

КОРРИГИРУЮЩИЕ ОСТЕОТОМИИ В ЛЕЧЕНИИ ГОНАРТРОЗА

Зыкин А.А., Тенилин Н.А., Малышев Е.Е., Герасимов С.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Верхневолжская наб., д. 18/1, e-mail: dr.zykin@mail.ru

Статья посвящена актуальному вопросу современной ортопедии – корригирующим остеотомиям в области коленного сустава. Целью работы является обзор современной литературы для обобщения данных отечественных и зарубежных исследователей, определения показаний для выполнения корригирующих остеотомий, уровня и степени коррекции оси нижней конечности. Показаны результаты исследований влияния позиции механической оси нижней конечности на распределение контактного давления в суставе. Рассмотрены методики определения необходимой степени коррекции для достижения нормальной механической оси нижней конечности. Проанализированы литературные данные о результатах нормализации осевых деформаций в лечении деформирующего артроза коленного сустава. Применение данной методики целесообразно у молодых пациентов с гонартрозом второй или третьей стадии. Для получения хороших отдаленных результатов необходимо правильное и точное соблюдение показаний к выполнению корригирующей остеотомии, выполнение максимально точного расчета коррекции.

Ключевые слова: корригирующая остеотомия, гонартроз, ось нижней конечности.

CORRECTIVE OSTEOTOMY IN THE TREATMENT OF GONARTHROSIS

Zykin A.A., Tenilin N.A., Malyshev E.E., Gerasimov S.A.

Nizhny Novgorod Research Institute of Traumatology and Orthopedics, e-mail: dr.zykin@mail.ru.

This article deals with an important issue of modern orthopedics – correcting osteotomies in the knee joint area. The aim of this research is to do an overview of contemporary literature in order to summarize the data from national and foreign researchers, to determine indications for correcting osteotomies, as well as the level and extent of lower extremity's axis correction. The research shows investigation results regarding influence of the position of the lower extremity's mechanical axis onto distribution of contact pressure in the joint. The authors consider techniques of determination of the correction extent needed to reach a normal mechanical axis of a lower extremity. Literary data on the results of axial deformation normalization in the treatment of knee joint arthrosisdeformans is analyzed. Application of the given technique is expedient in young patients with gonarthrosis of the II and III degree. In order to get good remote results it is essential to strictly adhere to the indications for carrying out a correcting osteotomy and to do a precise correction computation.

Keywords: correcting osteotomy, gonarthrosis, lower extremity axis

Деформирующие заболевания суставов дегенеративно-дистрофического генеза широко распространены среди взрослого населения и составляют более 8-12% [1,5,11,12,20]. В структуре дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов на коленный сустав приходится 33,3 % случаев [1,5,12]. В последние годы наблюдается тенденция к увеличению заболеваемости деформирующим артрозом среди лиц молодого трудоспособного возраста [2], что значительно повышает социальную значимость проблемы. Отмечается рост заболеваемости артрозами среди лиц средней возрастной группы (40-60 лет) до 60 %, а также увеличивается продолжительность периода нетрудоспособности [2,11,20]. Консервативное лечение не всегда приносит положительный эффект, что приводит к снижению качества жизни пациентов [5,6,10,24]. У молодых пациентов неизбежно поднимается вопрос о

необходимости хирургического вмешательства с целью предотвращения прогрессирования артроза и переноса эндопротезирования коленного сустава на более поздние сроки [7,46].

В последнее время снова все большее применение находят операции по коррекции оси нижней конечности для лечения гонартроза, особенно у молодых пациентов [7,10,14,19]. Известно, что корригирующие остеотомии применяются с 19 века, когда А.Мейер впервые использовал данную методику для лечения гонартроза. В 20 веке большой вклад в популяризацию корригирующих остеотомий внесли J.P.Jackson, W.Waugh, M.Coventry, T.Koshino, P.Maquet [10,35,41]. В настоящее время активно пропагандирует применение данных операций P.Lobenhoffer [40].

Со второй половины 20 века при лечении гонартроза артропластика коленного сустава стала методом выбора среди оперативных вмешательств. Корригирующие остеотомии, как метод оперативного вмешательства, отошли на второй план, а то и вообще оказались забыты [3]. В данной статье мы постараемся рассмотреть взгляды ортопедов на применение остеотомий в лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава.

На сегодняшний день деформирующий артроз признан полиэтиологическим заболеванием [4,24,26]. Многие ученые, изучающие патогенез остеоартроза, являются сторонниками механо-функциональной теории развития деформирующего артроза коленного сустава [29,49]. Согласно этой теории, развитие дегенеративно-дистрофического процесса в суставном хряще, субхондральной кости и капсуле сустава связано с функциональной перегрузкой хряща, обусловленной большой величиной нагрузки. Осевые деформации приводят к преждевременному непропорциональному изнашиванию коленного сустава с развитием дегенеративно-дистрофических изменений [21,26,47]. Некоторые ученые высказали мнение о том, что в основе заболевания лежит несоответствие функциональной нагрузки на хрящ его биологическим возможностям [5,26,29,47].

Влияние позиции механической оси нижней конечности на распределение контактного давления в суставе было предметом ряда экспериментальных исследований. Самым современным методом для изучения контактного давления является применение измерительной фольги, которая работает на основе принципов электромеханического сопротивления Tekscan-System (рис. 1.) [14]. Riegger-Krugh исследовал на трупном материале распределение нагрузок в коленном суставе после остеотомий. Моделировали варусную деформацию, а затем выполняли остеотомию. Авторы нашли ожидаемое повышение нагрузок в медиальном отделе при варусной деформации и в латеральном отделе при вальгусной. Работа интересна тем, что при нейтральной оси коленного сустава нагрузка

ложилась более на латеральный отдел сустава. После коррекции получены те же данные о нагрузках, что и при нормальной оси [14].

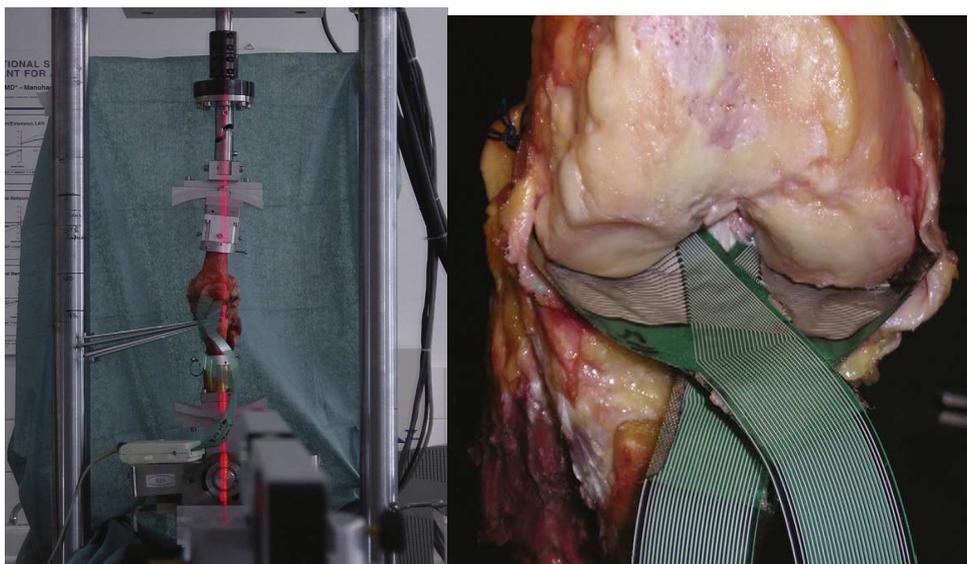


Рис. 1. Исследование распределения давления в коленном суставе с использованием Tekscan-System.

Идея корригирующей остеотомии заключается в том, что за счет нормализации оси нижней конечности происходит перераспределение нагрузки с поврежденного, подвергаемого значительным нагрузкам отдела сустава, на относительно здоровый [9,19,25]. Остеотомии в области коленного сустава разделяются по уровню выполнения коррекции: на уровне бедренной кости; на уровне голени – высокая и низкая тибиальные, а также разделяются по способу пересечения кости и характеру коррекции: поперечная, шарообразная, прямая, косая, открывающая, закрывающая [13]. В настоящее время наиболее часто применяется высокая открывающая клиновидная остеотомия, которая позволяет решить практически все технические сложности, возникающие при выполнении нормализации оси нижней конечности. Необходимо отметить и важность применения адекватных, стабильных фиксаторов при фиксации костей после остеотомии. Ранее, после нормализации оси конечности оперативным путем, пациенты были вынуждены длительно использовать различные способы иммобилизации, что значительно удлиняло период реабилитации [13]. В 2000х годах, на витке нового развития остеотомий, множество фирм-производителей предложили свои варианты фиксации, позволяющие значительно снизить сроки восстановления после данной операции. Применение современных фиксаторов позволяет начать частичную нагрузку на конечность в первые дни после операции и, конечно, исключить длительную иммобилизацию, а в некоторых случаях отказаться от нее [55].

Корректирующие остеотомии рассматриваются как метод дополняющий, подготавливающий к артропластике, а в некоторых случаях операции по коррекции оси позволяют обойтись и без протезирования [14,33,40]. Для того, чтобы корректирующие остеотомии в области коленного сустава принесли продолжительный эффект, необходимо: правильно определить показания; адекватно провести предоперационное обследование; рассчитать степень и уровень коррекции [8,18,25,36,39,40].

Хороший результат при коррекции оси нижней конечности может быть получен только при правильном выборе показаний [33,36]. Если корректирующая остеотомия выполняется без учета необходимых факторов, можно в лучшем случае не навредить, а в худшем, ускорить разрушение сустава. Опыт современных ортопедов был обобщен в 2009 году на заседании International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine [23,28,33,36,39] и отражен в табл.1.

Таблица 1

Показания, относительные показания и абсолютные противопоказания к выполнению корректирующих остеотомий

Показания	Относительные показания	Абсолютные противопоказания
Возраст до 60 лет	Возраст после 60 лет	Ревматоидный артрит
Деформирующий артроз 2 ст.	Деформирующий артроз 3 ст.	
Отсутствие пателло-фemorального артроза	Умеренный пателло-фemorальный артроз	Пателло-фemorальный артроз 3 ст.
Варус, вальгус < 15 гр.	Нестабильность ПКС, ЗКС.	Артроз контралатерального отдела сустава.
Изолированный артроз 2-3 ст.	Изолированный артроз 3-4 ст.	Остеопороз
Объем движений > 100 гр.	Объем движений > 90 гр.	Ограничение сгибания > 25 гр.
ИМТ < 30	ИМТ 30-40	ИМТ > 40
Полное разгибание	Курение	Контралатеральная менискэктомия
Высокая степень исходной активности	Менискэктомия	Снижение кровотока по сосудам н./конечности
Нормальный контралатеральный компонент сустава	Рассекающий остеохондрит	Внесуставные деформации
Стабильный коленный сустав, неповрежденные крестообразные связки	Некроз мыщелков бедренной кости	Сниженная регенерация кости
Неповрежденные мениски коленного сустава	Ограничение сгибания > 15 гр.	Предшествующая инфекция
	Варусная, вальгусная деформация более 15 гр.	

В качестве подготовки к оперативному лечению необходимо проводить тщательное обследование перед вмешательством, которое включает клинические и лабораторные тесты, а также, по мнению большинства ортопедов [22,42], обязательно выполнить снимки нижней конечности на протяжении – телерентгенограммы (FLFS) (рис.2).

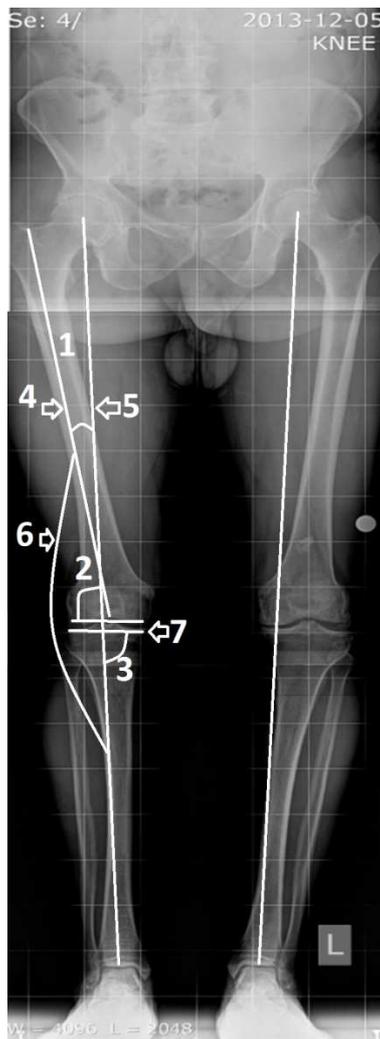


Рис. 2. Снимки нижней конечности на протяжении.

Для правильного определения уровня остеотомии и степени необходимой коррекции на снимках нижней конечности на протяжении необходимо различать взаимоотношение следующих осевых соотношений и углов в области коленного сустава (рис.2) [21,36,42,44]:

- Анатомо-механический угол (АМУ) = $6 \pm 1^\circ$ – угол между анатомической и механической осями бедренной кости (1).
- Механический дистальный феморолатеральный угол (МДФЛУ) = $87 \pm 3^\circ$ (2).
- Механический проксимальный медиотибиальный угол (МПМТУ) = $87 \pm 3^\circ$ (3).
- Анатомическая ось нижней конечности (4) соответствует продольным осям бедренной и большеберцовой костей.
- Механическая ось нижней конечности (линия Микулича) (5) проходит через центр головки бедренной кости, через центр коленного сустава и через центр голеностопного сустава.
- Анатомический феморотибиальный угол (АФТУ) = $173-175^\circ$ – этот угол образован анатомическими осями бедренной и большеберцовой кости (6).

- Линия коленного сустава во фронтальной плоскости имеет скос относительно срединной линии около 2 градусов снаружи кнутри (7).
- Тибиальный слоп 5-10° – скос тибиального плато кзади.

Основными показаниями к выполнению корригирующих остеотомий в области коленного сустава являются: смещение механической оси нижней конечности медиально или латерально на 10 мм от срединной линии, а также изменение МДФЛУ и МПМТУ более чем на 3 градуса [14,18,23,36].

Существует множество методик определения необходимой степени коррекции для достижения нормальной механической оси нижней конечности [15]. Одна из самых первых методик расчета предложена Ковентри [25], заключающаяся в расчетах по анатомической оси или по биомеханической оси. Из более современных методик необходимо отметить предоперационное планирование по Лобенхофферу, при котором необходимо ориентироваться на прохождение механической оси через точку Фуджисава [40]. Наиболее часто применяется предоперационное планирование по Миниаци [15]. Суть его заключается в следующем: необходима рентгенограмма всей нижней конечности, планирование также проходит с учетом точки Фуджисава. Точка Фуджисава – анатомический ориентир, расположенный на механической оси нижней конечности на плоскости большеберцовой кости через точку в латеральном компартменте на расстояние 62% от общей ширины (при условии, что отсчет начинается: от 0% медиального края до 100% у латерального края), что является наилучшим расположением для скорректированной механической оси [30] (рис.3). Это согласуется с результатами, изложенными Noyes [13,43]. Ученые получили одинаковые результаты, свидетельствующие о том, что смещение нагрузки на медиальную треть латерального компартмента снижает дегенеративное изменение суставного хряща, при этом наблюдается некоторая реструктуризация хрящевых слоев [13,18,36,43].

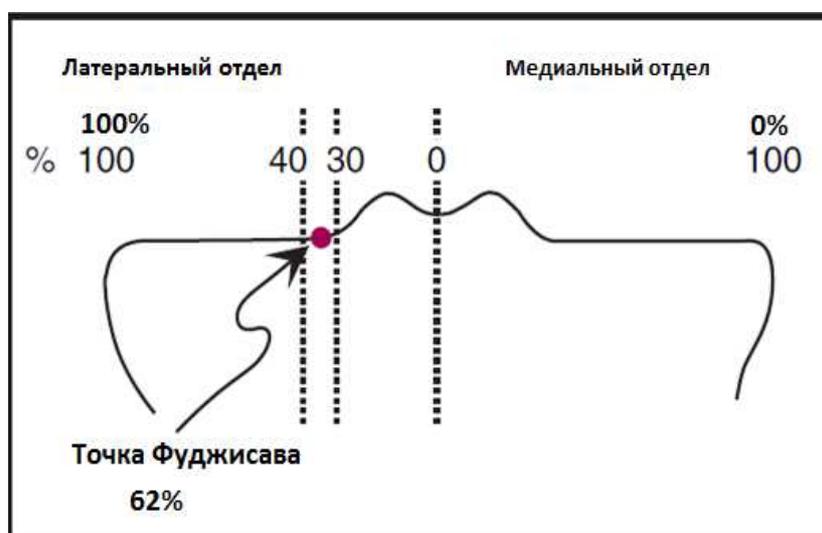


Рис.3. Анатомический ориентир – точка Фуджисава.

При планировании по Миниаци необходимо использовать следующие вспомогательные линии [14,15]:

- Линия 1 проходит от головки бедренной кости (от ее центра) через точку Фуджисава общей ширины плато большеберцовой кости латеральнее центра коленного сустава до плоскости голеностопного сустава. Эта линия представляет желаемую послеоперационную ось конечности.
- Линия 2 начинается из центра предполагаемой остеотомии – точка «Д», которая является конечной планируемой остеотомии. Эта линия идет книзу и соединяет точку «Д» с центром голеностопного сустава на рентгенограмме.
- Линия 3 соединяет точку «Д» с точкой на линии 1, которая находится на ее пересечении с плоскостью голеностопного сустава.

Открытый угол между линиями 2 и 3 (угол Alpha) является искомым углом для необходимой коррекции (рис.4).

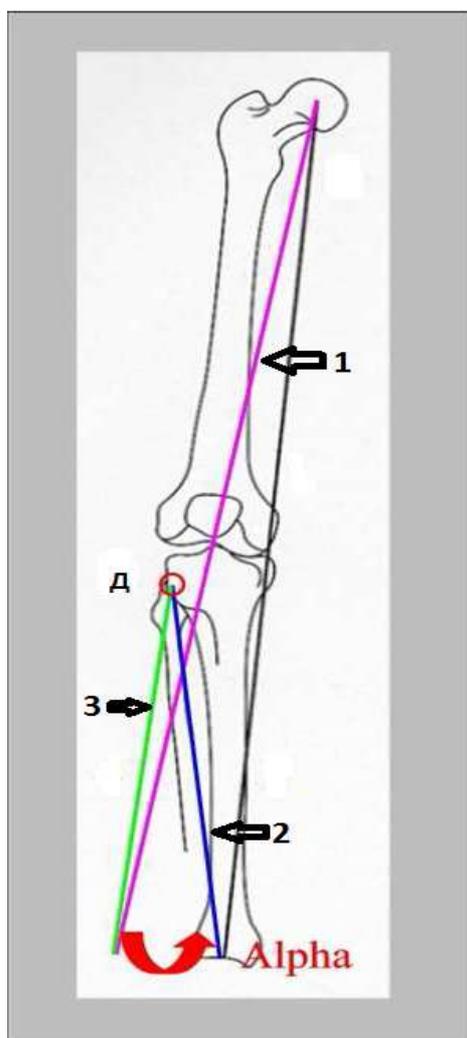


Рис. 4. Планирование величины коррекции по Миниаци.

Только при использовании правильных показаний и тщательного расчета степени коррекции можно ожидать положительных и долгосрочных результатов. При анализе литературных источников получены следующие данные об эффективности остеотомий (табл. 2).

Таблица 2

Отдаленные результаты применения корригирующих остеотомий

Автор	Количество	Результат
Sprenger [51]	76	86% сохр.эффекта 5лет 74% сохр.эффекта 10лет 56% сохр.эффекта 15лет
Insall [34]	95	85% хороший 5 лет 63% хороший 9 лет
Aglietti [17]	102	88% хороший 7 лет 78% хороший 10 лет 57% хороший 15 лет
Billings [27,46]	64	85% хороший 5 лет 63% хороший 10 лет (21 ТЭП)
Coventry [25]	87	87% хороший 5 лет 69% хороший 10 лет
Hernigou [32]	245	94% хороший 5 лет 85% хороший 10 лет 68% хороший 15 лет
Rudan [46]	128	80% хороший 10 лет 10% хороший 15 лет
Ritter [46]	78	80% хороший 5 лет 58% хороший 10 лет
Yasuda [16]	56	88% хороший 6 лет 63% хороший 10 лет
Matthews [27,46]	40	50% хороший, удовл. 5 лет 28% хороший 9лет (16-ТЭП)
Cass [46]	86	51% хороший 9 лет (31-ТЭП)
Rinonapoli [48]	102	55% хороший 15 лет
Odenbring [52]	28	81% хороший 11 лет
Koshino [38]	136	91% хороший 5 лет
Giagounidis [31]	94	73% хороший 9 лет

В данных шведского регистра за 1998-2007 годы приведен обобщенный результат выполнения корригирующих остеотомий (3161 операций) и следующих за ними тотальных эндопротезирований коленного сустава [53] (рис. 5).

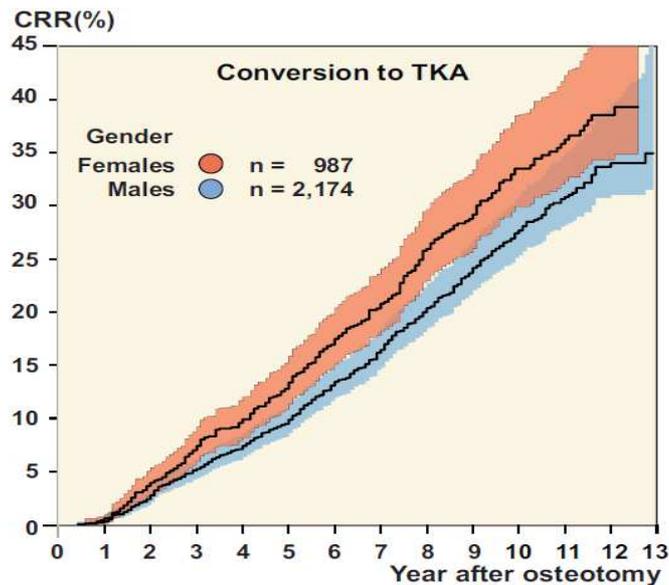


Рис.5. Эндопротезирование после корригирующих остеотомий (данные шведского регистра).

Исследователи отмечают, что в данный период наблюдений рентгенологически выявляется отсутствие признаков прогрессирования артроза и лишь иногда отмечают некоторое ухудшение контралатерального отдела сустава [18,27,46].

Анализировались результаты исследований по применению тотального эндопротезирования коленного сустава после корригирующей остеотомии. Существуют публикации о трудностях применения артропластики после корригирующих остеотомий, в которых отмечается увеличение количества осложнений до 30% [45]. Все же большинство ортопедов склоняются к мнению, что при выполнении правильно рассчитанных остеотомий, первичное эндопротезирование не отличается какими-либо техническими особенностями [22,37]. Более того, имплантация эндопротеза в условиях нормальной анатомии коленного сустава приносит лучшие отдаленные результаты.

И последний из вопросов, касающихся остеотомий, который широко освещен в литературе, – осложнения. К осложнениям корригирующих остеотомий мы можем отнести прогрессирование процесса, отсутствие консолидации, инфекцию, потерю коррекции, нейропатию малого берцового нерва [50,54].

Таким образом, в заключении можно сказать, что корригирующие остеотомии, как метод лечения гонартроза, по-прежнему актуальны. Целесообразно применение данной методики у молодых пациентов с гонартрозом второй или третьей стадии. Кроме того, необходимо правильное и точное соблюдение показаний, расчет коррекции, что позволяет получить хорошие отдаленные результаты.

Список литературы

1. Багирова, Г.Г. Остеоартроз: эпидемиология, клиника, диагностика, лечение/ Г.Г.Багирова, О.Ю. Мейко. - М., 2005.- 224с.
2. Брагина, С. В. Структура стойкой утраты трудоспособности у пациентов с гонартрозом/ С. В. Брагина, Р. П. Матвеев// Гений ортопедии. – 2011. – №4. – С.101-105.
3. Головаха, М.Л. Отдаленные результаты высокой корригирующей остеотомии большеберцовой кости при гонартрозе/ М.Л.Головаха, В.Орлянский// Ортопедия, травматология и протезирование.-2013.-№ 1.-С.10-15.
4. Зайцева, Е. М. Причины боли при остеоартрозе и факторы прогрессирования заболевания (обзор литературы)/Е.М. Зайцева, Л.И. Алексеева // Научно-практическая ревматология.–2011.– № 1.– С. 50–57.
5. Зоря, В. И. Деформирующий артроз коленного сустава: руководство для врачей / В. И. Зоря, Г. Д. Лазишвили, Д. Е. Шпаковский. - М.: Литтерра, 2010. - 320 с.
6. Колесников, М.А. Современные методы лечения гонартроза (обзор литературы)/ М.А. Колесников, И.Ф. Ахтямов // Вестник травматологии и ортопедии Урала.– 2012.– № 1-2.– С. 121-129.
7. Корнилов, Н.Н. Современные представления о целесообразности применения корригирующих околосуставных остеотомии при деформирующем артрозе коленного сустава / Н.Н. Корнилов, К.А. Новоселов, Т.А.Куляба // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2004. -№3.-С. 91-95.
8. Котельников, Г. П. Хирургическая коррекция деформаций коленного сустава / Г. П. Котельников, А. П. Чернов. - Самара, 1999.- 180 с.
9. Лоскутов, А.Е. Артроскопия и корригирующая остеотомия при лечении гонартроза / А.Е. Лоскутов, М.Л. Головаха // Вісн. ортопед., травматол. та протез. – 2002. – №2. – С. 5–7.
10. Макушин, В.Д. Гонартроз: отдаленные результаты применения высокой вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости (обзор зарубежной литературы)/ В.Д. Макушин, О.К. Чегуров// Гений Ортопедии. – 2007.- №1.- С.137-143.
11. Матвеев, Р.П. Остеоартроз коленного сустава: проблемы и социальная значимость/ Р. П. Матвеев, С. В. Брагина// Экология человека.– 2012.–№9.– С.53-62.
12. Миронов, С. П. Остеоартроз: современное состояние проблемы / С.П. Миронов, Н.П. Омеляненко, А.К.Орлецкий // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2001. –№2.– С. 96–99.
13. Мюллер, В. Высокая остеотомия большеберцовой кости: условия, показания, техника, проблемы, результаты/ В.Мюллер // MargoAnterior. – 2003. – № 1–2. – С. 2–10.

14. Орлянский, В. Корректирующие остеотомии в области коленного сустава / В. Орлянский, М.Л. Головаха, Р. Шабус - Днепропетровск: Пороги, 2009.- 159 с.
15. Планирование величины коррекции корректирующей остеотомии большеберцовой кости/М.Л. Головаха, И.В. Шишка, О.В. Банит, В. Орлянский// Ортопедия, травматология и протезирование.-2010.-№1.-С. 91-97.
16. A ten- to 15-year follow-up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis/ Yasuda K. [et al.]//Clin.Orthop.Relat.-1992.- vol.282.-P.186-195.
17. Aglietti, P. Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee/ P.Aglietti, E. Rinonapoli// Clin. Orthop.- 1983.-№176.-P. 239-251.
18. Agneskirchner, J.D.. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study/ J.D. Agneskirchner [et al.]// Arthroscopy.- 2007.-vol.23, №8.-P.852-861.
19. Amendola, A. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartmental arthritis of the knee/ A.Amendola, L. Panarella // Orthop. Clin. North. Am.- 2005.-vol.36, №4.-P.497-504.
20. Arden, N. Osteoarthritis: epidemiology / N. Arden, M.C. Nevitt // Best Pract. Res. Clin. Rheumatol. - 2006.-vol.20,№ 1.-P. 3-25.
21. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee/ G.M. Brouwer, A.W. van Tol, A.P. Bergink, J.N. Belo, R.M. Bernsen, M.Reijman //Arthritis Rheum.- 2007.-vol.56, № 4.-P.1204-1211.
22. Bae, D.K. Total knee arthroplasty following closed wedge high tibial osteotomy / D. K. Bae, S. J. Song, K. H. Yoon // International Orthopaedics (SICOT).- 2010. -vol.34.-P.283-287.
23. Brinkman, J.M. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies/ J.M. Brinkman [et al.] // J. Bone Jt. Surg.-2008.- Vol.90, №12.- P.1548-1557.
24. Cole, B. Degenerative arthritis of the knee in active patients : evaluation and management / B. Cole, C. Harner // J. Am. Acad. Orthop. Surg. - 1999. - Vol. 7, № 6. - P. 389-402.
25. Coventry, M. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases / M. Coventry, D. Ilstrup, S. Wallrichs // J. Bone Jt. Surg. - 1993. - vol.75-A, № 2. - P. 196-201.
26. Doherty, M. Risk factors for progression of knee osteoarthritis / M. Doherty // Lancet. - 2001. - Vol. 358. - P. 775.
27. Esenkaya, K. Proximal tibial osteotomies for the medial compartment arthrosis of the knee: a historical journey / K. Esenkaya, U. K. Akan // Strat. Traum. Limb Recon.-2012.-№7.-P.13-21.
28. Frey, P. Closing-wedge high tibial osteotomy with a modified Weber technique/ P. Frey, M. Muller, U. Munzinger // Oper. Orthop. Traumatol.-2008.- vol.20, №1.- P.75-88.

29. Frontal Plane Knee Alignment: A Call for Standardized Measurement / T. D. Cooke, E. A. Sled, R. A. Scudamore // *J. Rheum.*—2007.— vol. 34, № 9.— P. 1796 – 1801.
30. Fujisawa, Y. The effect of high tibial osteotomy. An arthroscopic study of 26 knee joints / Y. Fujisawa, K. Masuhara, N. Matsumoto // *I Clin. Orthop. Surg.* - 1976. - Vol. 11. - P. 576-590.
31. Giagounidis, E. M. High tibial osteotomy : factors influencing the duration of satisfactory function / E. M. Giagounidis, S. Sell // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 1999. – vol.119, №7-8. – P. 445-449.
32. Hernigou, P. A 20-year follow-up study of internal gonarthrosis after tibial valgus osteotomy. Single versus repeated osteotomy / P. Hernigou // *Rev. Chir. Orthop.* – 1996. – Vol. 82, №3. – P. 241-250.
33. Hofmann, S. Principles and indications of osteotomies around the Knee/S. Hofmann, M. Pietsch// *Arthroskopie.*—2007.— vol.20, №4.—P. 270-276.
34. Insall, J.N. High tibial osteotomy for varusgonarthrosis: a long term follow-up study/ J.N. Insall, D.M. Joseph, C. Lsika // *J Bone Jt. Surg.*— 1984.—vol.66—A, №7.—P.1040-1048.
35. Jackson, J. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee /J. Jackson, W.Waugh // *J Bone Joint Surg.*—1961.— vol.43—B, № 4.—P.746-751.
36. Jacob, R. Tibial osteotomy for varusgonarthrosis : indication, planning and operative technique / R. Jacob, S. Murphy // *AAOS Instr. Course Lect.* - 1992.-Vol. 41.-P. 87-93.
37. Karabatsos, B. Functional outcome of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy/ B. Karabatsos, N.N. Mahomed, G.L. Maistrelli // *Can. J. Surg.*— 2002.— vol.45, №2.—P.116-119.
38. Koshino, T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee/ T. Koshino, T. Murase, T. Saito// *J. Bone Jt. Surg.*— 2003.—vol.85—A, №1.—P.78-85.
39. Kolb, W. Opening-wedge high tibial osteotomy with a locked low-profile plate / W.Kolb, H. Guhlmann, C. Windisch // *J. Bone Jt. Surg.*—2009.— Vol.91—A, №11.—P.2581-2588.
40. Lobenhoffer, P. Open valgus alignment osteotomy of the proximal tibia with fixation by medial plate fixator/ P. Lobenhoffer, J. Agneskirchner, W. Zoch // *Orthopade.*— 2004.— vol.33, №2.— P.153-160
41. Maquet, P. Arthritis of the knee / P. Maquet. - New York : SpringerVerlag, 1980. - 183 p.
42. Moreland, J. R. Radiographic Analysis of the Axial Alignment of the Lower Extremity / J. R. Moreland, L. W. Basset, G. J. Hanker // *J. Bone Jt. Surg.*—1987.— vol. 69—A, № 5.—P. 745-749.
43. Noyes, F.R. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope/ F.R. Noyes, S.X. Goebel, J. West // *Am. J. Sports Med.*— 2005.—vol.33, №3.—P.378-387.

44. Paley, D. Principles of deformity correction/ D.Paley. – New York: Springer-Verlag, 2003.– 806 p.
45. Parvizi, J. Total knee arthroplasty following proximal tibial osteotomy: risk factors for failure / J. Parvizi, A.D. Hanssen, M.J. Spangehl // J. Bone Jt. Surg.– 2004.–vol.86.– P.474-479.
46. Prospective outcomes of young and middle-aged adults with medial compartment osteoarthritis treated with a proximal tibial opening wedge osteotomy /R. F. LaPrade [et al.] // Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery.–2012.–vol.28, №3.–P. 354-364.
47. Relationship between pain and medial knee joint loading in mild radiographic knee osteoarthritis/L.E. Thorp et al.//Arthritis Rheum.– 2007.– vol.57.– P. 1254–1260.
48. Rinonapoli, E. Tibial osteotomy for varusgonarthrosis : a 10- to 21-year follow-up study / E. Rinonapoli, G. Mancini, A. Corvaglia / Clin. Orthop. - 1998.-Vol. 353.-P. 185-193.
49. Sharma, L. The Role of Varus and Valgus Alignment in Knee Osteoarthritis/ L. Sharma // Arthritis Rheum.–2007.– vol. 56, № 4.–P.1044–1047.
50. Spahn, G. Complications in high tibial (medial opening wedge) osteotomy/ G. Spahn // Arch. Orthop. Trauma Surg.–2003.–vol.124.–P. 649–653.
51. Sprenger, T.R. Tibial Osteotomy for the Treatment of VarusGonarthrosis: Survival and failure analysis to twenty-two years/ T. R. Sprenger, J. F. Doerzbacher /// J. Bone Jt. Surg.–2003.– vol.85–A, №3.–P.469-474.
52. Ten-year results of tibial osteotomy for medial gonarthrosis. The influence of overcorrection / S. Odenbring [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 1991.–vol. 110, №2. – P. 103-108.
53. W-Dahl, A. High tibial osteotomy in Sweden, 1998–2007. A population-based study of the use and rate of revision to knee arthroplasty/ A.W-Dahl, O. Robertsson, L. S. Lohmander// ActaOrthopaedica.– 2012.– vol. 83, № 3.–P. 244–248.
54. Wildner, M. Complications of high tibial osteotomy and internal fixation with staples/ M. Wildner, A. Hellich, A. Reichelt // Arch. Orthop. Trauma Surg.–1999.–vol.111, №4. – P. 202-210.
55. Zaki, S.H. High tibial valgus osteotomy using the Tomofix plate –medium-term results in young patients/S.H.Zaki, P.J. Rae // ActaOrthop. Belg.–2009.– vol.75, №.3.–P.360-367.

Рецензенты:

Ежов И.Ю., д.м.н., заведующий травматолого-ортопедического отделения, доцент кафедры хирургии ФПКВ НижГМА, ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» Федерального медико-биологического агентства, г. Нижний Новгород.

Королев С.Б., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ГБОУ ВПО "НижГМА" Минздрава России, г.Нижний Новгород.