

**ФИЗИОЛОГО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
И КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА
У ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ГОНАРТРОЗОМ¹**

*Р.О. Солодилов**

*Сургутский государственный университет (Ханты-Мансийский автономный округ, г. Сургут)

Исследованы физиолого-биомеханические особенности функционирования коленного сустава у женщин пожилого возраста с гонартрозом до и после проведения коррекционных мероприятий. Установлено, что у женщин в возрасте от 60 до 65 лет с функциональными нарушениями коленного сустава кроме симптоматических признаков проявляются и биомеханические нарушения в суставе, состоящие в кинематических изменениях ангулярных положений в трех плоскостях движения (сагиттальной, фронтальной и поперечной). После проведения коррекционных мероприятий помимо уменьшения симптоматических признаков нарушений коленного сустава зафиксировано выравнивание ангулярной асимметрии между коленными суставами доминантной и недоминантной конечностей. В группах А (после физической коррекции) и Б (после физической и мануальной коррекции) разница ангулярных положений коленных суставов во фронтальной плоскости в начале теста «вставание» составила соответственно 22 и 7 % (до коррекции 27 %), при подъеме – 16 и 3 % (до коррекции 18 %), в конце теста – 24 и 9 % (до коррекции 39 %), при максимальной угловой позиции сустава – 8 и 6 % (до коррекции 12 %), при минимальной угловой позиции сустава – 13 и 7 % (до коррекции 13 %). В поперечной плоскости – в начале теста составила 30 и 20 % (до коррекции 31 %), при подъеме – 11 и 10 % (до коррекции 16 %), в конце теста – 26 и 12 % (до коррекции 77 %), при максимальной угловой позиции сустава – 4 и 4 % (до коррекции 4 %), при минимальной угловой позиции сустава – 78 и 24 % (до коррекции 61 %) в группах А и Б соответственно. Таким образом, надколенник стал ложиться в борозду между мыщелками бедренной кости более правильно, т. е. центрированно, в результате чего работа коленного сустава при разгибании стала более эффективной как в биомеханическом, так и функциональном плане.

Ключевые слова: функциональные нарушения в коленном суставе, женщины пожилого возраста, биомеханика коленного сустава, физическая реабилитация при гонартрозе.

¹Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда и Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (проект № 16-16-86006 «Оптимизация физической активности пожилых в условиях урбанизированного Сибирского Севера (ХМАО – Югры)»)

Ответственный за переписку: Солодилов Роман Олегович, адрес: 628412, Ханты-Мансийский автономный округ, г. Сургут, просп. Ленина, д. 1; e-mail: goodroman@mail.ru

Для цитирования: Солодилов Р.О. Физиолого-биомеханический анализ и коррекция функционального состояния коленного сустава у женщин пожилого возраста с гонартрозом // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 2. С. 74–81. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.2.74

Оценке и анализу функционального состояния коленных суставов посвящены многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов [1, 2]. Однако большинство исследований направлены на изучение функциональных особенностей коленного сустава у детей и людей среднего возраста (первого и второго периода), тогда как люди пожилого возраста остаются без должного внимания. В то же время именно на этот возрастной период приходится основное количество дегенеративных и травматических изменений в коленном суставе [3], что, как правило, в большинстве случаев становится причиной нарушения постурального баланса человека [4]. Рентгенографические и симптоматические признаки нарушений коленного сустава встречаются у большинства людей старше 60 лет, однако у женщин риск развития дегенеративных нарушений в коленном суставе увеличивается уже после 35 лет [5].

Объективная оценка функционального состояния коленного сустава, позволяющая определить результат корригирующих воздействий, – одна из основных медико-биологических задач. Данную задачу можно решить при помощи использования информативных биомеханических параметров, чувствительных к функциональным изменениям в коленных суставах. Одним из таких параметров является кинематическая характеристика. Совокупное применение биомеханических и физиологических методик исследования может существенно повысить уровень их объективности, что позволит более обоснованно оценить эффективность используемых корригирующих методик как на начальных стадиях, так и в динамике.

Цель исследования – оценить влияние физической реабилитации на функциональное состояние и кинематические характеристики коленного сустава у женщин в возрасте от 60 до 65 лет при гонартрозе.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 33 женщины в возрасте от 60 до 65 лет с нарушениями коленного сустава (гонартроз 1-й и 2-й степеней). Критериями включения при отборе участников исследования

являлись: неврологические заболевания или заболевания опорно-двигательного аппарата, которые могут повлиять на результаты тестирования; заболевания разгибательного механизма колена; прием обезболивающих препаратов; отсутствие возможности присутствовать на необходимом количестве занятий; хирургическая операция на любой из нижних конечностей.

Участники исследования были разделены на две группы – А (16 человек) и Б (17 человек). Группа А выполняла разработанную нами программу физической коррекции, группа Б – ту же программу коррекции, но в совокупности с курсом мануальной коррекции. Коррекционная программа основана на современных подходах, имеющих достаточную доказательную базу эффективности [6]. Программа состояла из 24 занятий, которые включали в себя активные упражнения для увеличения амплитуды движения в коленных суставах, упражнения на укрепление мышц и растяжку, езду на велотренажере. Мануальная коррекция основана на методе уровневой мобилизации сустава [7], проводилась в течение 8 недель, по 2 раза в неделю. При составлении программ учитывались возможные неблагоприятные признаки и симптомы, которые могли возникнуть в процессе выполнения физических упражнений (усиление боли, увеличение тугоподвижности в суставах и т. п.) и, в конечном счете, неблагоприятно повлиять на ход коррекции нарушений и мотивацию к продолжению занятий. Все испытуемые подписали согласие на участие в исследовании, им были выданы соответствующие их группе папки с программами физической коррекции.

Контрольные срезы проходили на 1-й, 4-й и 8-й неделях. Каждый контрольный срез включал два теста на физическую работоспособность («встать и идти» (ВИИ), «пятнадцать метров» (ПМ)), измерение интенсивности болевых ощущений до и после прохождения тестов при помощи визуально-аналоговой шкалы боли.

Для оценки влияния корригирующих воздействий на кинематические характеристики коленного сустава в начале 1-й и конце 8-й не-

дели был проведен биомеханический анализ теста «вставание» [8, 9]. Участники исследования выполняли вставание с табурета, высота которого была отрегулирована на уровне 110 % от высоты коленей, руки находились в скрещенном положении на уровне груди. Колени испытуемых были поставлены под углом 90°, положение ступней естественное. Тест выполнялся без обуви. Для более точной фиксации времени подъема к сиденью стула был прикреплен контактный выключатель. Скорость прохождения теста выбиралась самим испытуемым, тест выполнялся в три подхода. Весь цикл движения был разбит на три фазы: I – фаза опоры; II – фаза передачи импульса; III – фаза выпрямления. Фазы, в свою очередь, были разбиты на четыре события: t_1 – начало, t_2 – подъем, t_3 – максимальное сгибание голеностопного сустава доминантной конечности, t_4 – конец. Начало движения было определено как момент, когда торс в сагиттальной плоскости отклонялся на 1° или более; подъем – как момент, когда контактные выключатели отключались, обозначая тем самым, что контакт между *musculus gluteus* испытуемого и поверхностью табурета отсутствует; конец движения – как момент, когда угловая скорость разгибания тазобедренного сустава равнялась 0 °/с. Весь цикл движения был нормализован следующим образом: 0 % – начало теста, 100 % – конец теста. Угловые моменты коленных суставов были подсчитаны при помощи программного обеспечения «Brekel Pro Body» (Нидерланды). Для определения кинематических характеристик данное программное обеспечение использует уравнения решения обратной задачи динамики сферического движения и углы Эйлера. Кинематические переменные были оценены в трех анатомических плоскостях движения – сагиттальной, фронтальной, поперечной.

Ввиду того, что количество испытуемых было ограничено, при формировании групп испытуемых (А и Б) принцип рандомизации не применялся, группы были сформированы таким образом, чтобы они относились к одной генеральной совокупности.

Статистический анализ экспериментальных данных проводился при помощи пакета программ «Statistica 10» («StatSoft Inc.», США) и IBM SPSS 22 (IBM, США). Нормальность распределения оценивалась при помощи критериев Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова. Для коленного сустава рассчитывались среднее значение (M) и стандартное отклонение (σ) следующих показателей: максимальные и минимальные углы, углы в начале и конце теста, углы в начале вставания. Ввиду ненормального распределения данных по визуально-аналоговой шкале боли, различия между группами определялись при помощи U -критерия Манна–Уитни (независимые выборки) при уровне значимости различий $p < 0,05$. Статистически значимые различия до и после проведения тестов внутри групп оценивались при помощи W -критерия Уилкоксона (зависимые выборки) при уровне значимости различий $p < 0,05$.

Результаты. Значимые статистические различия ($p < 0,05$) зафиксированы в показателях интенсивности боли до и после выполнения тестов на физическую работоспособность (табл. 1). Группа Б показала значимо лучшие результаты в уменьшении интенсивности боли до и после выполнения тестов на физическую работоспособность, по сравнению с группой А ($p < 0,05$).

По завершении 8 недель кинезикоррекции были получены следующие результаты. Дотестовые значения выраженности боли в тесте ВИИ уменьшились на 56 и 67 %, в тесте ПМ – на 55 и 63 % в группах А и Б соответственно. Кроме этого, были зафиксированы значимые статистические различия между группами в изменении выраженности боли до и после выполнения тестов на физическую работоспособность ($p < 0,05$). Установлено, что прирост боли после выполнения теста ПМ после 8 недель реабилитации по сравнению с исходными данными уменьшился на 32 и 48 % в группах А и Б соответственно. В изменении выраженности болевых ощущений после выполнения теста ВИИ существенных статистических различий в группах зафиксировано не было ($p < 0,05$).

Таблица 1

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЫРАЖЕННОСТИ БОЛИ
ПО ВИЗУАЛЬНО-АНАЛОГОВОЙ ШКАЛЕ ДО И ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВ
НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТСПОСОБНОСТЬ (М, 95%ДИ), мм**

Тест	Исходные данные		4-я неделя		8-я неделя	
	выраженность боли	прирост боли	выраженность боли	прирост боли	выраженность боли	прирост боли
<i>Группа А</i>						
До теста ВИИ	22,2 (20,0; 24,4)	1,2	9,8# (8,7; 11,0)	1,7	9,6# (8,2; 9,9)	1,4
После теста ВИИ	23,4 (21,2; 25,6)		11,5# (10,2; 12,8)		11,0# (9,8; 12,1)	
До теста ПМ	23,6 (21,8; 25,3)	9,7	11,2# (10,4; 12,0)	7,5	10,6# (9,5; 11,8)	6,6
После теста ПМ	33,3 (30,1; 36,7)		18,7# (16,6; 20,8)		17,2# (15,4; 19,0)	
<i>Группа Б</i>						
До теста ВИИ	21,7 (19,8; 23,4)	1,1	8,3*# (7,3; 9,3)	1,8	7,1*# (6,5; 8,4)	1,5
После теста ВИИ	22,8 (20,7; 24,9)		10,1*# (10,9; 13,3)		8,6*# (7,8; 9,8)	
До теста ПМ	24,1 (22,3; 25,9)	9,6	11,4# (9,9; 12,9)	8,0	8,9# (7,7; 10,1)	4,9
После теста ПМ	33,7 (29,7; 37,1)		19,4# (17,6; 21,2)		13,8*# (12,2; 15,3)	

Примечание: 1. Возможные значения по визуально-аналоговой шкале 0–100 мм. 2. * – значимые отличия от показателей группы А ($p < 0,05$); # – значимые отличия от исходных показателей внутри группы ($p < 0,05$); М, 95%ДИ – среднее значение, 95 %-й доверительный интервал.

Установлено, что помимо уменьшения признаков нарушений коленного сустава после комплексной коррекции происходит компенсация биомеханических нарушений между коленными суставами. В обеих группах после проведенных коррекционных мероприятий исчезла отчетливо выраженная асимметрия между коленными суставами. Обе группы показали статистически значимые изменения в кинематике доминантных и недоминантных конечностей (табл. 2, с. 78). Однако при проведении сравнительного анализа установлено, что группа Б показала существенно лучшие результаты по сравнению с группой А.

Во фронтальной плоскости у участников группы Б на протяжении всех 5 измеряемых событий зафиксировано выравнивание ангулярной асимметрии в коленных суставах между доминантной и недоминантной конечностями. Установлено, что после 8 недель коррекции кинематика коленных суставов доминантной и недоминантной конечностей у участников группы Б стала сходной и статистически значимо не различалась ($p > 0,05$). В то же время у испытуемых группы А была зафиксирована лишь тенденция к уменьшению ангулярной асимметрии между суставами. Разница ангулярных положений коленных суставов между

Таблица 2

**КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕСТА «ВСТАВАНИЕ» ДО И ПОСЛЕ КОРРЕКЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
(Д/НД, $M \pm \sigma$), ...°**

Событие	До коррекции	После коррекции (через 8 недель)	
		Группа А	Группа Б
<i>Сагиттальная плоскость (разгибание)</i>			
Начало	-84,4±4,3 / -84,4±3,7	-84,5±4,6 / -84,5±4,6	-85,1±3,1 / -85,2±3,2
Подъем	-79,7±5,5 / -79,5±6,3	-79,5±3,8 / -79,3±3,9	-80,1±3,5 / -80,1±3,7
Конец	-9,7±3,1 / -9,5±2,8	-9,6±2,6 / -9,7±2,6	-10,4±2,9 / -10,3±2,8
Максимальная угловая позиция сустава	-9,7±3,7 / -9,5±3,1	-9,7±3,5 / -9,6±3,3	-10,5±3,1 / 10,3±3,2
Минимальная угловая позиция сустава	-84,4±4,3 / -84,4±3,7	-84,5±4,6 / -84,5±4,6	-85,1±3,1 / -85,2±3,2
<i>Фронтальная плоскость (боковые движения)</i>			
Начало	7,2±2,4 / 9,2±2,9 [^]	7,6±2,6 / 9,3±2,7 [^]	7,6±2,4 / 8,2±2,5
Подъем	7,6±2,3 / 9,0±3,4 [^]	7,9±2,2 / 9,2±2,1 [^]	7,9±3,2 / 8,2±3,3
Конец	6,9±2,4 / 4,2±2,7 [^]	6,7±2,9 / 5,1±2,1 [^]	6,0±3,1 / 5,6±3,0
Максимальная угловая позиция сустава	10,4±3,7 / 11,6±4,4 [^]	10,7±2,2 / 11,4±2,2 [^]	9,7±3,4 / 10,3±3,7
Минимальная угловая позиция сустава	3,7±2,4 / 4,2±2,5 [^]	4,9±2,1 / 4,3±2,2 [^]	3,9±2,7 / 4,1±2,8
<i>Поперечная плоскость (внутренняя/наружная ротация)</i>			
Начало	4,8±2,7 / 6,3±3,0 [^]	4,9±2,1 / 6,4±2,1 [^]	4,5±2,1 / 5,4±2,2 [^]
Подъем	4,4±2,8 / 4,9±2,9	4,6±2,1 / 5,0±2,2	3,7±2,2 / 4,0±2,3
Конец	2,6±2,2 / 0,6±3,4 [^]	1,5±1,6 / 1,9±2,0 [^]	1,8±2,2 / 1,6±2,1
Максимальная угловая позиция сустава	7,8±2,5 / 7,5±2,7	7,9±2,1 / 7,6±2,1	6,9±2,8 / 6,6±2,4
Минимальная угловая позиция сустава	1,3±3,0 / -0,8±2,9 [^]	2,7±2,4 / 0,6±2,3 [^]	1,3±2,3 / 1,0±2,2

Примечания: Д/НД – доминантная/недоминантная конечность; M – среднее значение; σ – стандартное отклонение; [^] – статистически значимое отличие от показателей доминантной конечности внутри группы ($p < 0,01$).

доминантной и недоминантной конечностями в начале теста составила 22 % против 7 % (до коррекции 27 %), при подъеме – 16 % против 3 % (до коррекции 18 %), в конце теста – 24 % против 9 % (до коррекции 39 %), при максимальной угловой позиции сустава – 8 % против 6 % (до коррекции 12 %), при минимальной угловой позиции сустава – 13 % против 7 % (до коррекции 13 %) в группах А и Б соответственно.

В поперечной плоскости также были зафиксированы существенные различия между исходными данными и данными, полученными после коррекции ($p < 0,01$). Установле-

но, что у участников группы Б на протяжении 4 фиксируемых событий (подъем, конец, максимальная и минимальная угловые позиции) осевая ротация коленных суставов доминантной и недоминантной конечностей стала сходной и статистически значимо не отличалась ($p > 0,05$). У участников группы А в начале и конце теста была зафиксирована лишь тенденция к уменьшению ангулярной асимметрии, тогда как при минимальной угловой позиции было отмечено небольшое увеличение ангулярной асимметрии, а при подъеме и максимальной угловой позиции ангулярные значе-

ния остались без существенных статистических изменений. Разница ангулярных положений осевой ротации коленных суставов между доминантной и недоминантной конечностями в начале теста составила 30 и 20 % (до коррекции 31 %), при подъеме – 11 и 10 % (до коррекции 16 %), в конце теста – 26 и 12 % (до коррекции 77 %), при максимальной угловой позиции сустава – 4 и 4 % (до коррекции 4 %), при минимальной угловой позиции сустава – 78 и 24 % (до коррекции 61 %) в группах А и Б соответственно.

В сагиттальной плоскости существенных различий в кинематике коленных суставов между данными, полученными до и после коррекции, в обеих группах зафиксировано не было ($p > 0,05$).

Обсуждение. Боль в коленном суставе – типичное проявление его неправильного биомеханического положения [10]. Люди с функциональными нарушениями коленного сустава могут точно сказать, что боль исходит из области под коленной чашечкой. Однако боль также может иметь «разлитый» характер и затрагивать всю переднюю поверхность колена. При неправильном биомеханическом функционировании коленного сустава (чрезмерное латеральное смещение, осевая ротация) скольжение надколенника в межмышцелковой борозде происходит с большим давлением наружу, из-за чего страдает хрящ, покрывающий надколенник и мышцелки [11], и это становится причиной развития или прогрессирования гонартроза.

Совокупное использование метода мануальной коррекции и физических упражнений доказало свою эффективность в улучшении функционального состояния коленного сустава не только по сравнению с другими видами консервативного лечения [12, 13], но и по сравнению с улучшениями, наблюдаемыми после эндопротезирования коленного сустава [14].

Снижение уровня асимметрии в коленных суставах, вероятнее всего, было достигнуто за счет уменьшения смещения надколенника кнаружи в недоминантной конечности. Поскольку по бокам надколенник удерживают две связки – наружная и внутренняя, где наружная связка тянет надколенник кнаружи и не дает ему сме-

ститься кнутри, а внутренняя тянет надколенник кнутри, не давая ему вывихнуться кнаружи, можно предположить, что до коррекции внутренняя связка недоминантной конечности была ослаблена, из-за чего и была зафиксирована разница между суставами доминантной и недоминантной конечностей. Слабость внутренней связки может приводить к тому, что надколенник ложится в борозду между мышцелками бедренной кости не центрированно, а со смещением кнаружи [15]. Но нужно учесть, что осевая стабильность надколенника обеспечивается не только связками, но и мышцами, в частности медиальной широкой мышцей бедра, входящей в состав четырехглавой мышцы, которая тянет надколенник кнутри. Если медиальная широкая мышца бедра слабая, то она также не может полноценно стабилизировать надколенник, из-за чего он смещается кнаружи. Нашим исследованием выявлено, что после коррекции надколенник недоминантной конечности ложится в борозду между мышцелками бедренной кости более правильно, т. е. центрированно, из-за чего работа коленного сустава как блока при разгибании колена становится более эффективной.

Установленные различия свидетельствуют о том, что гонартроз не только вызывает симптомы и признаки нарушения, но и оказывает существенное влияние на биомеханическое функционирование коленного сустава – в виде ангулярной асимметрии между коленными суставами. При гонартрозе нарушается рациональный стереотип движений, характерный для здорового человека. Положение человека становится менее устойчивым, что проявляется в значительном увеличении движений в суставе. Как показал опыт проведения коррекционных мероприятий, применение физических упражнений в совокупности с мануальной мобилизацией сустава не только уменьшает симптоматические признаки нарушений в коленном суставе, но и оказывает влияние на биомеханику сустава, снижая уровень ангулярной асимметрии между коленными суставами. В результате коррекции происходят изменения структуры прочно сложившегося нерационального стереотипа движений.

Список литературы

1. Иванцов А.В. Рентгеноанатомические особенности структур коленного сустава у детей в норме и при вальгусной деформации // Журн. Гроднен. гос. мед. ун-та. 2010. № 2 (30). С. 43–46.
2. Biedert R.M., Bachmann M. Anterior-Posterior Trochlear Measurements of Normal and Dysplastic Trochlea by Axial Magnetic Resonance Imaging // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2009. Vol. 17, № 10. P. 1225–1230.
3. Цурко В.В. Остеоартроз: проблема гериатрии: моногр. М., 2004. 131 с.
4. Дёмин А.В. Особенности постральной нестабильности у лиц пожилого и старческого возраста // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2013. № 2. С. 13–19.
5. Бадюкин В.В. Остеоартроз коленного сустава: клиника, диагностика, лечение // *Соврем. ревматология*. 2013. № 3. С. 70–75.
6. Солодилов Р.О., Логинов С.И. Сравнительный анализ двух программ физической реабилитации при остеоартрозе коленного сустава // *Адаптив. физ. культура*. 2016. № 3(67). С. 22–26.
7. Maitland G., Hengeveld E., Banks K., English K. *Maitland's Vertebral Manipulation*. 6th ed. Boston, 2001. P. 325–383.
8. Логинов С.И., Солодилов Р.О. Влияние гонартроза на кинематику коленного сустава // *Бюл. сиб. медицины*. 2016. Т. 15, № 3. С. 70–78.
9. Солодилов Р.О., Логинов С.И. Влияние остеоартроза коленного сустава на биомеханические показатели тазобедренного сустава // *Рос. журн. биомеханики*. 2015. Т. 19, № 4. С. 359–371.
10. Katchburian M.V., Bull A.M., Shih Y.F., Heatley F.W., Amis A.A. Measurement of Patellar Tracking: Assessment and Analysis of the Literature // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2003. Vol. 412. P. 241–259.
11. Модяев В.П., Анкина М.А. О строении и функции наружной части суставного хряща // *Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии*. 1978. Т. 74, № 4. С. 57–62.
12. Puett D.W., Griffin M.R. Published Trials of Nonmedical and Noninvasive Therapies for Hip and Knee Osteoarthritis // *Ann. Intern. Med.* 1994. Vol. 121, № 2. P. 133–140.
13. van Baar M.E., Assendelft W.J., Dekker J., Oostendorp R.A., Bijlsma J.W. Effectiveness of Exercise Therapy in Patients with Osteoarthritis of the Hip or Knee: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials // *Arthritis Rheum.* 1999. Vol. 42, № 7. P. 1361–1369.
14. Mohomed N.N. Manual Physical Therapy and Exercise Improved Function in Osteoarthritis of the Knee // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000. Vol. 82, № 9. P. 1324.
15. Palmer S.H., Servant C.T., Maguire J., Machan S., Parish E.N., Cross M.J. Surgical Reconstruction of Severe Patellofemoral Maltracking // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2004. Vol. 419. P. 144–148.

References

1. Ivantsov A.V. Rentgenoanatomicheskie osobennosti struktur kolennogo sustava u detey v norme i pri val'gusnoy deformatsii [Anatomic and Radiographic Characteristics of the Bone Structure of a Knee Joint of Healthy Children and Children with Valgus Deformity of a Knee Joint]. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2010, no. 2, pp. 43–46.
2. Biedert R.M., Bachmann M. Anterior-Posterior Trochlear Measurements of Normal and Dysplastic Trochlea by Axial Magnetic Resonance Imaging. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, 2009, vol. 17, no. 10, pp. 1225–1230.
3. Tsurko V.V. *Osteoartroz: problema geriatrii* [Osteoarthritis: The Problem of Geriatrics]. Moscow, 2004. 131 p.
4. Demin A.V. Osobennosti postural'noy nestabil'nosti u lits pozhilogo i starcheskogo vozrasta [Peculiarities of Postural Instability in Elderly and Senile People]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2013, no. 2, pp. 13–19.
5. Badokin V.V. Osteoartroz kolennogo sustava: klinika, diagnostika, lechenie [Knee Osteoarthritis: Clinical Presentation, Diagnosis, Treatment]. *Sovremennaya revmatologiya*, 2013, no. 3, pp. 70–75.
6. Solodilov R.O., Loginov S.I. Sravnitel'nyy analiz dvukh programm fizicheskoy reabilitatsii pri osteoartroze kolennogo sustava [Comparative Analysis of Two Physical Rehabilitation Programs for Osteoarthritis of the Knee]. *Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura*, 2016, no. 3, pp. 22–26.
7. Maitland G., Hengeveld E., Banks K., English K. *Maitland's Vertebral Manipulation*. 6th ed. Boston, 2001, pp. 325–383.
8. Loginov S.I., Solodilov R.O. Vliyanie gonartroza na kinematiku kolennogo sustava [Influence of Gonarthrosis on Kinematics Indicators of the Knee Joint]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2016, vol. 15, no. 3, pp. 70–78.
9. Solodilov R.O., Loginov S.I. Vliyanie osteoartroza kolennogo sustava na biomekhanicheskie pokazateli tazobedrennogo sustava [Influence of Osteoarthritis of the Knee Joint on Biomechanical Indicators of the Hip Joint]. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki*, 2015, vol. 19, no. 4, pp. 359–371.

10. Katchburian M.V., Bull A.M., Shih Y.F., Heatley F.W., Amis A.A. Measurement of Patellar Tracking: Assessment and Analysis of the Literature. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2003, vol. 412, pp. 241–259.

11. Modyaev V.P., Ankina M.A. O stroenii i funktsii naruzhnoy chasti sustavnogo khryashcha [On the Structure and Function of the External Part of Articular Cartilage]. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*, 1978, vol. 74, no. 4, pp. 57–62.

12. Puett D.W., Griffin M.R. Published Trials of Nonmedical and Noninvasive Therapies for Hip and Knee Osteoarthritis. *Ann. Intern. Med.*, 1994, vol. 121, no. 2, pp. 133–140.

13. van Baar M.E., Assendelft W.J., Dekker J., Oostendorp R.A., Bijlsma J.W. Effectiveness of Exercise Therapy in Patients with Osteoarthritis of the Hip or Knee: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Arthritis Rheum.*, 1999, vol. 42, no. 7, pp. 1361–1369.

14. Mohamed N.N. Manual Physical Therapy and Exercise Improved Function in Osteoarthritis of the Knee. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000, vol. 82, no. 9, p. 1324.

15. Palmer S.H., Servant C.T., Maguire J., Machan S., Parish E.N., Cross M.J. Surgical Reconstruction of Severe Patellofemoral Maltracking. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2004, vol. 419, pp. 144–148.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.2.74

Roman O. Solodilov*

*Surgut State University (Khanty-Mansiyskiy avtonomnyy okrug, Surgut, Russian Federation)

PHYSIOLOGICAL AND BIOMECHANICAL ANALYSIS AND CORRECTION OF THE FUNCTIONAL STATUS OF KNEE JOINT IN OLDER WOMEN WITH GONARTHROSIS

This paper studies the physiological and biomechanical peculiarities of knee joint functioning in older women with gonarthrosis before and after its correction. It was established that 60–65-year-old women with disturbed function of knee joint, in addition to symptomatic signs also have biomechanical disorders in the joint, namely kinematic changes in angular locations in the three planes of motion (sagittal, frontal and transverse). After correction, in addition to reducing the symptomatic signs of knee disorders, an alignment of angular asymmetry between the knee joints of the dominant and non-dominant limbs was recorded. In groups A (after physical correction) and B (after physical and manual correction), the difference in the angular positions of knee joints in the frontal plane at the beginning of the Rising Test was 22 and 7 % (27 % before correction); at rising, 16 and 3 % (18 % before correction); at the end of the test, 24 and 9 % (39 % before correction); at the maximum angular position of the joint, 8 and 6 % (12 % before correction); at the minimum angular position of the joint, 13 and 7 % (13 % before correction), respectively. In the transverse plane: at the beginning of the test it was 30 and 20 % (31 % before correction); at rising, 11 and 10 % (16 % before correction); at the end of the test, 26 and 12 % (77 % before correction); at the maximum angular position of the joint, 4 and 4 % (4 % before correction), at the minimum angular position of the joint, 78 and 24 % (61 % before correction) in groups A and B, respectively. Thus, after the correction the kneecap fits in the furrow between the condyles of the femoral bone better, i.e., more centred. As a result, knee extension was more effective both biomechanically and functionally.

Keywords: *knee joint functional disorders, older women, knee joint biomechanics, physical rehabilitation in gonarthrosis.*

Поступила 31.01.2017

Received 31 January 2017

Corresponding author: Roman Solodilov, *address:* prosp. Lenina 1, Surgut, 628412, Khanty-Mansiyskiy avtonomnyy okrug, Russian Federation; *e-mail:* goodroman@mail.ru

For citation: Solodilov R.O. Physiological and Biomechanical Analysis and Correction of the Functional Status of Knee Joint in Older Women with Gonarthrosis. *Journal of Medical and Biological Research*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 74–81. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.2.74