся для дальнейшего анализа 28 источников литературы, посвященных результатам кинезиотерапии больных деформирующим артрозом коленного сустава до и после первичного тотального эндопротезирования, были исключены 12 статей. Из них в 5 работах в группах пациентов применялись преимущественно пассивные средства кинезиотерапии, в 2 дублировались результаты исследований, в 5 были представлены общие данные активной кинезиотерапии группы больных после эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов

без разделения на подгруппы с коксартрозом и гонартрозом (рисунок).

Характеристика пациентов — участников исследований

Во включенных в метаанализ 16 рандомизированных контролируемых исследованиях средний возраст пациентов составил 67,5 года (от 60,6 до 72,8), средний индекс массы тела достигал 30,0 кг/м² (от 27,4 до 35,0 кг/м²). В среднем преобладали больные женского пола — 59,2 % (30,0–88,8 %).

Применявшиеся средства активной кинезиотерапии

Исследования проведены в ортопедических клиниках ($n = 11$) и реабилитационных центрах ($n = 5$). Применялись следующие средства активной кинезиотерапии: проприоцептивные упражнения, упражнения с сопротивлением, изометрические, эксцентрические силовые, на равновесие; активная мобилизация коленного сустава самостоятельно или в сочетании с нейромышечной электростимуляцией четырехглавой мышцы бедра, упражнения в воде, а также циклические с использованием велоэргометра и дозированная ходьба. В контрольной группе назначали пассивную мобилизацию коленного сустава с использованием мануальной терапии и непрерывного пассивного растяжения, изометрические упражнения, упражнения на координацию, дозированную ходьбу, в воде.



Рисунок. Этапы поиска источников литературы для метаанализа результатов применения активных средств кинезиотерапии у больных с деформирующим артрозом коленного сустава до и после первичного тотального эндопротезирования

Сравнивали результаты программ кинезиотерапии с вовлечением мышц нижних конечностей: ускоренная и стандартная [13, 14], гидрокинезиотерапия в ранние сроки (с 6 сут после операции) и поздние сроки (с 14 сут после операции) [15], упражнения в воде и в зале [16], влияние дополнительных упражнений (для постурального баланса [17, 18], на велоэргометре и эксцентрических упражнений для мышц-разгибателей бедра [19]) и применения дополнительно нейромышечной электростимуляции четырехглавой мышцы бедра [20–22], программы кинезиотерапии для борьбы с кинезиофобией и обычная ежедневная активность [23], упражнения с использованием технических устройств (компьютеризированного с обратной связью для мобилизации коленного сустава [24], роботизированного экзоскелета для стимуляции нормальной походки [25]) и стандартная программа кинезиотерапии. Также оценивали эффект предоперационных программ кинезиотерапии на функцию коленного сустава после первичного тотального эндопротезирования ($n = 3$; [26–28]).

Критерии оценки результатов кинезиотерапии

Итоги применения программ кинезиотерапии оценивали по данным опросников, отражающих интенсивность боли (визуальная аналоговая шкала, уровень физической активности и общее состояние здоровья, связанные с качеством жизни — VAS, WOMAC, OKS, KSS, SF-36, ILAS). Для объективной оценки функции коленного сустава чаще всего использован объем движений (13 статей); реже анализировали изометрическую силу мышц-сгибателей и разгибателей коленного сустава, а также наличие выпота в нем. Применяли также тесты, которые, помимо функции коленного сустава, позволяют оценить параметры динамического постурального баланса: характеристика ходьбы (скорость (количество метров за единицу времени); время, необходимое для преодоления определенного расстояния), тесты на спуск и подъем по лестнице, на переход от покоя к движению (подъем со стула). Тест шестиминутной прогулки был наиболее часто сообщаемым для отражения эффективности ходьбы — в 10 работах.

Рандомизированные контролируемые исследования результатов применения программ кинезиотерапии после первичного тотального эндопротезирования коленного сустава обладают определенными доказательствами эффективности в ближайшие сроки наблюдения. Сравнительный анализ данных первичного (до начала

реабилитационных мероприятий) и повторного (по окончании лечения) обследований в изучаемых и контрольных группах пациентов выявил достоверное улучшение функции сустава ($p < 0,05$), параметров динамического постурального баланса ($p < 0,05$) и снижение интенсивности болевого синдрома ($p < 0,001$). Однако в отдаленные сроки, через 12 мес. и более после завершения выполнения программ кинезиотерапии, различия в изученных показателях между участниками экспериментальной и контрольной групп нивелировались [7, 29]. При наличии более однородной и, соответственно, более надежной доказательной базы эти результаты можно интерпретировать как ускорение восстановления опорно-кинематической функции нижних конечностей после эндопротезирования коленного сустава вследствие благоприятного воздействия программ кинезиотерапии в ближайшие сроки после операции [30].

Некоторые авторы сообщили о неудовлетворительных результатах тотального эндопротезирования суставов в отдаленном послеоперационном периоде. По данным А. Judge и соавт. [31], у 14–36 % пациентов через 12 мес. после операции показатели функционального состояния оперированного сустава, уровня дисабилитации и качества жизни не улучшились или стали хуже. В исследовании пациентов с артрозом тазобедренного или коленного суставов средней и тяжелой степени G. A. Hawker и соавт. [32] сообщили, что лишь в половине наблюдений зарегистрировано клинически значимое улучшение показателя WOMAC через 16 мес. после операции. Наличие стойкой послеоперационной боли отмечено у 10–34 % пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава [33]. Неудовлетворительные функциональные результаты с ухудшением параметров ходьбы наблюдали в послеоперационном периоде U. Lindemann и соавт. [34].

Наличие неблагоприятных результатов эндопротезирования коленного сустава в определенной степени связано со снижением функциональных возможностей четырехглавой мышцы бедра вследствие развития в ней дегенеративных нарушений, обусловленных длительным прогрессирующим развитием деформирующего артроза коленного сустава. Стойкий болевой синдром и реактивный синовит сопровождаются развитием рефлекторного артрогенного мышечного ингибирования четырехглавой мышцы бедра. Это приводит к гипотрофии и значительному снижению мышечной силы [35, 36], нарушению проприоцептивных ощущений в области

коленного сустава [36, 37]. Артрогенное мышечное ингибирование рассматривается в качестве главной причины ослабления четырехглавой мышцы бедра через 3–4 недели после эндопротезирования коленного сустава [38] и недостаточной эффективности физических упражнений, направленных на укрепление этой мышцы [39]. Интересно отметить, что активация четырехглавой мышцы бедра страдает в большей степени у женщин [40], а также у пациентов с умеренно выраженным (стадия II) гонартрозом [41].

Дегенеративные изменения сочетаются с инволютивным ослаблением четырехглавой мышцы бедра: после 65 лет мышечная сила снижается в среднем на 4,5–5,0 % каждые 5 лет [42]. Негативное влияние на функцию коленного сустава в послеоперационном периоде может оказывать и пересечение четырехглавой мышцы бедра в процессе операционного доступа, что сопровождается снижением силы мышцы на 18 % по сравнению с контралатеральной конечностью в первые 4 недели после операции [43]. Однако и в отдаленные сроки после хирургического вмешательства восстановление функциональных свойств периартикулярных мышц до нормального уровня встречается редко [44], а нарушения могут сохраняться в течение нескольких лет после операции [21].

Снижение силы четырехглавой мышцы бедра оказывает существенное влияние на изменение статического и динамического пострурального баланса [17, 45] и повышает риск падения пациентов [45]. Это, в свою очередь, потенцирует увеличение частоты неблагоприятных результатов эндопротезирования коленного сустава.

Уровень мышечного торможения названной мышцы прямо связан со степенью выраженности контрактуры и количеством выпота в коленном суставе [46]. В этих условиях оптимальным диапазоном, обеспечивающим наиболее эффективное увеличение мышечной силы при выполнении специальных упражнений, является 30°–50° сгибания в коленном суставе. В этом положении сустава отмечается минимальное артрогенное мышечное ингибирование четырехглавой мышцы бедра [47] и происходит максимальное перекрытие миофиламентов и сократительных белков [48].

Однако в некоторых работах утверждается, что при таком положении коленного сустава не достигается максимальное сокращение периартикулярных мышц [49], что снижает эффективность воздействия физических упражнений. Этот тезис был подтвержден данными исследования N. S. Labraca и соавт. [14], в котором укреп-

ление четырехглавой мышцы бедра осуществлялось в диапазоне 0°–30° сгибания в коленном суставе путем использования изометрических и изотонических упражнений с положительным эффектом. Необходимо отметить, что ни в указанной [14], ни в других научных работах [26–28] не сообщается о контрактуре или отеке в области сустава. Это снижает достоверность полученных авторами результатов положительного воздействия физических упражнений [29, 50] и ограничивает показания к применению данной методики восстановления функциональных возможностей мышц, стабилизирующих коленный сустав. Таким образом, разработка протокола кинезиотерапии с адекватной физической нагрузкой, направленной, в частности, на преодоление нейромышечных изменений у пациентов после эндопротезирования коленного сустава, требует систематизации на основе научно обоснованного подхода.

Функциональное состояние скомпрометированного коленного сустава и нижней конечности в целом в значительной степени потенцирует характеристики послеоперационной боли и функции сустава после эндопротезирования [51]. В этой связи дооперационные программы кинезиотерапии (преабилитация) рассматриваются как один из факторов ускоренного восстановления пациента после хирургического лечения. Достоверное улучшение стабильности и сенсомоторного контроля коленного сустава в предоперационном периоде было достигнуто при использовании проприоцептивных и нейромышечных упражнений [26, 52]. В то же время после выполнения реабилитационных упражнений с изотоническим сопротивлением не отмечено значимого улучшения показателей изометрической силы четырехглавой мышцы бедра и функции коленного сустава до операции и сокращения сроков их послеоперационного восстановления [27, 28]. Возможно, отсутствие положительного эффекта данных реабилитационных программ [27, 28] связано с их недостаточной продолжительностью (6 недель) и напряженностью (незначительно возрастающие нагрузки средней интенсивности). Положительный эффект от упражнений с изометрическим сопротивлением проявляется не ранее, чем через 8 недель [53] при выполнении упражнений с прогрессивно нарастающим взрывным сопротивлением (реабилитация пациентов с коксартрозом [54]) или высокоинтенсивных упражнений с сопротивлением у пациентов с вальгусным артрозом коленного сустава [55].

В последнее время в качестве наиболее целесообразной методики кинезиотерапии пациентов после эндопротезирования коленного сустава рассматривают раннюю мобилизацию в течение 24 ч после операции, что позволяет раньше восстановить физическую активность, увеличить амплитуду движений в оперированном суставе и сократить пребывание пациентов в стационаре на 3,5 дня [56]. Методика ранней мобилизации больных после эндопротезирования коленного сустава, по-видимому, отражает новую цель их восстановительного лечения, направленную на достижение функциональной независимости в раннем сроке после операции для облегчения реабилитации в домашних условиях.

Благоприятное воздействие физических упражнений на функцию коленного сустава до и после эндопротезирования не вызывает сомнений, что позволило разработать международные рекомендации по применению данного вида лечения для снижения интенсивности боли и увеличения функциональных возможностей коленного сустава и опорно-двигательной системы в целом у пациентов с деформирующим артрозом [57]. Однако конкретные рекомендации относительно оптимальной дозировки, режима упражнений, частоты, длительности и интенсивности нагрузки остаются неуловимыми [58]. Отсутствие стандартизированных программ кинезиотерапии приводит в ряде случаев к низкому уровню участия пациентов в реабилитационных мероприятиях (26 % [59]; 50 % [60] больных), что существенно снижает эффективность восстановительного лечения в послеоперационном периоде.

Выводы

Наблюдается достоверное положительное воздействие различных программ кинезиотерапии на больных после эндопротезирования коленного сустава в ранние сроки после операции (уменьшение интенсивности боли, увеличение амплитуды движения в суставе, скорости и дистанции ходьбы), однако к отдаленному послеоперационному периоду эффект специальных упражнений нивелируется.

Отсутствуют стандартные программы кинезиотерапии, определяющие режим, дозировку, интенсивность физических упражнений у больных деформирующим артрозом коленного сустава в дооперационном периоде и после эндопротезирования сустава.

Не разработаны индивидуальные программы кинезиотерапии, определяющие режим, дозиров-

ку, интенсивность физических упражнений данной категории больных в зависимости от исходных функциональных возможностей коленного сустава и опорно-двигательной системы в целом, особенностей течения послеоперационного восстановительного периода.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Список литературы

1. Planning, building, and maintaining a successful musculoskeletal service line / Z. Sayeed, M. M. El-Othmani, A. A. Anoushiravani [et al.] // *Orthopedic Clinics of North America*. — 2016. — Vol. 47 (4). — P. 681–688. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jocl.2016.05.010>.
2. A randomized, controlled trial of total knee replacement / S. T. Skou, E. M. Roos, M. B. Laursen [et al.] // *The New England Journal of Medicine*. — 2015. — Vol. 373 (17). — P. 1597–1606. — DOI: 10.1056/NEJMoa1505467.
3. Knee replacement / A. J. Carr, O. Robertsson, S. Graves [et al.] // *Lancet*. — 2012. — Vol. 379 (9823). — P. 1331–1340. — DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60752-6.
4. Корж Н. А. Состояние проблемы эндопротезирования суставов в Украине / Н. А. Корж, В. А. Филиппенко, В. А. Танькут // *Травма*. — 2016. — Т. 17, № 3. — С. 24–25.
5. Сучасні тенденції розробки штучних суглобів людини (огляд літератури) / В. А. Філіппенко, В. О. Танькут, Н. О. Мельник-Кагляк [та ін.] // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2016. — № 4. — С. 102–110. — DOI: 10.15674/0030-598720164102-110.
6. The presence and influence of mild depressive symptoms on post-operative pain perception following primary total knee arthroplasty / A. Bistolfi, E. Bettoni, A. Aprato [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. — 2017. — Vol. 25 (9). — P. 2792–2800. — DOI: 10.1007/s00167-015-3737-y.
7. Total knee arthroplasty: improving outcomes with a multidisciplinary approach / J. E. Feng, D. Novikov, A. A. Anoushiravani, R. Schwarzkopf // *Multidisciplinary Healthcare*. — 2018. — Vol. 11. — P. 63–73. — DOI: 10.2147/JMDH.S140550.
8. A randomized clinical trial of a peri-operative behavioral intervention to improve physical activity adherence and functional outcomes following total knee replacement / M. C. Rosal, D. Ayers, W. Li [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2011. — Vol. 12. — Article ID: 226. — DOI: 10.1186/1471-2474-12-226.
9. Review Manager (RevMan). 5.3 ed. Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre: The Cochrane Collaboration. — 2014 [web source]. — Available from: <https://community.cochrane.org/help/tools-and-software/revman-5>.
10. Howard K. J. Biopsychosocial approach to management of total joint arthroplasty patients [web source] / K. J. Howard, M. A. Khaleel, H. B. Ellis // *Practical Pain Management*. — 2017. — Vol. 10 (1). — P. 1–4. — Available from: <https://www.practicalpainmanagement.com/pain/myofascial/osteoarthritis/biopsychosocial-approach-management-total-joint-arthroplasty-patients?page=0,2>.
11. National Health Performance Authority. Hospital performance: length of stay in public hospitals in 2011–12 [web source]. Sydney (AU) : National Health Performance Authority ; 2013 [Nov.]. — Available from: <http://www.myhospitals.gov.au/docs/default-source/ourreport-pdfs/HP LengthOfStay 2011-12 RPT.pdf>.
12. National Joint Registry. National joint registry for England and Wales. 7th annual report 2010 [web source]. Hertfordshire, UK : National Joint Registry ; 2010 [Sep.]. — Available from: <http://www.njrcentre.org.uk/njrcentre/portals/0/njr%20>

- 7th%20annual%20report%202010.pdf.
13. Pathway-controlled fast-track rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized prospective clinical study evaluating the recovery pattern, drug consumption, and length of stay / A. den Hertog, K. Gliesche, J. Timm [et al.] // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. — 2012. — Vol. 132 (8). — P. 1153–1163. — DOI: 10.1007/s00402-012-1528-1.
 14. Benefits of starting rehabilitation within 24 hours of primary total knee arthroplasty: randomized clinical trial / N. S. Labraca, A. M. Castro-Sanchez, G. A. Mataran-Penarrocha [et al.] // *Clinical Rehabilitation*. — 2011. — Vol. 25 (6). — P. 557–566. — DOI: 10.1177/0269215510393759.
 15. Multicenter randomized controlled trial comparing early versus late aquatic therapy after total hip or knee arthroplasty / T. R. Liebs, W. Herzberg, W. Rther [et al.] // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. — 2012. — Vol. 93 (2). — P. 192–199. — DOI: 10.1016/j.apmr.2011.09.011.
 16. Rahmann A. E. A specific inpatient aquatic physiotherapy program improves strength after total hip or knee replacement surgery: a randomized controlled trial / A. E. Rahmann, S. G. Brauer, J. C. Nitz // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. — 2009. — Vol. 90 (5). — P. 745–755. — DOI: 10.1016/j.apmr.2008.12.011.
 17. A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial / S. R. Piva, A. B. Gil, G. J. M. Almeida [et al.] // *Physical Therapy*. — 2010. — Vol. 90 (6). — P. 880–894. — DOI: 10.2522/ptj.20090150.
 18. Use of Nintendo Wii FitTM in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial / V. Fung, A. Ho, J. Shaffer [et al.] // *Physiotherapy*. — 2012. — Vol. 98 (3). — P. 183–188. — DOI: 10.1016/j.physio.2012.04.001.
 19. Ergometer cycling after hip or knee replacement surgery: a randomized controlled trial / T. R. Liebs, W. Herzberg, W. Ruther [et al.] // *Journal of Bone and Joint Surgery. Am.* — 2010. — Vol. 92 (4). — P. 814–822. — DOI: 10.2106/JBJS.H.01359.
 20. Comparing conventional physical therapy rehabilitation with neuromuscular electrical stimulation after TKA / M. Levine, K. McElroy, V. Stakich, J. Cicco // *Orthopedics*. — 2013. — Vol. 36 (3). — P. e319–e324. — DOI: 10.3928/01477447-20130222-20.
 21. Improved function from progressive strengthening interventions after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial with an imbedded prospective cohort / S. C. Petterson, R. L. Mizner, J. E. Stevens [et al.] // *Arthritis & Rheumatology*. — 2009. — Vol. 61 (2). — P. 174–183. — DOI: 10.1002/art.24167.
 22. Early neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial / J. E. Stevens-Lapsley, J. E. Balter, P. Wolfe [et al.] // *Physical Therapy*. — 2012. — Vol. 92 (2). — P. 210–226. — DOI: 10.2522/ptj.20110124.
 23. Home-based functional exercises aimed at managing kinesiophobia contribute to improving disability and quality of life of patients undergoing total knee arthroplasty: a randomized controlled trial / M. Monticone, S. Ferrante, B. Rocca [et al.] // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. — 2013. — Vol. 94 (2). — P. 231–239. — DOI: 10.1016/j.apmr.2012.10.003.
 24. Surface neuromuscular electrical stimulation for quadriceps strengthening pre and post total knee replacement / B. Monaghan, B. Caulfield, D. P. O'Mathúna // *Cochrane Database Syst Rev*. — 2010. — Vol. 20 (1). — Article ID: CD007177. — DOI: 10.1002/14651858.CD007177.pub2.
 25. A pilot study of post-total knee replacement gait rehabilitation using lower limbs robot-assisted training system / J. Li, T. Wu, Z. Xu, X. Gu // *The European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. — 2014. — Vol. 24 (2). — P. 203–208. — DOI: 10.1007/s00590-012-1159-9.
 26. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty / M. Gstottner, C. Raschner, E. Dirnberger [et al.] // *Knee*. — 2011. — Vol. 18. — P. 265–270. — DOI: 10.1016/j.knee.2010.05.012.
 27. McKay C. The effect of a pre-habilitation exercise program on quadriceps strength for patients undergoing total knee arthroplasty: a randomized controlled pilot study / C. McKay, H. Prapavessis, T. Doherty // *PMR*. — 2012. — Vol. 4. — P. 647–656. — DOI: 10.1016/j.pmrj.2012.04.012.
 28. Pre-operative strength training for elderly patients awaiting total knee arthroplasty / D. M. Van Leeuwen, C. J. De Ruiter, P. A. Nolte, A. De Haan // *Rehabilitation Research and Practice*. — 2014. — Vol. 2014. — P. 1–9. — DOI: 10.1155/2014/462750.
 29. Femoral quadriceps neuromuscular electrical stimulation after total knee arthroplasty: a systematic review / H. B. Volpato, P. Szezo, M. Lenza [et al.] // *Osteoarthritis Cartilage*. — 2015. — Vol. 19 (14). — P. 1201–1223. — DOI: 10.1590/S1679-45082015RW3140.
 30. Effectiveness of physiotherapy exercise following total knee replacement: systematic review and meta-analysis / N. Artz, K. T. Elvers, C. M. Lowe [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2015. — Vol. 16. — Article ID: 15. — DOI: 10.1186/s12891-015-0469-6.
 31. Patient-reported outcomes one year after primary hip replacement in a European Collaborative Cohort / A. Judge, C. Cooper, S. Williams [et al.] // *Arthritis Care & Research*. — 2010. — Vol. 62 (4). — P. 480–488. — DOI: 10.1002/acr.20038.
 32. Which patients are most likely to benefit from total joint arthroplasty? / G. A. Hawker, E. M. Badley, C. M. Borkhoff [et al.] // *Arthritis & Rheumatology*. — 2013. — Vol. 65 (5). — P. 1243–1252. — DOI: 10.1002/art.37901.
 33. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients / A. D. Beswick, V. Wylde, R. Goberman-Hill [et al.] // *BMJ Open*. — 2012. — Vol. 2 (1). — Article ID: e00043543. — DOI: 10.1136/bmjopen-2011-000435.
 34. Gait analysis and WOMAC are complementary in assessing functional outcome in total hip replacement / U. Lindemann, C. Becker, I. Unnewehr [et al.] // *Clinical Rehabilitation*. — 2006. — Vol. 20 (5). — P. 413–420. — DOI: 10.1191/0269215506cr958oa.
 35. Quadriceps femoris muscle function prior and after total knee arthroplasty in women with knee osteoarthritis / D. Vahtrik, H. Gapeyeva, H. Aibast [et al.] // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. — 2012. — Vol. 20. — P. 2017–2025. — DOI: 10.1007/s00167-011-1808-2.
 36. Stevens J. E. Neuromuscular electrical stimulation for quadriceps muscle strengthening after bilateral total knee arthroplasty: a case series / J. E. Stevens, R. L. Mizner, L. Snyder-Mackler // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. — 2004. — Vol. 34 (1). — P. 21–29. — DOI: 10.2519/jospt.2004.34.1.21.
 37. The degree of radiographic abnormalities and postural instability in patients with knee osteoarthritis / T. J. Tarigan, Y. I. Kasjmir, D. Atmakusuma [et al.] // *Acta Medica Indonesiana*. — 2009. — Vol. 41. — P. 15–19.
 38. Stevens J. E. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis / J. E. Stevens, R. L. Mizner, L. Snyder-Mackler // *Journal of Orthopaedic Research*. — 2003. — Vol. 21. — P. 775–779. — DOI: 10.1016/S0736-0266(03)00052-4.
 39. Rice D. A. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives / D. A. Rice, P. J. McNair // *Semin Arthritis & Rheumatology*. — 2010. — Vol. 40. — P. 250–266. — DOI: 10.1016/j.semarthrit.2009.10.001.
 40. Disease-specific gender differences among total knee arthroplasty candidates / S. C. Petterson, L. Rasis, A. Bodenstab,

- L. Snyder-Mackler // *Journal of Bone and Joint Surgery. Am.* — 2007. — Vol. 89 (11). — P. 2327–2333. — DOI: 10.2106/JBJS.F.01144.
41. Pap G. Strength and voluntary activation of the quadriceps femoris muscle at different severities of osteoarthritic knee joint damage / G. Pap, A. Machner, F. Awiszus // *Journal of Orthopaedic Research.* — 2004. — Vol. 22. — P. 96–103. — DOI: 10.1016/S0736-0266(03)00128-1.
 42. Age and gender, two key factors in the associations between physical activity and strength during the ageing process / A. Gomez-Cabello, J. A. Carnicero, C. Alonso-Bouzon [et al.] // *Maturitas.* — 2014. — Vol. 78. — P. 106–112.
 43. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation / L. Snyder-Mackler, A. Delitto, S. L. Bailey, S. W. Stralka // *Journal of Bone and Joint Surgery. Am.* — 1995. — Vol. 77 (8). — P. 1166–1173.
 44. Muscle deficits persist after unilateral knee replacement and have implications for rehabilitation / A. Valtonen, T. Poeyhoenen, A. Heinonen, S. Sipilae // *Physical Therapy.* — 2009. — Vol. 89 (10). — P. 1072–1079. — DOI: 10.2522/ptj.20070295.
 45. Knee pain and postural stability in women with gonarthrosis before and six months after unilateral total knee replacement / M. Ratsepsoo, H. Gapeyeva, D. Vahtrik [et al.] // *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis.* — 2011. — Vol. 17. — P. 175–186. — DOI: 10.12697/akut.2011.17.15.
 46. Rice D. A. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives / D. A. Rice, P. J. McNair // *Semin Arthritis & Rheumatology.* — 2010. — Vol. 40. — P. 250–266. — DOI: 10.1016/j.semarthrit.2009.10.001.
 47. Relation between flexion angle and intraarticular pressure during active and passive movement of the normal knee / C. Alexander, D. Caughey, S. Wither [et al.] // *Journal of Rheumatology.* — 1996. — Vol. 23. — P. 889–895.
 48. Minshull C. Joint angle affects volitional and magnetically-evoked neuromuscular performance differentially / C. Minshull, D. Rees, N. P. Gleeson // *Journal of Electromyography and Kinesiology.* — 2011. — Vol. 21. — P. 672–677. — DOI: 10.1016/j.jelekin.2011.03.008.
 49. Marks R. The effect of isometric quadriceps strength training in mid-range for osteoarthritis of the knee / R. Marks // *Arthritis Care & Research.* — 1993. — Vol. 6. — P. 52–56.
 50. Does greater knee flexion increase patient function and satisfaction after total knee arthroplasty? / B. N. Devers, M. A. Condit, M. L. Jamieson [et al.] // *Journal of Arthroplasty.* — 2011. — Vol. 26 (2). — P. 178–186. — DOI: 10.1016/j.arth.2010.02.008.
 51. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty / R. L. Mizner, S. C. Peterson, L. Snyder-Mackler [et al.] // *Journal of Rheumatology.* — 2005. — Vol. 32 (8). — P. 1533–1539.
 52. Ageberg E. Feasibility of neuromuscular training in patients with severe hip or knee OA: the individualized goal-based NEMEX-TJR training program / E. Ageberg, A. Link, E. M. Roos // *BMC Musculoskeletal Disorders.* — 2010. — Vol. 11. — P. 1–7. — DOI: 10.1186/1471-2474-11-126.
 53. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. — 8th edn. — Philadelphia : Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkin, 2010. — 400 p.
 54. Preoperative progressive explosive-type resistance training is feasible and effective in patients with hip osteoarthritis scheduled for total hip arthroplasty — a randomized controlled trial / A. Hermann, A. Holsgaard-Larsen, B. Zerahn [et al.] // *Osteoarthritis Cartilage.* — 2016. — Vol. 24 (1). — P. 91–98. — DOI: 10.1016/j.joca.2015.07.030.
 55. Resistance training for medial compartment knee osteoarthritis and malalignment / L. K. King, T. B. Birmingham, C. O. Kean [et al.] // *Medicine & Science in Sports & Exercise.* — 2008. — Vol. 40 (8). — P. 1376–1384. — DOI: 10.1249/MSS.0b013e31816f1c4a.
 56. Henderson K. G. Active physiotherapy interventions following total knee arthroplasty in the hospital and inpatient rehabilitation settings: a systematic review and meta-analysis / K. G. Henderson, J. A. Wallis, D. A. Snowdon // *Physiotherapy.* — 2018. — Vol. 104 (1). — P. 25–35. — DOI: 10.1016/j.physio.2017.01.002.
 57. OARSIS recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009 / W. Zhang, R. W. Moskowitz, G. Nuki [et al.] // *Osteoarthritis Cartilage.* — 2010. — Vol. 18 (4). — P. 476–499. — DOI: 10.1016/j.joca.2010.01.013.
 58. Bennell K. L. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee / K. L. Bennell, R. S. Hinman // *Journal of Science and Medicine in Sport.* — 2011. — Vol. 14 (1). — P. 4–9. — DOI: 10.1016/j.jsams.2010.08.002.
 59. Pozzi F. Physical exercise after knee arthroplasty: a systematic review of controlled trials / F. Pozzi, L. Snyder-Mackler, J. Zeni // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.* — 2013. — Vol. 49 (6). — P. 877–892.
 60. Post-acute rehabilitation after total knee replacement: a multi-center randomized clinical trial comparing long-term outcomes / M. Fransen, L. Nairn, L. Bridgett [et al.] // *Arthritis Care Res (Hoboken).* — 2017. — Vol. 69 (2). — P. 192–200. — DOI: 10.1002/acr.23117.

Статья поступила в редакцию 30.11.2018

PROPHYLAXIS OF KNEE JOINT CONTRACTURES AFTER PRIMARY KNEE REPLACEMENT WITH KINESIOTHERAPY (METAANALYSIS AND LITERATURE REVIEW)

V. A. Filippenko¹, V. A. Kolesnichenko², V. A. Mezentsev³, A. V. Tankut¹, Z. A. Arutunan¹

¹ Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

² Karazin Kharkiv National University. Ukraine

³ Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education. Ukraine

✉ Vladimir Filippenko, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: filippenko1957@gmail.com

✉ Vera Kolesnichenko, MD in Traumatology and Orthopaedics: veakol@rambler.ru

✉ Vladimir Mezentsev, PhD in Traumatology and Orthopaedics: vamezencev@gmail.com

✉ Aleksey Tankut, PhD in Traumatology and Orthopaedics: tankutmed@gmail.com

✉ Zorik Arutunan: zoric.dr@gmail.com