

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.2.51>

## Пневмотурникет при эндопротезировании коленного сустава: применять или нет?

Е.К. Ходьков<sup>1</sup>, К.Б. Болобошко<sup>2</sup>, В.П. Дейкало<sup>1</sup>, Ю.В. Ходькова<sup>1</sup>, В.П. Хмельченко<sup>1</sup>, А.Е. Церковский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Витебская областная клиническая больница, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №2. – С. 51-58.

## Pneumatic tourniquet in knee arthroplasty: to apply or not?

Y.K. Khadz Kou<sup>1</sup>, K.B. Balaboshka<sup>2</sup>, V.P. Deikala<sup>1</sup>, Y.V. Khadz kova<sup>1</sup>, U.P. Khmelchanka<sup>1</sup>, A.Y. Tsarkouski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Vitebsk Regional Clinical Hospital, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2024;23(2):51-58.

---

### Резюме.

Цель – определить эффективность и безопасность использования пневмотурникета при первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава.

Материал и методы. В проспективное рандомизированное исследование включено 70 пациентов, которым выполнено тотальное эндопротезирование коленного сустава. Пациентам группы 1 операцию выполняли с использованием пневмотурникета, пациентам группы 2 – без использования пневмотурникета. В группах проводили оценку следующих показателей: уровень гемоглобина, количество эритроцитов, гематокрит, объем периперационной кровопотери, степень выраженности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, объем активных движений в коленном суставе, длительность операции, количество осложнений в послеоперационном периоде.

Результаты. В послеоперационном периоде не было выявлено статистически значимых межгрупповых отличий в показателях уровня гемоглобина, количества эритроцитов, гематокрита, объема периперационной кровопотери, степени выраженности болевого синдрома, функциональном результате, количестве осложнений. Среднее время продолжительности выполнения операции пациентам с использованием пневмотурникета составило 70 [60; 75] минут, тогда как пациентам без использования пневмотурникета 75 [70; 85] минут, что было статистически значимо больше ( $p < 0,007$ ).

Заключение. Применение пневмотурникета в эндопротезировании коленного сустава – при условии использования ингибиторов фибринолиза не связано с увеличением объема кровопотери, интенсивности болевого синдрома, частоты послеоперационных осложнений и снижением реабилитационного потенциала. Следовательно, окончательное решение об использовании пневмотурникета может быть принято хирургом-ортопедом на основе индивидуальных предпочтений и с учетом конкретной клинической ситуации.

*Ключевые слова:* эндопротезирование коленного сустава, пневмотурникет, кровопотеря, болевой синдром, реабилитация.

### Abstract.

Objectives. To determine the efficacy and safety of using a pneumatic tourniquet in primary total knee arthroplasty.

Material and methods. 70 patients who underwent total knee arthroplasty were included in prospective randomized study. For patients in group 1, the operation was performed using a pneumatic tourniquet, for patients in group 2, the operation was performed without using it. The following indicators were assessed in the groups: hemoglobin level, the number of red blood cells, hematocrit, the volume of perioperative blood loss, pain syndrome severity according to the visual

analogue scale, the range of active movements in the knee joint, the operation duration, the number of complications in the postoperative period.

Results. In the postoperative period, no statistically significant intergroup differences were found in the level of hemoglobin, the number of red blood cells, hematocrit, the volume of perioperative blood loss, the severity of pain syndrome, the functional outcome and the number of complications. The average duration of surgery in patients with the pneumatic tourniquet use was 70 [60; 75] minutes, whereas in patients without using it – 75 [70; 85] minutes, which was statistically significantly longer ( $p < 0.007$ ).

Conclusions. The pneumatic tourniquet use in knee arthroplasty, provided that fibrinolysis inhibitors are used, is not associated with an increase in the volume of blood loss, the intensity of pain syndrome, the frequency of postoperative complications and a decrease in rehabilitation potential. Therefore, the final decision regarding the pneumatic tourniquet use can be made by an orthopedic surgeon on the basis of individual preferences and taking into account the specific clinical situation.

*Keywords: knee arthroplasty, pneumatic tourniquet, blood loss, pain syndrome, rehabilitation.*

## Введение

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является высокотехнологичным методом хирургического лечения остеоартрита в терминальной стадии. Потенциально, данная операция связана с большим объемом суммарной кровопотери, что с учетом возраста пациентов и сопутствующей патологии может стать причиной существенного увеличения риска развития послеоперационных осложнений, снижения реабилитационного потенциала и, в конечном итоге, привести к ухудшению функциональных результатов.

В клинической практике известны и используются различные стратегии снижения объема суммарной кровопотери. Так, одним из наиболее часто применяемых тактических подходов является выполнение хирургического вмешательства на обескровленном операционном поле с наложением пневмотурникета (жгута). Выполнение операции с использованием пневмотурникета позволяет улучшить визуализацию внутрисуставных структур за счет сведения к минимуму интраоперационного кровотечения, что создает благоприятные условия для работы хирурга и сокращения времени оперативного вмешательства [1, 2]. Однако, по данным ряда исследователей, средний суммарный объем кровопотери при ТЭКС не зависит от использования жгута, более того, рутинное применение пневмотурникета может быть причиной травмы и ишемии четырехглавой мышцы, что приводит к более выраженному болевому синдрому и ухудшению функции коленного сустава в послеоперационном периоде, увеличению числа тромбоэмболических осложнений [3].

В то же время, дискуссионным является вопрос влияния пневмотурникета на качество

цементной фиксации компонентов эндопротеза. С одной стороны, использование жгута создает лучшие условия для проникновения цемента в структуру костной ткани, что усиливает первоначальную фиксацию имплантата и в последующем снижает вероятность развития асептической нестабильности [4]. С другой стороны, по мнению ряда авторов, отсутствие жгута не влияет на цементную фиксацию компонентов эндопротеза [5].

Проведенный нами анализ литературных данных показал: современные взгляды и рекомендации по использованию пневмотурникета при выполнении ТЭКС являются диаметрально противоположными, что обусловило актуальность выполнения данного проспективного исследования с целью оценки целесообразности и безопасности использования пневмотурникета при первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава.

## Материал и методы

С целью оценки эффективности и безопасности использования пневмотурникета при ТЭКС нами было проведено проспективное рандомизированное сравнительное клиническое исследование, включающее 70 пациентов с 4 стадией остеоартрита коленного сустава по классификации Kellgren and Lawrence, которые поступили в стационар для выполнения планового ТЭКС в период с января 2021 по декабрь 2022 года. Дизайн и методика исследования одобрены комитетом по этике Витебского государственного медицинского университета.

Критериями исключения из исследования являлись: предшествующее хирургическое вмешательство на коленном суставе, коагулопатии, ва-

рикозное расширение вен нижних конечностей, тромбоз (тромбофлебит, тромбоз эмболический синдром, инфаркт миокарда в анамнезе), уровень гемоглобина менее 100 г/л, отказ пациента от участия в исследовании.

Пациентам, включенным в исследование, проводилось дообследование и лечение на базе травматолого-ортопедического отделения УЗ «Витебская областная клиническая больница». Все пациенты подробно информированы об особенностях и возможных осложнениях ТЭКС, а также о целях и методике проводимого исследования. В соответствии с целью исследования пациенты были рандомизированно распределены в две группы:

1 группа n=35 (с турникетом) – операцию выполняли с использованием пневмотурникета.

2 группа n=35 (без турникета) – операцию выполняли без использования пневмотурникета.

Группы были сопоставимы по возрасту, росту, весу, индексу массы тела, половому составу (табл. 1).

Всем участникам исследования выполнено первичное ТЭКС с использованием моделей эндопротезов цементной фиксации с сохранением задней крестообразной связки. Операции выполнены одной хирургической бригадой, по стандартной схеме, с использованием переднего срединного доступа и медиальной парапателлярной артротомии. В нашей практике мы не выполняем дренирование операционной раны. С целью снижения периоперационной кровопотери использовали ингибитор фибринолиза аминокислотную кислоту по комбинированной схеме, включающей внутривенное введение в дозировке 100 мг/кг массы тела пациента перед операцией и локальную аппликацию области хирургического вмешательства 5% раствором данного лекарственного средства непосредственно после постановки компонентов эндопротеза. В составе мультимодального подхода к обезболиванию

применяли внутривенное введение парацетамола перед операцией, интраоперационно – локальную инфльтрационную анальгезию с учетом топографии основных нервных стволов, обеспечивающих чувствительную иннервацию области коленного сустава, на послеоперационном этапе – наркотические анальгетики, нестероидные противовоспалительные средства. В ближайшем послеоперационном периоде конечности придавали положение сгибания, использовали локальную гипотермию [6]. При использовании пневмотурникета давление в манжете нагнетали равное двукратному показателю систолического давления пациента непосредственно перед хирургическим доступом, а релиз пневмотурникета выполняли по завершении постановки компонентов эндопротеза. С целью профилактики инфекционных осложнений внутривенно вводили цефазолин за 30 минут до начала операции, а с целью профилактики тромбоз эмболических осложнений применяли антикоагулянт прямого действия – клексан.

В группах проводили оценку следующих показателей: уровень гемоглобина, количество эритроцитов, гематокрит, объем периоперационной кровопотери, степень выраженности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (VAS), объем активных движений в коленном суставе, длительность операции, количество осложнений в послеоперационном периоде.

Статистический анализ данных выполняли с помощью программ «Statistica» и «Excel». Использовали Критерий Шапиро – Уилка для проверки гипотез о виде распределения. В большинстве случаев, при анализе данных, распределение было отличным от нормального, и мы применяли непараметрические методы и использовали критерий Манна-Уитни. Данные исследований представлены в виде медианы (Me) с интерквартильным интервалом [25%; 75%]. Для анализа категориальных данных использовали критерий

Таблица 1 – Сравнительная характеристика групп пациентов, (Me [LQ;UQ])

Показатель	Значение показателя в группах		p
	Группа 1 (с турникетом), n=35	Группа 2 (без турникета), n=35	
Средний возраст (лет)	63 [60; 71]	62 [58; 69]	0,61
Средний рост (см.)	164 [159; 168]	166 [160; 170]	0,23
Средний вес (кг.)	82 [73; 90]	85 [75; 95]	0,45
ИМТ	30 [27; 33]	31 [28; 35]	0,51
Количество мужчин /женщин	7/28	7/28	1 (χ <sup>2</sup> )

$\chi^2$ . За уровень статистической значимости принимали  $p < 0,05$ .

### Результаты

При сравнительной оценке показателей среднего значения концентрации гемоглобина, количества эритроцитов, гематокритного числа не было выявлено статистически значимых межгрупповых отличий на предоперационном этапе.

На 5-е сутки после выполнения ТЭКС средние значения показателей концентрации гемоглобина, количества эритроцитов, гематокритного числа были несколько ниже в группе без использования пневматурникета (группа 2), однако без статистически значимых отличий с группой 1. Среднее значение изменения концентрации гемоглобина в группе с использованием пневматурникета составило 23, а в группе, где ТЭКС выполняли без наложения жгута, – 29 (табл. 2).

Расчет объема периоперационной кровопотери проводили с использованием формулы, предложенной Gross. Средний объем кровопотери в группе 1 составил – 874 [820; 965] мл, в группе 2 – 921 [856; 982] мл. Объем кровопотери в группе без использования турникета был незначительно большим, так же, как и изменение кон-

центрации гемоглобина, однако статистически значимых отличий при межгрупповом анализе выявлено не было ( $p=0,12$ ) (рис. 1).

В среднем значение интенсивности болевого синдрома в предоперационном периоде ТЭКС у пациентов обеих групп по шкале VAS составило 7 [6;7], без статистически значимых отличий ( $p=0,81$ ). После выполнения операции степень выраженности болевого синдрома в области хирургического вмешательства оценивали как в покое, так и при активных движениях в коленном суставе через 4, 8, 24 часа. Как правило,



Рисунок 1 – Объем периоперационной кровопотери

Таблица 2 – Сравнительная характеристика показателей красной крови, (Me [LQ;UQ])

Показатель	Значение показателя в группах		p
	Группа 1 (с турникетом), n=35	Группа 2 (без турникета), n=35	
Концентрация гемоглобина г/л до операции	137 [125; 146]	141 [134; 146]	0,21
Концентрация гемоглобина г/л на 5 сутки	114 [106; 123]	112 [106; 114]	0,16
Количество эритроцитов $10^{12}/л$	4,7 [4,6; 5,0]	4,8 [4,6; 5,1]	0,31
Количество эритроцитов $10^{12}/л$ на 5сутки	3,7 [3,4; 3,9]	3,6 [3,2; 3,9]	0,18
Гематокрит, % до операции	41 [40; 42]	42 [40; 44]	0,36
Гематокрит, % на 5 сутки	34 [32; 36]	33 [33; 34]	0,19

Таблица 3 – Степень выраженности болевого синдрома по VAS в покое/при движениях в коленном суставе (Me [LQ; UQ]) (баллы)

	Группа 1 (с турникетом), n=35	Группа 2 (без турникета), n=35	p
4 ч.	2 [2; 2] / 3 [2; 3]	2 [2; 3] / 3 [2; 4]	0,42 / 0,48
8 ч.	3 [2; 3] / 4 [2; 4]	3 [2; 3] / 3 [2; 4]	0,62 / 0,18
24 ч.	3 [2; 4] / 4 [3; 4]	3 [2; 3] / 4 [2; 4]	0,32 / 0,29

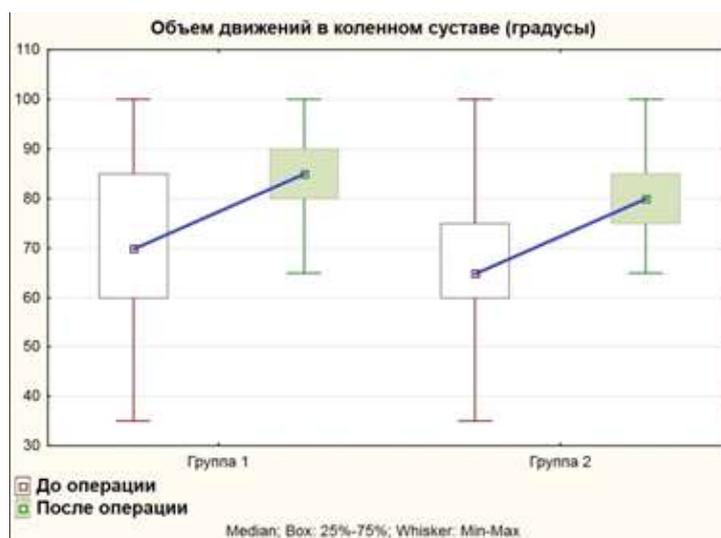


Рисунок 2 – Объём активных движений в коленном суставе до- и на 5-е сутки после выполнения ТЭКС (градусы)

пациенты обеих групп оценивали уровень боли от «незначительного» в покое до «умеренного» при выполнении активных движений в коленном суставе, без статистически значимых межгрупповых отличий по всему временному интервалу (табл. 3).

Объём активных движений в коленном суставе оценивали на предоперационном этапе и на 5-е сутки с момента операции. До операции объём активных движений, вследствие дегенеративно-дистрофических изменений и формирования контрактуры в коленном суставе, у пациентов группы 1 в среднем составил 70 [60; 85] градусов, у пациентов группы 2 – 65 [60; 75] градусов ( $p=0,17$ ). Уже на 5-е сутки, в значительной мере, объём активных движений в коленном суставе увеличился и составил у пациентов группы 1 85 [80; 90] градусов, группы 2 – 80 [75; 85] градусов, без статистически значимых отличий ( $p=0,08$ ) (рис. 2).

Среднее время продолжительности выполнения ТЭКС пациентам с использованием пневмотурникета (группа 1) составило 70 [60; 75] минут, тогда как пациентам без использования пневмотурникета (группа 2) 75 [70; 85] минут, что было статистически значимо больше ( $p<0,007$ ) (рис. 3).

За стационарный период лечения пациентов в отделении травматологии и ортопедии в течение 5-6 дней, а также период реабилитационного лечения в специализированном центре нами не было зафиксировано случаев развития тромбоза, тромбозов вен нижних конечностей. В группе без использования турникета у одной

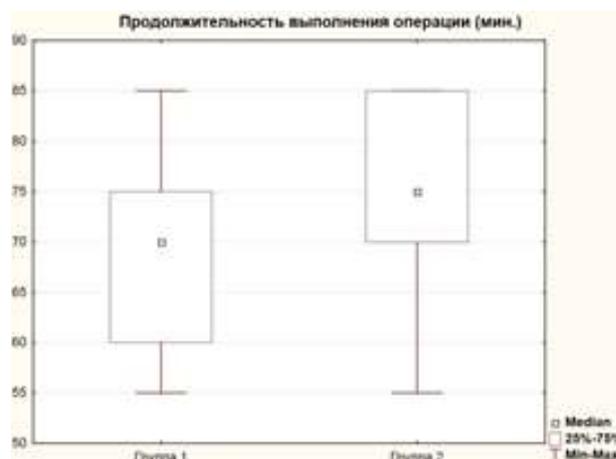


Рисунок 3 – Продолжительность выполнения операции (мин.)

пациентки развилась ранняя перипротезная инфекция, что потребовало выполнения ревизионного вмешательства. У 3-х пациентов группы 1 и 4-х пациентов группы 2 развился значительный отек голени и стопы, однако после выполнения лабораторных и инструментальных методов исследования данных о флеботромбозе получено не было. Ни в одном из случаев не потребовалось переливания компонентов донорской крови и наблюдения пациентов в отделении интенсивной терапии в послеоперационном периоде.

## Обсуждение

Как показывает анализ современных литературных источников, вопрос применения пнев-

мотурникета при ТЭКС является спорным, а преимущества и недостатки убедительно не подтверждены достаточным объемом результатов клинических исследований.

В мета-анализе Zhao J. и соавт., охватившем 33 рандомизированных исследования и более 2000 пациентов, авторы пришли к выводу, что использование жгута связано с более выраженным болевым синдромом, более медленным функциональным восстановлением и большей частотой различных осложнений. Однако авторы подчеркивают, что данные о влиянии жгута на периоперационную кровопотерю, функцию коленного сустава в послеоперационном периоде и болевой синдром не являются окончательными. Различия в результатах были незначительны и не имели большого клинического значения, поэтому интерпретировать выводы следует осторожно. Стоит учитывать, что степень выраженности болевого синдрома была больше в течение лишь первых суток, тогда как в последующем статистически значимых отличий между группами с использованием и без использования жгута выявлено не было. Статистически значимых отличий в объеме периоперационной кровопотери выявлено не было. В 20 исследованиях авторы определили, что использование пневмотурникета приводило к сокращению времени на выполнение операции [7].

В предыдущем Cochrane-обзоре Ahmed I и соавт. были сделаны выводы, что степень выраженности болевого синдрома в среднем на 1.25 единицы по VAS выше в первые сутки у пациентов с использованием пневмотурникета. Исследования показывают низкий или средний уровень доказательности, что частота таких осложнений, как тромбоз, тромбоэмболия легочных артерий, инфекционные осложнения была выше с использованием пневмотурникета. В то же время, стоит учитывать, что такие случаи единичны, а большинство исследований не имеют значительного количества включенных пациентов [8].

К сожалению, мы не нашли мета-анализы, где бы достоверно оценивалось влияние пневмотурникета на прочность постановки компонентов эндопротеза и «выживаемость» имплантата. Как правило, авторы указывают, что полученные данные имеют очень низкую достоверность, что связано с лимитированным количеством пациентов и сроками послеоперационного наблюдения.

При выполнении ТЭКС без использования жгута ортопед сталкивается с интраоперацион-

ной кровопотерей. Кровотечение может быть значительным вследствие того, что часть пациентов страдает артериальной гипертензией и зачастую не получает должную корригирующую терапию на предоперационном этапе. При высоких цифрах артериального давления непосредственно перед операцией врачу-анестезиологу зачастую проблематично быстро и безопасно для пациента применить методы управляемой гипотонии и добиться целевых показателей. С другой стороны, использование пневмотурникета позволяет свести к минимуму интраоперационную кровопотерю, однако после постановки компонентов эндопротеза и снятия жгута происходит значительное усиление диффузного кровотечения из параартикулярных тканей и непокрытых участков кости в области опилов за счет активации системы фибринолиза [9]. Вследствие этого при выполнении ТЭКС с использованием жгута в значительной мере оправдано применение ингибиторов фибринолиза с целью снижения периоперационной кровопотери.

В нашем исследовании объем периоперационной кровопотери, установленный в группах с использованием и без использования пневмотурникета, был незначительным и без статистически значимых межгрупповых отличий, что свидетельствует о том, что при должном подходе к технологиям кровосбережения пневмотурникет не влияет на объем суммарной кровопотери при ТЭКС. Также, по нашему мнению, при отказе от использования жгута при ТЭКС интенсивное кровотечение во время операции может затруднять ее выполнение за счет снижения качества визуализации внутрисуставных структур, что в итоге, исходя из полученных нами данных, статистически значимо увеличивает затраченное время на операцию. В то же время, стоит учитывать, что значительно проще подготовить костную поверхность для постановки компонентов эндопротеза к цементной фиксации при выполнении ТЭКС с использованием пневмотурникета.

Показательным является современный и эффективный подход, предложенный Чугаевым Д.В., Корниловым Н.Н. и Коганом П.Г., который заключается в использовании пневмотурникета на всем протяжении операции с поздним его релизом после ушивания раны без использования системы дренирования. Данная методика позволила сократить время на выполнение операции, обладает значительным кровосберегающим эффектом, не связана с увеличением интенсивно-

сти болевого синдрома и увеличением частоты каких-либо осложнений [10].

Полученные нами результаты анализа степени выраженности болевого синдрома и функциональной активности пациентов после операции свидетельствуют о том, что статистически значимые отличия в уровне болевого синдрома по VAS и объеме активных движений в коленном суставе отсутствуют. В значительной мере низкий уровень болевого синдрома и высокий реабилитационный потенциал обеспечиваются мультимодальным подходом к периоперационному обеспечению ТЭКС и слаженной работой хирургической и реабилитационной бригад.

Мы не выявили увеличения частоты каких-либо осложнений при использовании пневмотурникета, однако стоит отметить, что наше исследование, как и многие, посвященные данной теме, лимитировано незначительным количеством пациентов для оценки данных показателей.

### Заключение

Применение пневмотурникета в эндопротезировании коленного сустава – при условии использования ингибиторов фибринолиза – не связано с увеличением объема кровопотери, интенсивности болевого синдрома, частоты послеоперационных осложнений и снижением реабилитационного потенциала. Следовательно, окончательное решение об использовании пневмотурникета, может быть принято хирургом-ортопедом на основе индивидуальных предпочтений и с учетом конкретной клинической ситуации.

### References

1. Xu X, Wang C, Song Q, Mou Z, Dong Y. Tourniquet use benefits to reduce intraoperative blood loss in patients receiving total knee arthroplasty for osteoarthritis: An updated meta-analysis with trial sequential analysis. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2023 May-Aug;31(2):10225536231191607. doi: 10.1177/10225536231191607
2. Sun C, Zhang X, Ma Q, Tu Y, Cai X, Zhou Y. Impact of tourniquet during total knee arthroplasty when tranexamic acid was used: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*. 2022 Jan;17(1):18. doi: 10.1186/s13018-021-02898-1
3. Hsu KL, Chang CW, Yang CY, Wang JH. Tourniquet Use in Total Knee Arthroplasty [Internet]. *Primary Total Knee*

### Литература

1. Tourniquet use benefits to reduce intraoperative blood loss in patients receiving total knee arthroplasty for osteoarthritis: An updated meta-analysis with trial sequential analysis / X. Xu [et al.] // *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*. 2023 May-Aug. Vol. 31, N 2. Art. 10225536231191607.
2. Impact of tourniquet during total knee arthroplasty when tranexamic acid was used: a meta-analysis of randomized controlled trials / C. Sun [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res*. 2022 Jan. Vol. 17, N 1. P. 18.
3. Tourniquet use in total knee arthroplasty [Electronic resource] / K.-L. Hsu [et al.] // *Primary Total Knee Arthroplasty*. InTech, 2018. Mode of access: <https://www.intechopen.com/chapters/59316>. Date of access: 30.04.2024.
4. Tourniquet use improves cement penetration and reduces radiolucent line progression at 5 years after total knee arthroplasty / V. Hegde [et al.] // *J. Arthroplasty*. 2021 Jul. Vol. 36, N 7S. P. S209–S214.
5. Effect of tourniquet application on cement penetration in primary total knee arthroplasty: a meta-analysis / S. Yao [et al.] // *Arthroplasty*. – 2021 Aug. Vol. 3, N 1. P. 29.
6. Эффективность комплексного подхода к периоперационному обеспечению эндопротезирования коленного сустава / К. Б. Болобошко [и др.] // *Новости хирургии*. 2020. Т. 28, № 1. С. 53–61.
7. Association of use of tourniquets during total knee arthroplasty in the elderly patients with post-operative pain and return to function / J. Zhao [et al.] // *Front Public Health*. – 2022 Mar. Vol. 10. Art. 825408.
8. Tourniquet use for knee replacement surgery / I. Ahmed [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev*. 2020 Dec. Vol. 12, N 12. Art. CD012874.
9. Schnettler, T. Use of a tourniquet in total knee arthroplasty causes a paradoxical increase in total blood loss / T. Schnettler, N. Papillon, H. Rees // *J. Bone Joint Surg. Am*. 2017. Vol. 99. P. 1331–1336.
10. Чугаев, Д. В. Эффективность и безопасность применения пневмотурникета во время тотальной артропластики коленного сустава: когда выполнять его релиз? / Д. В. Чугаев, Н. Н. Корнилов, П. Г. Коган // *Травматология и ортопедия России*. 2017. Т. 23, № 4. С. 9–17.

Поступила 04.03.2024 г.

Принята в печать 22.04.2024 г.

Arthroplasty. InTech; 2018. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/59316>. [Accessed 09th April 2024]. doi: 10.5772/intechopen.7364

4. Hegde V, Bracey DN, Johnson RM, Dennis DA, Jennings JM. Tourniquet use improves cement penetration and reduces radiolucent line progression at 5 years after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2021 Jul;36(7S):S209-14. doi: 10.1016/j.arth.2020.12.048
5. Yao S, Zhang W, Ma J, Wang J. Effect of tourniquet application on cement penetration in primary total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Arthroplasty*. 2021 Aug;3(1):29. doi: 10.1186/s42836-021-00083-7
6. Boloboshko KB, Khodkov EK, Kubrakov KM, Abdulina ZN. Effectiveness of an integrated approach to perioperative support of knee joint endoprosthesis. *Novosti Khirurgii*.

- 2020;28(1):53-61. (In Russ.)
7. Zhao J, Dong X, Zhang Z, Gao Q, Zhang Y, Song J, et al. Association of use of tourniquets during total knee arthroplasty in the elderly patients with post-operative pain and return to function. *Front Public Health*. 2022 Mar;10:825408. doi: 10.3389/fpubh.2022.825408
  8. Ahmed I, Chawla A, Underwood M, Price AJ, Metcalfe A, Hutchinson C, et al. Tourniquet use for knee replacement surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Dec;12(12):CD012874. doi: 10.1002/14651858.CD012874
  9. Schnettler T, Papillon N, Rees H. Use of a tourniquet in total knee arthroplasty causes a paradoxical increase in total blood loss. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99:1331-6. doi: 10.2106/JBJS.16.00750
  10. Chugaev DV, Kornilov NN, Kogan PG. Efficacy and safety of the pneumatic tourniquet during total knee arthroplasty: when to perform its release? *Travmatologija Ortopedija Rossii*. 2017;23(4):9-17. (In Russ.)

*Submitted 04.03.2024*

*Accepted 22.04.2024*

#### **Сведения об авторах:**

Е.К. Ходьков – к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, <https://orcid.org/0000-0002-9216-7929>, e-mail: khadzkou@gmail.com – Евгений Константинович Ходьков;

К.Б. Болобошко – к.м.н., доцент, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №1, Витебская областная клиническая больница, <https://orcid.org/0000-0002-5599-3439>;

В.П. Дейкало – д.м.н., профессор, зав. кафедрой травматологии и ортопедии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Ю.В. Ходькова – старший преподаватель кафедры анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, <https://orcid.org/0009-0005-1567-3499>;

В.П. Хмельченко – старший преподаватель кафедры травматологии и ортопедии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

А.Е. Церковский – врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №2, Витебская областная клиническая больница.

#### **Information about authors:**

Y.K. Khadzkou – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Chair of Traumatology & Orthopedics, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0000-0002-9216-7929>, e-mail: khadzkou@gmail.com – Yauheni K. Khadzkou;

K.B. Balaboshka – Candidate of Medical Sciences, associate professor, traumatologist-orthopedist of the traumatology and orthopedic department No.1, Vitebsk Regional Clinical Hospital, <https://orcid.org/0000-0002-5599-3439>;

V.P. Deikala – Doctor of Medical Sciences, professor, head of the Chair of Traumatology & Orthopedics, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

Y.V. Khadzкова – senior lecturer of the Chair of Anesthesiology and Resuscitation with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0009-0005-1567-3499>;

U.P. Khmelchanka – senior lecturer of the Chair of Traumatology & Orthopedics, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

A.Y. Tsarkouski – traumatologist-orthopedist of the traumatology and orthopedic department No.2, Vitebsk Regional Clinical Hospital.