

# Остаточная деформация после двустороннего эндопротезирования коленных суставов: влияние на краткосрочные результаты

М.П. Зиновьев<sup>1</sup>, Р.В. Паськов<sup>1</sup>, К.С. Сергеев<sup>2</sup>, Д.В. Римашевский<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр»  
Уральский пр., д. 55, 622049, г. Нижний Тагил, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России  
Ул. Одесская, д. 54, 625023, г. Тюмень, Россия

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России  
Ул. Миклухо-Маклая, д. 6, 117198, Москва, Россия

## Реферат

**Цель исследования** — оценить влияние фронтального положения компонентов эндопротеза после двустороннего тотального эндопротезирования коленного сустава на краткосрочные функциональные результаты.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ телерентгенограмм 466 пациентов после двустороннего тотального эндопротезирования коленных суставов (ТЭКС) с исходной варусной деформацией. Функциональные и рентгенологические результаты оценивали в среднем через 16,4±2,9 мес. До операции варусная деформация в среднем составляла 10° (от 5 до 25°), исходный угол между анатомической и механической осями бедра (FVA) — 6,7±2° (от 3 до 12°). Из 466 пациентов после ТЭКС нейтральная ось обеих конечностей (НКА = 180±0,5°) была получена у 99 (21,2%) пациентов. Остаточная деформация одной конечности более 3° при нейтрально выравненной оси противоположной конечности наблюдалась у 44 (9,4%) пациентов, а двусторонняя — у 32 (6,9%). У остальных 291 пациента отклонение от механической оси варьировало в пределах от 1 до 3°(±0,5°).

Пациенты были поделены на три группы: 1-я группа — 10 пациентов с нейтральной осью одной конечности и варусной деформацией другой конечности более 3°; 2-я группа — 10 пациентов с двусторонней остаточной варусной деформацией более 3°; 3-я группа — 12 пациентов с нейтральной осью обеих нижних конечностей (НКА = 180°). Угол остаточной деформации в среднем составил 3,7° (от 3,2 до 5,1°).

**Результаты.** Статистически значимых различий между группами по динамометрическим показателям и оценке по шкале SF-36 и функциональной главе шкалы KSS выявлено не было ( $p>0,05$ ). Однако у пациентов 1-й группы на стороне остаточной варусной деформации отмечено увеличение периода опоры на 15% ( $p<0,05$ ) и уменьшение периода переноса на 17% ( $p<0,05$ ) по сравнению с контралатеральной конечностью (нейтрально выравненной, НКА = 180°), что является признаком асимметрии нагрузки и может негативно сказаться в отдаленном периоде.

**Заключение.** Симметричная остаточная варусная деформация нижних конечностей в 3,2–5,1° не оказывает негативного влияния на краткосрочные клинико-функциональные результаты ТЭКС. Мышечная функция и качество походки у пациентов с нейтральной осью нижних конечностей и симметричной остаточной варусной деформацией через 16,4±2,9 мес. после ТЭКС не имеют статистически значимых различий.

**Ключевые слова:** эндопротезирование коленного сустава, механическая ось нижней конечности, варусная деформация, динамометрия, анализ походки.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28

Зиновьев М.П., Паськов Р.В., Сергеев К.С., Римашевский Д.В. Остаточная деформация после двустороннего эндопротезирования коленных суставов: влияние на краткосрочные результаты. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):19-28. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28.

**Cite as:** Zinoviev M.P., Paskov R.V., Sergeev S.K., Rimashevsky D.V. [Residual Deformity after Bilateral Knee Arthroplasty: Impact on Short Term Outcomes]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):19-28. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28.

✉ Зиновьев Максим Павлович. Уральский пр., д. 55, 622049, Нижний Тагил, Россия / Maxim P. Zinoviev. 55, Ural'skiy pr., 622049, Nizhny Tagil, Russian Federation; e-mail: max\_travma@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 02.10.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 22.05.2018.

# Residual Deformity after Bilateral Knee Arthroplasty: Impact on Short Term Outcomes

M.P. Zinoviev<sup>1</sup>, R.V. Paskov<sup>1</sup>, S.K. Sergeev<sup>2</sup>, D.V. Rimashevsky<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center  
55, Ural'skiy pr., 622049, Nizhny Tagil, Russian Federation

<sup>2</sup> Tyumen State Medical University  
54, ul. Odesskaya, 625023, Tyumen, Russian Federation

<sup>3</sup> Peoples' Friendship University of Russia  
6, Miklukho-Maklaya, Moscow, 117198, Russian Federation

## Abstract

**Purpose** — to evaluate the impact of frontal positioning of prosthesis components after bilateral TKA on short term functional outcomes.

**Material and Methods.** The authors performed a retrospective analysis of teleroentgenograms of 466 patients after bilateral TKA with initial varus deformity. Functional and roentgenological outcomes were evaluated at average in 16,4±2,9 months postoperatively. Mean preoperative varus deformity was 10° (from 5 to 25°), initial angle between the anatomical and mechanical femoral axis (FVA) was 6,7±2° (from 3 to 12°). The neutral axis of both lower limbs (HKA = 180±0,5°) was obtained in 99 (21,2%) out of 466 patients.

Residual deformity in one of the limbs above 3° with the neutral alignment of the contralateral limb was observed in 44 (9,4%) patients, bilateral residual deformity – in 32 (6,9%) patients. Other 291 patients demonstrated the deviation from mechanical axis in the range from 1 to 3° (±0,5°).

All patients were divided into three groups: first group consisted of 10 patients with neutral axis of one limb and varus deformity of the other limb above 3°; second group — 10 patients with bilateral residual varus deformity above 3°; third group — 12 patients with neutral axis of both limbs (HKA = 180°). The angle of residual deformity averaged 3,7° (from 3,2 to 5,1°).

**Results.** No statistically significant differences between the groups were observed for dynamometric parameters and SF-36 scores, as well as for functional KSS scores ( $p>0,05$ ). However, the authors reported in patients of the first group a stance phase on the side of residual varus deformity longer at 15% ( $p<0,05$ ) and transfer phase shorter at 17% ( $p<0,05$ ) as compared to contralateral limb (with neutral alignment, HKA = 180°), which is indicative of load asymmetry and can have a negative impact at a later stage.

**Conclusion.** Symmetrical residual varus deformity of lower limbs in the range of 3,2–5,1° has no negative impact of short term clinical and functional outcomes of TKA. Muscular function and gait properties in patients with neutral axis of the lower limbs and in patients with symmetrical residual varus deformity after TKA were similar 16,4±2,9 months postoperatively.

**Keywords:** knee joint arthroplasty, mechanical axis of the lower limb, varus deformity, gait analysis.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Consent for publication:** the patient provided voluntary consent for publication of case data.

## Введение

Несмотря на совершенствование хирургической техники и ортопедических имплантатов, до 20% пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) не удовлетворены результатами лечения [1].

Известно, что у 32% мужчин и 17% женщин к моменту достижения скелетной зрелости механическое варусное отклонение оси нижней конечности составляет 3° и более [2]. Возможно, для таких людей полная коррекция варусной деформации при эндопротезировании не будет оптимальным решением.

Восстановление нейтральной механической оси нижней конечности традиционно рассматривается как один из факторов успешного результата ТЭКС, а отклонение положения компонентов эндопротеза от механической оси в пределах ±3° многие по-прежнему считают «золотым стандартом» эндопротезирования [3–5].

Споры о допустимости сохранения остаточного варусного отклонения оси после ТЭКС не утихают. Одни авторы настаивают на необходимости полной коррекции деформации [3, 6–11], другие опровергают ее, демонстрируя отсутствие различий в результатах ТЭКС у пациентов с полной

коррекцией варусной деформации и сохранением остаточной деформации [12–15].

Т. Luickx с соавторами [16], оценив телерентгенограммы 456 пациентов после ТЭКС, отметили, что остаточный варус  $>3^\circ$  имелся у 39,8% больных. При этом непреднамеренная неполная коррекция была пропорциональна исходной варусной деформации и в основном была обусловлена варусным положением большеберцового и бедренного компонентов эндопротеза.

В последнее время теория о том, что восстановление нейтральной механической оси не гарантирует отличного результата ТЭКС, набирает популярность. Масла в огонь подлили сторонники кинематической ориентировки компонентов эндопротеза коленного сустава. Устанавливая большеберцовый компонент с варусом в  $3^\circ$ , сохраняя внутреннюю ротацию дистального бедра, то есть разрушая классические представления об ориентации компонентов, они демонстрируют результаты, сопоставимые или превосходящие исходы при использовании стандартного подхода [17].

Проблема влияния остаточной варусной деформации на результаты одностороннего ТЭКС хорошо освещена в литературе, но нам не удалось найти работ по данной проблеме после двустороннего эндопротезирования. Этому мы и посвятили свое исследование.

**Цель исследования** — оценить влияние фронтального положения компонентов эндопротеза после двустороннего тотального эндопротезирования коленного сустава на краткосрочные функциональные результаты.

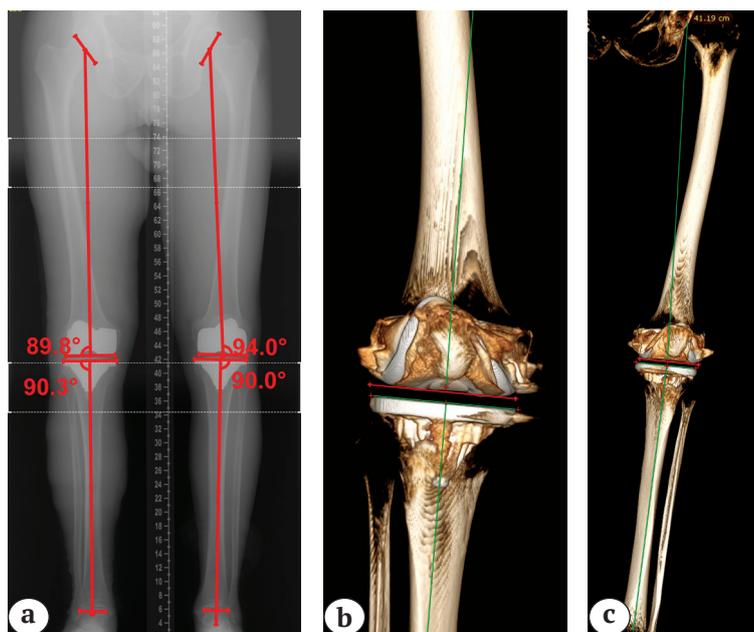
## Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ телерентгенограмм 466 пациентов после двустороннего эндопротезирования коленных суставов с исходной варусной деформацией. Все пациенты были прооперированы в одном учреждении (Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр, Нижний Тагил) в период с сентября 2014 по август 2016 г.

Телерентгенография нижних конечностей позволяет оценить фронтальное положение компонентов не менее точно, чем цифровая компьютерная томография, но существенно уступает последней в точности определения ориентации компонентов в сагиттальной и горизонтальной плоскостях [18, 19]. Поэтому, имея базу рентгенограмм всех пациентов, оперированных и наблюдавшихся после эндопротезирования в нашем центре, мы решили ограничиться оценкой рентгенограмм, выполненных в прямой проекции. Анализ телерентгенограмм проводился по методике, описанной А. Durandet с соавторами [20], при помощи программы VEPRO ver.8.2 (Германия) (рис. 1).

Мы измеряли:

- суммарную деформацию;
- угол между центром головки бедренной кости и центрами коленного и голеностопного суставов (НКА);
- угол между анатомической и механической осями бедра (FVA);
- дистально-бедренный угол (LDFA);
- проксимально-тибиальный угол (МРТА).



**Рис. 1.** Телерентгенограмма нижних конечностей: выравненная нейтральная ось правой конечности и остаточная варусная деформация  $4^\circ$  левой конечности относительно механической оси (а); b, c — компьютерные томограммы правой и левой нижних конечностей с 3D-реконструкцией после ТЭКС у того же пациента

**Fig. 1.** Teleroentgenogram of lower limbs: neutral alignment of the right leg and remaining  $4^\circ$  varus deformity of the left leg in relation to the mechanical axis (a); CT scans of lower limbs with 3D-reconstruction after TKA in the same patient (longitudinal green line indicates mechanical axis on both sides, red line — LDFA, transverse green line — MPTA) (b, c)

Мы также провели клиническую оценку результатов лечения и функционального состояния мышц (сгибателей и разгибателей голени) при помощи мультисуставного лечебно-диагностического комплекса Biodex Systems 4 Quik Set (США).

Количественные характеристики походки оценивали на программно-аппаратном комплексе DIERS 4D motion Lab (Германия).

Чтобы сделать группы пациентов более однородными, мы применили следующие критерии включения и исключения.

Критерии включения в исследование:

1) идиопатический двусторонний гонартроз 3 ст. по Н.С. Косинской с исходной варусной деформацией в пределах 5–18°;

2) средний либо пожилой возраст пациентов (от 44 до 75 лет согласно возрастной периодизации ВОЗ за 2016 г.);

3) нормальная масса тела либо ожирение 1 ст. (ИМТ от 18,5 до 35) [21];

4) эндопротез цементной фиксации с задним стабилизатором Stryker NRG PS (США) с единым радиусом бедренного компонента без замещения поверхности надколенника.

Критерии исключения из исследования:

– системные заболевания соединительной ткани, нарушения обмена веществ, остеопения или остеопороз (Т-критерий — 1,5 и менее [22]);

– послеоперационные осложнения: инфекционные, сосудистые и механические (перипротезные переломы в результате высокоэнергетической травмы);

– наличие в анамнезе переломов костей исследуемой нижней конечности;

– индекс коморбидности М.Е. Charlson более 3 баллов [23].

Пациенты были поделены на три группы:

– 1-я группа (асимметричная) — остаточная варусная деформация одной конечности при нейтрально выравненной другой конечности (10 пациентов);

– 2-я группа (симметричная) — двусторонняя остаточная варусная деформация (10 пациентов);

– 3-я группа (нейтральная) — нейтральная ось обеих нижних конечностей (НКА = 180°) после ТЭКС (12 пациентов).

Все пациенты были сопоставимы по полу, возрасту, ИМТ (табл. 1).

Корректность положения компонентов в горизонтальной и сагиттальной плоскостях у всех пациентов была подтверждена результатами компьютерной томографии с 3D-реконструкцией на аппарате Siemens Definition AS 64 согласно протоколу исследования коленного сустава после тотального эндопротезирования [24] (рис. 2).

Функциональные и рентгенологические результаты оценивали через 12–26 мес. после последней операции. Оценку качества жизни проводили с помощью опросника SF-36 [25].

Общая оценка функции коленного сустава осуществлялась по шкале опросника Knee Society Score (KSS) [26].

Динамометрическое исследование проводилось на лечебно-диагностическом комплексе Biodex System 4 Quik Set (США) в изокинетическом режиме со скоростью 180°/сек. [12, 27]. При динамометрии мы оценивали следующие параметры (в процентах):

– крутящий момент/масса тела — отношение максимального крутящего момента к массе тела обследуемого пациента (параметр характеризует силу мышц);

– усталость от работы — отношение между работой, выполненной в первом и третьем периодах исследования (параметр характеризует выносливость мышц);

– соотношение пикового крутящего момента мышц антагонистов (сгибателей/разгибателей голени).

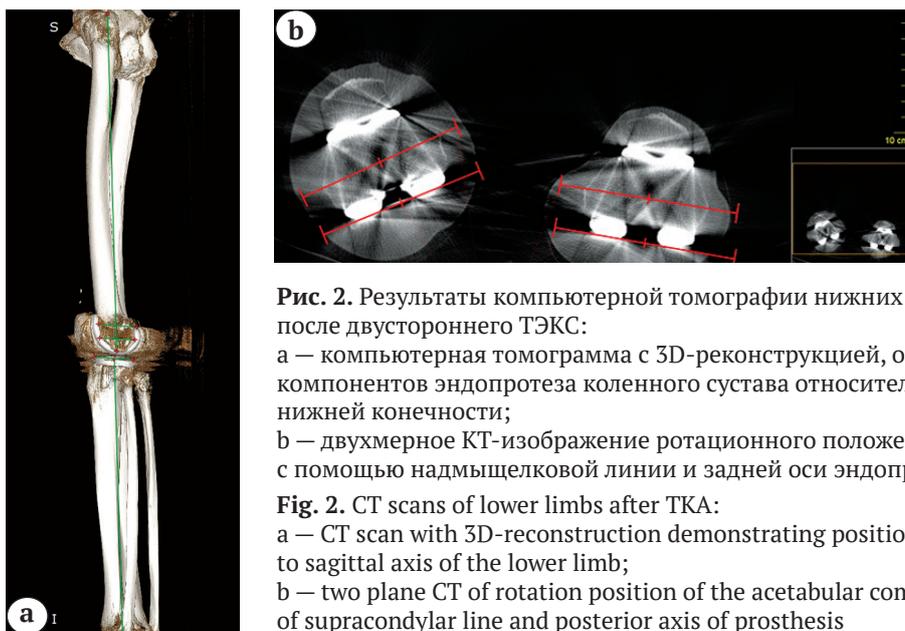
Походку оценивали методом динамической стабиллометрии с использованием программно-аппаратного комплекса DIERS 4D motion Lab (Германия).

Таблица 1/Table 1

**Сравнительная характеристика исследуемых групп пациентов**  
**Comparative criteria of study groups of patients**

Характеристика	Группа		
	1-я (асимметричная)	2-я (симметричная)	3-я (нейтральная)
Пол муж./жен.	2/8	1/9	2/10
Средний возраст, лет	65,2±6,3	64,8±4,3	64,3±4,1
Средний ИМТ	30,2±4,4	30,4±4,1	30,6±2,1

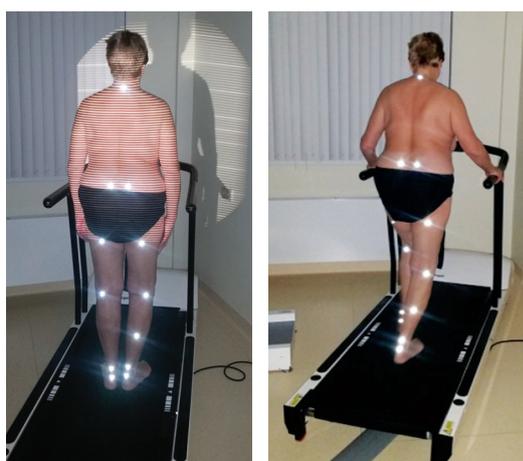
$p > 0,05$ .



**Рис. 2.** Результаты компьютерной томографии нижних конечностей после двустороннего ТЭКС:  
 а — компьютерная томограмма с 3D-реконструкцией, отражающая положение компонентов эндопротеза коленного сустава относительно сагиттальной оси нижней конечности;  
 б — двухмерное КТ-изображение ротационного положения бедренного компонента с помощью надмыщелковой линии и задней оси эндопротезов;  
**Fig. 2.** CT scans of lower limbs after TKA:  
 а — CT scan with 3D-reconstruction demonstrating positioning of components in relation to sagittal axis of the lower limb;  
 б — two plane CT of rotation position of the acetabular component with aid of supracondylar line and posterior axis of prosthesis

*Методика проведения исследования.* В беговую дорожку интегрирована измерительная платформа длиной 1 м с датчиками для точного определения значений давления. Согласно инструкции производителя, на тело пациента наклеивались светоотражающие маркеры, и пациент вставал на дорожку. Регистрацию осуществляли при скорости 2,5 км/ч, пройденная дистанция составляла 20 м (рис. 3).

*Статистический анализ.* Полученный цифровой материал подвергался статистической обработке с использованием критериев Фишера и Манна – Уитни с помощью статистического пакета StatSoft Statistica 6.0.



**Рис. 3.** Оценка походки с помощью программно-аппаратного комплекса DIERS 4D motion Lab

**Fig. 3.** Gait assessment using DIERS 4D motion Lab system

## Результаты

Анализ телерентгенограмм 466 пациентов показал, что до операции варусная деформация в среднем составляла  $10^\circ$  (от  $5^\circ$  до  $25^\circ$ ), исходный угол между анатомической и механической осями бедра (FVA) —  $6,7 \pm 2^\circ$  (от  $3^\circ$  до  $12^\circ$ ).

После ТЭКС нейтральная ось обеих нижних конечностей (НКА =  $180 \pm 0,5^\circ$ ) была получена у 99 (21,2%) пациентов. Остаточная деформация более  $3^\circ$  одной конечности при нейтрально выравненной оси контралатеральной конечности — у 44 (9,4%) пациентов, двусторонняя остаточная деформация обеих нижних конечностей более  $3^\circ$  — у 32 (6,9%) пациентов. У остальных 291 пациента отклонение от механической оси было в пределах от  $1^\circ$  до  $3^\circ$ . Угол остаточной деформации в среднем составил  $3,7^\circ$  (от  $3,2^\circ$  до  $5,1^\circ$ ).

В 1-й группе односторонняя деформация за счет варусного положения бедренного компонента (LDFA) была в 5 (50%) случаях. Комбинированная деформация за счет дистального бедренного и проксимального тиббиального углов (MPTA), то есть варусного положения обоих компонентов эндопротеза, суммарно более  $3^\circ$  отмечалась в 4 (40%) случаях. В одном случае (10%) отмечена изолированная остаточная деформация тиббиального компонента (MPTA).

Во 2-й группе односторонняя остаточная варусная деформация за счет дистального бедренного угла (LDFA) отмечалась в 7 (35%) случаях, комбинированная остаточная деформация в 10 (50%). У 3 (15%) пациентов остаточная деформация была обусловлена варусным положением тиббиального компонента эндопротеза. Анкетирование

пациентов с помощью опросника SF-36, то есть субъективная оценка как психологического, так и физического здоровья, не выявила статистически значимых различий между группами ( $p>0,05$ ) (табл. 2).

Оценка функции коленного сустава по шкале Knee Society Score (KSS): 1-я группа —  $90,5\pm 6,0$  баллов, 2-я группа —  $91,8\pm 8,4$ , 3-я группа —  $92,5\pm 7,6$  баллов ( $p>0,05$ ).

При исследовании функции сгибательно-разгибательного аппарата коленного сустава после двустороннего ТЭКС значимой разницы не выявлено. Как изометрические, так и изокинетические параметры во всех группах не имели статистически значимых различий ( $p>0,05$ ). Результаты оценки статико-динамической функции нижних конечностей на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quik Set после двустороннего ТЭКС представлены в таблице 3.

По данным двустороннего исследования походки, во 2-й и 3-й группах статистически значимых различий между показателями динамической стабиллометрии не отмечено ( $p>0,05$ ). При этом у пациентов 1-й группы отмечено статистически значимое увеличение периода одиночной опоры ( $35,1\pm 4,4$ ) и уменьшение периода переноса ( $30,4\pm 6,4$ ) на стороне с остаточной варусной деформацией по сравнению с контралатеральной конечностью (нейтрально выравненной, НКА =  $180^\circ$ ) —  $31,4\pm 6,2$  и  $36,9\pm 5,5$  соответственно

( $p<0,05$ ). Это может свидетельствовать о большей нагрузке на данную конечность во время ходьбы и, возможно, вести к более раннему износу компонентов эндопротеза, чем на контралатеральной конечности. Таким образом, у пациентов 1-й группы выявлены признаки так называемой скрытой хромоты, которые в ближайшем периоде не проявляются клинически (табл. 4).

### Обсуждение

Анализ телерентгенограмм показал, что угол между анатомической и механической осями бедра (FVA) до операции в среднем составил  $6,7\pm 2,0^\circ$  (от  $3$  до  $10^\circ$ ). При этом мы исследовали только пациентов с варусной деформацией.

По данным А.В. Mullaji с соавторами, как правило FVA  $>7^\circ$  встречается у 44,9% людей, а  $<5^\circ$  — у 10,9%. Следовательно, при использовании фиксированного угла FVA  $5^\circ$ ,  $6^\circ$  или  $7^\circ$  во время операции (без определения FVA по телерентгенограммам) отклонение от нейтральной оси  $>2^\circ$  составляет 45,1%, 28,2%, или 21,1% соответственно [28].

Отклонение от нейтральной оси при ТЭКС может наступить и в момент цементирования компонентов. Так, D.F. Howie с соавторами отметили, что с использованием компьютерной навигации при ТЭКС в 14% случаев происходит отклонение от нейтральной оси на  $2^\circ$  между измерениями на примерочных и окончательных компонентах [29].

Таблица 2/Table 2

Показатели качества жизни пациентов по SF-36, баллы  
SF-36 Quality of life assessment, scores

Подшкала SF-36	Группы		
	1-я (асимметричная)	2-я (симметричная)	3-я (нейтральная)
Физическое функционирование (PF)	$61,4\pm 12,6$	$63,8\pm 10,6$	$63,2\pm 9,4$
Ролевое (физическое) функционирование (RP)	$59,2\pm 6,9$	$57,4\pm 6,0$	$56,4\pm 7,7$
Боль (P)	$60,2\pm 10,1$	$64,2\pm 6,6$	$64,0\pm 12,8$
Общее здоровье (GH)	$76,0\pm 6,4$	$74,0\pm 10,1$	$76,3\pm 13,8$
Жизнеспособность (VT)	$62,6\pm 4,7$	$61,8\pm 8,4$	$63,9\pm 8,0$
Социальное функционирование (SF)	$78,2\pm 3,4$	$78,4\pm 9,2$	$78,5\pm 8,6$
Эмоциональное функционирование (RE)	$64,4\pm 4,8$	$62,1\pm 9,2$	$68,4\pm 5,5$
Психологическое здоровье (MH)	$78,6\pm 6,2$	$78,4\pm 6,0$	$80,4\pm 8,2$

$p>0,05$ .

Таблица 3/Table 3

**Результаты оценки статико-динамической функции нижней конечности на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quik Set**  
**Results of static and dynamic function assessment of the lower limb on Biodex Systems 4 Quik Set**

Параметр динамограммы		Группа			
		1-я (асимметричная)		2-я (симметричная)	3-я (нейтральная)
		ОВ	НО	ОВ	НО
Крутящий момент/масса тела, %	сгибание	84,6±6,9	81,4±11,6	<b>84,4±12,2</b> 84,8±10,1	<b>82,2±17,6</b> 80,8±12,3
	разгибание	64,6±18,1	62,6±14,4	<b>68,2±16,4</b> 72,4±8,1	<b>71,4±11,9</b> 74,6±8,8
Соотношение пикового крутящего момента мышц антагонистов		39,4±7,7	37,6±8,8	<b>39,2±7,0</b> 46,8±3,3	<b>37,4±7,0</b> 44,6±6,9
Усталость от работы, %	сгибание	20,2±4,0	21,4±9,2	<b>20,4±8,0</b> 20,4±8,1	<b>20,2±4,4</b> 18,4±10,9
	разгибание	22,2±6,1	21,0±6,6	<b>26,3±4,8</b> 23,6±2,9	<b>24,2±6,4</b> 22,4±6,3

ОВ — остаточный варус; НО — нейтральная ось.

Полужирным шрифтом указаны оценки функции конечности, прооперированной во вторую очередь.  
*p*>0,05.

Таблица 4/Table 4

**Результат динамической стабилеметрии в исследуемых группах пациентов**  
**Results of dynamic stabilometry**

Группа		Параметр						
		Период опоры, %	1-й период двойной опоры, %	Период одиночной опоры, %	2-й период двойной опоры, %	Период переноса, %	Период двойной опоры, %	Время шага, сек.
1-я (асимметричная)	НО	64,4±3,1	16,0±4,4	31,4±6,2*	15,1±3,8	36,9±5,5*	32,1±6,0	1,2±0,3
	ОВ	66,6±6,1	15,2±3,5	35,1±4,4*	15,0±3,4	30,4±6,4*	30,1±3,8	1,1±0,1
2-я (симметричная)		<b>65,8±3,8</b> 65,8±3,0	<b>16,1±3,2</b> 15,6±2,2	<b>34,0±3,1</b> 30,1±3,4	<b>15,0±2,2</b> 15,0±4,4	<b>34,6±4,9</b> 32,2±4,0	<b>34,0±3,1</b> 34,0±1,2	<b>1,1±0,1</b> 1,0±0,3
3-я (нейтральная)		<b>64,1±4,2</b> 64,2±4,7	<b>15,5±2,7</b> 16,1±1,8	<b>33,7±1,6</b> 34,5±2,0	<b>18,7±2,4</b> 16,7±3,4	<b>34,4±3,1</b> 33,1±2,7	<b>34,4±1,8</b> 36,1±0,4	<b>1,2±0,2</b> 1,2±0,4

ОВ — остаточный варус; НО — нейтральная ось.

Полужирным шрифтом указаны оценки функции конечности, прооперированной во вторую очередь.  
*p*>0,05.

G. Matziolis с соавторами сравнивали функциональное состояние коленного сустава с помощью шкал KSS, WOMAC и SF-36 у пациентов с нейтральной осью и остаточной варусной деформацией нижней конечности ( $\approx 6,3^\circ$ ) после ТЭКС и через 5 лет не нашли разницы в результатах [30]. М.М. Allen с соавторами также не выявили влияния остаточной варусной деформации на функциональный результат и выживаемость компонентов эндопротеза в течение 15 лет после операции [31]. Однако R.A. Magnussen с соавторами считают, что показатели KSS у пациентов с остаточной варусной деформацией лучше, чем у пациентов с нейтральной осью нижней конечности после ТЭКС [32]. J. Stucinskas с соавторами оценили результаты ТЭКС у пациентов с остаточной варусной и вальгусной деформацией через год с помощью стандартных методов, дополнив их динамометрией. Авторы не установили статистически значимых различий по сравнению с нейтрально выравненной (НКА —  $180 \pm 3^\circ$ ) конечностью [33]. Однако есть абсолютно противоположные мнения в отношении фронтального выравнивания [4, 5, 34].

Во всех этих работах отражены результаты одностороннего эндопротезирования коленного сустава. Мы отразили результаты двустороннего выравнивания оси нижней конечности у пациентов с гонартрозом. В нашем исследовании в 3-ю группу включали пациентов только с нейтральной осью нижней конечности (НКА =  $180^\circ$ ) с точностью до  $0,5^\circ$ . Однако, по данным литературы, допустимым значением является отклонение от оси не более  $3^\circ$  [3–5]. Поэтому в 1-ю и 2-ю группы мы включали пациентов с деформацией более  $3^\circ$ , считая это наличием остаточной деформации. Мы не выявили статистически значимых различий между остаточной деформацией и нейтральной осью после ТЭКС в ближайшем периоде при двустороннем эндопротезировании в симметричных группах. Однако у пациентов 1-й группы на стороне с остаточной деформацией отмечено увеличение периода опоры на 15% ( $p < 0,05$ ) и уменьшение периода переноса на 17% ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контралатеральной конечностью (нейтрально выравненной осью, НКА =  $180^\circ$ ). Пациенты 2-й и 3-й групп (с симметричной варусной деформацией и двусторонней нейтральной осью нижних конечностей после ТЭКС) в ближайшем периоде показали одинаковые клинические и функциональные результаты. Это позволяет предположить, что остаточная варусная деформация после ТЭКС не отражается на результатах, если она симметрична.

Формула успеха в эндопротезировании коленного сустава все еще не найдена. Большое количество пациентов с ТЭКС, выполненным по всем канонам, оценивают результаты вмешательства как спорные или неудовлетворитель-

ные. Это заставляет нас продолжать поиски решения проблемы.

Симметричная остаточная варусная деформация нижних конечностей в  $3,2\text{--}5,1^\circ$  не оказывает негативного влияния на краткосрочные клинико-функциональные результаты ТЭКС. Мышечная функция и качество походки у пациентов с нейтральной осью нижних конечностей и симметричной остаточной варусной деформацией через  $16,4 \pm 2,9$  мес. после ТЭКС одинаковы.

Асимметричная остаточная варусная деформация через  $16,4 \pm 2,9$  мес. после ТЭКС проявляется в увеличении периода опоры на 15% ( $p < 0,05$ ) и уменьшении периода переноса на 17% ( $p < 0,05$ ) на стороне с остаточной деформацией по сравнению с контралатеральной конечностью (нейтрально выравненной, НКА =  $180^\circ$ ).

Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература [References]

1. Abdel M.P., Oussedik S., Parrate S., Lustig S., Hadda F.S. Coronal alignment in total knee replacement: historical review, contemporary analysis, and future direction. *Bone Joint J.* 2014;96-B(7):857-862. DOI:10.1302/0301-620X.96B7.33946.
2. Bellemans J., Colyn W., Vandenuecker H., Victor J. The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(1):45-53. DOI: 10.1007/s11999-011-1936-5.
3. Berend M.E., Ritter M.A., Meding J.B., Faris P.M., Keating E.M., Redelman R. et al. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(428):26-34.
4. Collier M.B., Engh G.A. Factors associated with the loss of thickness of polyethylene tibial bearings after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(6):1306-1314.
5. Jeffery R.S., Morris R.W., Denham R.A. Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:709-14.
6. Fang D.M., Ritter M.A., Davis K.E. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it. *J Arthroplasty.* 2009;24(6):39-43. DOI: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
7. Liu H.X., Shang P., Ying X.Z., Zhang Y. Shorter survival rate in varus-aligned knees after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(8):2663-2671. DOI: 10.1007/s00167-015-3781-7.
8. Manzotti A., Pullen C., Confalonieri N. Computer-assisted alignment system for tibial component placement in total knee replacement: a radiological study. *Chir Organi Mov.* 2008;91(1):7-11. DOI: 10.1007/s12306-007-0002-7.
9. Matziolis G., Lucke M., Perka C. Computer tomographically determined design parameters for

- optimized fit of an acetabular reconstruction cage. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2007;74(1):14-18.
10. Meneghini R.M., Grant T.W., Ishmael M.K., Ziemba-Davis M. Leaving Residual Varus Alignment After Total Knee Arthroplasty Does Not Improve Patient Outcomes. *J Arthroplasty.* 2017;32(9S):171-176. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.064.
  11. Teeter M.G., Naudie D.D., McCalden R.W., Yuan X., Holdsworth D.W., MacDonald S.J., Lanting B.A. Varus tibial alignment is associated with greater tibial baseplate migration at 10 years following total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Nov 16. DOI: 10.1007/s00167-017-4765-6.
  12. Зиновьев М.П., Пасков Р.В., Римашевский Д.В. Влияние остаточной варусной деформации на клинико-функциональные, рентгенологические и динамометрические результаты тотального эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2017;(1):108-116. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-208-116. Zinoviev M.P., Paskov R.V., Rimashevsky D.V. [Influence of residual varus deformity on clinical, functional, radiological and dynamometric outcomes of total knee arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;(1):108-116. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-108-116.
  13. Bellemans J. Neutral mechanical alignment: a requirement for successful TKA: opposes. *Orthopedics.* 2011;34(9):e507-509. DOI: 10.3928/01477447-20110714-41.
  14. Hatayama K., Terauchi M., Saito K., Higuchi H. Does residual varus alignment cause increasing varus laxity at a minimum of five years after total knee arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2017;32(6):1808-1813. DOI: 10.1016/j.arth.2017.01.006.
  15. Song M.H., Yoo S.H., Kang S.W., Kim Y.J., Park G.T., Pyeon Y.S. Coronal Alignment of the Lower Limb and the Incidence of Constitutional Varus Knee in Korean Females. *Knee Surg Relat Res.* 2015;27(1):49-55. DOI: 10/5792/ksrr.2015.27.1.49.
  16. Luyckx T., Vanhoorebeeck F., Bellenans J. Should we aim at undercorrection when doing a total knee arthroplasty? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(6):1706-1712. DOI: 10.1007/s00167-014-3185-0.
  17. Yoon J.R., Han S.B., Jee M.K., Shin Y.S. Comparison of kinematic and mechanical alignment techniques in primary total knee arthroplasty: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(39):e8157. DOI: 10.1097/MD.00000000000008157.
  18. Berger R.A., Rubash H.E., Seel M.J., Thompson W.H., Crossett L.S. Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty using the epicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(286):40-47.
  19. Hirschmann M.T., Konala P., Amsler F., Iranpour F., Friederich N.F., Cobb J.P. The position and orientation of total knee replacement components: a comparison of conventional radiographs, transverse 2D-CT slices and 3D-CT reconstruction. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(5):629-633. DOI: 10.1302/0301-620X.93B5.25895.
  20. Durandet A., Ricci P.-L., Saveh A.H., Vanat Q., Wang B., Esat I., Chizari M. Radiographic Analysis of lower limb axial alignments. Proceedings of the World Congress on Engineering. 2013;2. Available at: <http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/>.
  21. Дедов И. И., Мельниченко Г.А., Романцова Т.И. Стратегия управления ожирением: итоги Всероссийской наблюдательной программы «ПримаВера». Ожирение и метаболизм. 2016;13(1):36-44. DOI: 10.14341/OMET2016136-44.
  22. Dedov I.I., Troshina E.A., Mazurina N.V., Galieva M.O., Logvinova O.V. [The role of neurotransmitters in regulation of energy homeostasis and possibility of drug correction of its disturbances in obesity]. *Ozhirenie i metabolizm* [Obesity and Metabolism]. 2016;13(1):36-44. (in Russian). DOI: 10.14341/OMET2016136-44.
  23. Верткин А.Л., Наумов А.В., Шакирова С.Р., Зайченко Д.М. Остеопороз в практике врача. *Современная ревматология.* 2011;(2):64-71. DOI: 10.14412/1996-7012-2011-672. Vertkin A.L., Naumov A.V., Shakirova S.R., Zaichenko D.M. [Osteoporosis in a physician's practice]. *Sovremennaya revmatologiya* [Modern Rheumatology Journal]. 2011;(2):64-71. (in Russian). DOI:10.14412/1996-7012-2011-672.
  24. Charlson M.E., Pompei P., Ales K.L., McKenzie C.R. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis.* 1987;40(5):373-383.
  25. Henckel J., Richards R., Lozhkin K., Harris S., Rodriguez y Baena F.M., Barret A.R., Cobb J.P. Very low-dose computed tomography for planning and outcome measurement in knee replacement. The imperial knee protocol. *J Bone Jt Surg Br.* 2006;88(11):1513-1518. DOI: 10.1302/0301-620X.88B11.17986.
  26. Цапина Т.Н., Слизкова К.Ш., Эрдес Ш.Ф. Качество жизни больных остеоартрозом. *Научно-практическая ревматология.* 2004;(2):4. Tsapina T.N., Sliskova K.Sh., Erdes Sh. F. [Quality of life of pts with osteoarthritis]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Rheumatology Science and Practice]. 2004;(2):4. (in Russian).
  27. Insall J.N., Dorr L.D., Scott R.D., Scott W.N. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):13-14.
  28. Lienhard K., Laueremann S.P., Schneider D., Item-Glatthorn J.F., Casartelli N.C., Maffiuletti N.A. Validity and reliability of isometric, isokinetic, and isonetric modalities for the assessment of quadriceps muscle strength in patients with total knee arthroplasty. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(6):2663-2671. DOI: 10/1016/j.jelekin.2013.09.004.
  29. Mullagi A.B., Shetty G.M., Kanna R., Vadapalli R.C. The influence of preoperative deformity on valgus correction angle: an analysis of 503 total knee arthroplasties. *J Arthroplasty.* 2013;28(1):20-27. DOI: 10.1016/j.arth.2012.04.014.
  30. Howie D.F., Love G.J., Deakin A.H., Kinninmonth A.W. Intra-operative deviation in limb alignment occurring at implantation in total knee arthroplasty. *Knee.* 2015;22(1):47-50. DOI: 10/1016/j.knee.2014.11.005.
  31. Matziolis G., Adam J., Perka C. Varus malalignment has no influence on clinical outcome in midterm follow-up after total knee replacement. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(12):1487-1491. DOI: 10/1007/s00402-010-1064-9.
  32. Allen M.M., Pagnano M.W. Neutral mechanical alignment is it necessary? *Bone Joint J.* 2016;98-B (1 Suppl.A):81-83. DOI: 10.1302/0301-620X.98B1.36403.
  33. Magnussen R.A., Weppe F., Demey G., Servien E., Lustig S. Residual varus alignment does not compromise results of TKAs in patients with preoperative varus. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(12):3343-3350. DOI: 10.1007/s11999-01101988-6.

33. Stucinskas J., Robertsson O., Sirka A., Lebedev A., Wingstrand H., Tarasevicius S. Moderate varus/valgus malalignment after total knee arthroplasty has little effect on knee function or muscle strength 91 patients assessed after 1 year. *Acta Orthop.* 2015;86(6):728-733. DOI: 10.3109/17453674.2015.1059689.
34. Green G.V., Berend K.R., Berend M.E., Glisson R.R., Vail T.P. The effects of varus tibial alignment on proximal tibial surface strain in total knee arthroplasty: the posteromedial hot spot. *J Arthroplasty.* 2002;17(8):1033-1039. DOI: 10.1054/arth.2002.35796.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Зиновьев Максим Павлович* — врач ортопед-травматолог ортопедического отделения № 1, ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр», Нижний Тагил

*Паськов Роман Владимирович* — д-р мед. наук, главный врач, ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр», Нижний Тагил

*Сергеев Константин Сергеевич* — д-р мед. наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии с курсом детской травматологии, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, Тюмень

*Римашевский Денис Владимирович* — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России, Москва

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Maxim P. Zinoviev* — orthopedic surgeon, Orthopedic Department N 1, Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center, Nizhny Tagil, Russian Federation

*Roman V. Paskov* — Dr. Sci. (Med.), head doctor, Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center, Nizhny Tagil, Russian Federation

*Konstantin S. Sergeev* — Dr. Sci. (Med.), professor, Orthopedic Department, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

*Denis V. Rimashevsky* — Cand. Sci. (Med.), associate professor, Orthopedic Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation