

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КРОВОТОКА В СУБХОНДРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ У БОЛЬНЫХ ГОНАРТРОЗОМ ПОСЛЕ ТУННЕЛИЗАЦИИ И ВВЕДЕНИЯ АУТОЛОГИЧНОЙ КРОВИ С ЭЛЕМЕНТАМИ КОСТНОГО МОЗГА

Е.Н. Щурова, М.Ю. Бирюкова, П.П. Буравцов, В.С. Бунов

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»  
им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России  
Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014

### Реферат

**Введение.** Остеоартроз коленного сустава приводит к существенному снижению работоспособности и инвалидизации людей трудоспособного возраста. При лечении данной категории больных доминирующее положение занимает артропластика. Однако многие ортопеды все более склоняются к операциям, позволяющим сохранить анатомо-функциональную целостность коленного сустава и отложить операцию по тотальной замене коленного сустава на более поздние сроки. Одним из таких методов лечения является субхондральная туннелизация с введением аутологичной крови с элементами костного мозга.

**Цель работы** – исследовать динамику кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга и ее влияние на процесс реабилитации у больных гонартрозом.

**Материал и методы.** Работа основана на результатах исследования 26 больных гонартрозом 2-3 степени. Оперативное лечение заключалось в выполнении туннелизации мыщелков бедренной и большеберцовой кости с введением аутологичной крови с элементами костного мозга. Кровообращение субхондральной области эпифиза большеберцовой кости исследовалось в операционной, до начала операции, после туннелизации и после введения аутокрови. Регистрацию кровотока производили с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии. Функциональное состояние пациента и тяжесть патологии анализировали с помощью индексной комплексной оценки.

**Результаты.** У больных гонартрозом после туннелизации мыщелков бедренной и большеберцовой костей в 46,2% случаев регистрировалось значительное увеличение кровотока (на 42–108%,  $p < 0,05$ ) в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости, у 58% больных этой группы повышенный кровоток сохранялся после введения аутокрови с элементами костного мозга. У больных со значительным увеличением кровотока показатель индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации был больше на 23% ( $p < 0,05$ ), 21% ( $p < 0,05$ ) и 17,4% ( $p < 0,05$ ) соответственно, чем в группе больных без выраженного прироста. Доля больных с увеличением индексной оценки походки, мышечной силы, деформации сустава, функции, качества жизни также была выше в группе больных с увеличением показателей кровотока.

**Выводы.** Значительный прирост кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутокрови с элементами костного мозга способствует улучшению функции сустава и качества жизни больных гонартрозом.

**Ключевые слова:** гонартроз, субхондральная туннелизация, аутокровь, реабилитация.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30

### Введение

В настоящее время остеоартроз коленного сустава по-прежнему остается актуальной медико-социальной и экономической проблемой [7]. В России на 10 000 жителей приходится 99,6 случаев заболевания [1]. В 80% случаев происходит снижение качества жизни больных, у 10–21% больных наступает инвалидность

[5, 19]. Отмечается рост заболеваемости артрозами среди лиц средней возрастной группы (40–60 лет), а также увеличивается продолжительность периода нетрудоспособности [2, 11].

В РНЦ «ВТО им. акад. Г.И. Илизарова» была разработана методика декомпрессионно-дренирующей субхондральной туннелизации суставных отделов бедренной и большебер-

Щурова Е.Н., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П., Бунов В.С. Исследование динамики кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости у больных гонартрозом после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):22-30.  
DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30.

Щурова Елена Николаевна. Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, Россия, 640014; e-mail: elena.shurova@mail.ru

Рукопись поступила: 28.06.2016; принята в печать: 20.07.2016

цовой костей спицами, которую стали дополнять введением в туннели аутологичной крови с элементами костного мозга [9, 13, 15]. Динамика кровотока в субхондральной области у больных гонартрозом при данном способе лечения и ее влияние на функциональное состояние пациента после операции до настоящего времени изучены недостаточно [3, 10, 18].

**Цель работы** – исследовать динамику кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга и ее влияние на процесс реабилитации больных гонартрозом.

### Материал и методы

Работа основана на результатах исследования 26 больных гонартрозом 2-3 степени по классификации J.H. Kellgren и J.S. Lawrence [20], в возрасте от 45 до 72 лет ( $58,1 \pm 1,2$  лет), в том числе 6 мужчин и 20 женщин. У 16 больных была зарегистрирована вторая степень заболевания, в 10 случаях – третья. Давность заболевания колебалась от 1,5 до 12 лет (в среднем –  $7,4 \pm 0,7$  лет). У 15 больных наблюдался выраженный болевой синдром, который значительно снижал качество жизни. Исследование было одобрено комитетом по этике ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации 1975 г., пересмотренной в 2008 г.

Критерием включения в исследование был идиопатический гонартроз 2-3 степени по классификации Kellgren – Lawrence [20].

Критериями исключения являлись последствия травм, остеопороз, разрывы связок и менисков.

Клинический диагноз подтверждали с помощью рентгенографии, УЗИ, при необходимости – компьютерной томографии.

Всем больным было выполнено оперативное вмешательство: туннелизация мышечков бедренной и большеберцовой костей с введением аутологичной крови с элементами костного мозга. Сначала осуществляли туннелизацию мышечков костей с помощью спиц – выполняли три туннеля и удаляли спицы. Затем в верхнем полюсе диафиза большеберцовой кости спицей создавали перфорационное отверстие, с помощью шприца через иглу производили забор аутологичной крови с элементами костного мозга. В один из спицевых туннелей вводили иглу и производили инъекцию 1 мл трансплантата в область субхондральной кости.

Кровообращение субхондральной области эпифиза большеберцовой кости исследовали в операционной до начала операции, после туннелизации и после введения аутокрови. Регистрацию кровотока производили с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии (доплерограф «Минимакс-Доплер-К», Санкт-Петербург) с применением интраоперационного датчика 20 мГц в режиме исследования микроциркуляции и перфузии мелких кровеносных сосудов. Глубина локации датчика 20 мГц составляла до 5,0 мм, площадь рабочей поверхности – 3,14 мм<sup>2</sup>. Для регистрации кровотока в проекции субхондральной области с помощью сверла диаметром 3 мм формировалось отверстие глубиной 4–5 см, через которое вводился датчик для измерения кровотока в субхондральной области. Введение датчика осуществлялось под рентгенологическим контролем в верхней трети голени с латеральной поверхности во внутренний мыщелок большеберцовой кости. Для анализа кровотока использовали следующие показатели:  $V_s$  – максимальная систолическая скорость (см/сек),  $Q_s$  – объемная скорость мл/мин,  $V_m$  – средняя скорость (см/сек), PI – индекс пульсации (Гослинга), RI – индекс сопротивления (Пурсело).

Функциональное состояние пациента и тяжесть патологии анализировали с помощью индексной комплексной оценки, разработанной в РНЦ «ВТО им. акад. Г.И. Илизарова», которая включает объективные (походка, деформация сустава, мышечная сила, функция, нестабильность, склероз субхондральной ткани) и субъективные критерии (болевой синдром, толерантность к нагрузке, оценка больным качества жизни) [8]. После лечения рассчитывали средний критерий реабилитации больных на основе объективных и субъективных критериев индексной комплексной оценки (СКР = сумма баллов/количество критериев). Оценка состояния пациентов осуществляли до лечения и через 3–12 месяцев (в среднем  $5,4 \pm 0,4$  мес.) после операции.

На основе полученных данных составляли невзвешенные вариационные ряды. Статистическая обработка проводилась с помощью программы Microsoft EXCEL-2010 с надстройкой AtteStat [4]. Использовали методы непараметрической статистики. Для оценки достоверности различия средних использовали t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Манна – Уитни. Степень взаимосвязи признаков оценивали с помощью линейного коэффициента корреляции Пирсона. Принятый уровень значимости – 0,05.

**Результаты**

После проведения туннелизации мышечков бедренной и большеберцовой костей линейная и объемная скорости кровотока увеличились на 42% и 39% соответственно ( $p < 0,05$ ) (табл. 1). Средняя скорость кровотока имела тенденцию к увеличению.

После введения аутокрови показатели кровотока также имели тенденцию к увеличению по сравнению с исходным уровнем – у 7 (27%) больных из 26 регистрировалось значительное увеличение.

Анализ динамики функционального состояния и патологических проявлений через  $5,4 \pm 0,4$  месяцев после лечения на основе объективных и субъективных критериев индексной комплексной оценки показал, что в наибольшей степе-

ни происходит снижение интенсивности боли (в 81,5% случаев), повышение качества жизни (81,5%), мышечной силы (74%), улучшение походки (70%) и функции сустава (66,7%) (табл. 2). Средний критерий реабилитации увеличился в 100% случаев в среднем на  $35,2 \pm 2,8\%$ .

Индивидуальный подход к анализу реакций кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости на туннелизацию показал, что по характеру динамики больных можно разделить на две группы:

- первая группа – выраженное увеличение линейной, объемной и средней скоростей кровотока, в которую вошли 12 больных;
- вторая группа – отсутствие значительных изменений показателей скорости кровотока – 14 больных (табл. 3).

Таблица 1

**Показатели кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга ( $M \pm m$ ,  $n = 26$ )**

Показатель кровотока	Этап наблюдения		
	до туннелизации	после туннелизации	после введения аутокрови
Vs, см/сек	14,1±1,2	20,0±2,5Δ	15,2±1,5
Qs, мл/мин	6,7±0,6	9,3±1,4Δ	7,2±0,7
Vm, см/сек	7,2±0,8	8,6±0,9	7,7±0,9
PI	1,7±0,2	2,3±0,3	1,9±0,2
RI	0,84±0,02	0,84±0,01	0,80±0,02

Таблица 2

**Динамика объективных и субъективных показателей индексной комплексной оценки состояния больных гонартрозом, баллы ( $M \pm m$ ,  $n = 26$ )**

Наименование индекса	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Доля больных с увеличением оценки, %
	до лечения	после лечения		
Походка (ИП)	1,65±0,1	2,45±0,1*	42,3±7,7	70
Деформация сустава (ИД)	2,0±0,1	2,6±0,1*	48,1±15,3	41
Мышечная сила (ИМС)	1,92±0,07	2,7±0,09*	46,2±8,2	74
Функция (ИФ)	1,96±0,1	2,6±0,1*	38,5±6,4	66,7
Нестабильность (ИН)	2,3±0,09	2,9±0,06*	28,9±5,0	55,6
Склероз субхондральной костной ткани (ИСС)	1,6±0,1	1,9±0,08Δ	34,6±10	37
Болевой синдром (ИБ)	1,53±0,1	2,51±0,1*	78,9±12,5	81,5
Толерантность к нагрузке (ИТ)	1,85±0,07	2,5±0,1Δ	34,6±6,7	59,3
Оценка больным качества жизни (ИКЖ)	1,73±0,09	2,6±0,1Δ	53,9±6,8	81,5
Средний критерий реабилитации (СКР)	1,86±0,05	2,5±0,06*	35,2±2,8	100

*Примечание:* Δ – достоверность отличия показателей от значений до лечения ( $p < 0,05$ ); \* – достоверность отличия показателей от значений до лечения ( $p < 0,01$ ).

Таблица 3

**Показатели кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга (M±m, n = 26)**

Показатель кровотока	Первая группа (n = 12)					Вторая группа (n = 14)		
	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Этап наблюдения	Величина прироста, %	Этап наблюдения		
	I	II (n = 12)		III (n = 7)		I	II	III
Vs, см/сек	12,1±2,2	27,0±6,6Δ	120,0±20,9	20,1±3,1Δ	87,1±25	14,6±1,5	14,0±1,3	13,4±1,2
Qs, мл/мин	5,9±0,09	12,6±2,9Δ	110,2±20,4	9,5±1,7Δ	88,8±26,6	7,1±0,7	7,0±0,6	6,5±0,6
Vm, см/сек	6,7±1,1	10,7±1,2Δ	43,0±12,5	11,4±2,0Δ	70,1±11,3	7,4±1,0	6,0±0,8	5,6±0,7

*Примечание:* I – до туннелизации; II – после туннелизации; III – после введения аутокрови. Согласно критерию Колмогорова гипотеза о нормальности распределения не отклонялась. Для оценки достоверности различия средних использован t-критерий Стьюдента. Δ – достоверность отличия показателей от значений до туннелизации (p<0,05).

В первой группе у 7 (58%) больных повышенный уровень кровотока сохранялся и после введения аутокрови с элементами костного мозга. Во второй группе отсутствовала значительная динамика показателей. Следует отметить, что данные группы не отличались по возрасту (первая группа – 57,9±1,8 лет, вторая группа – 56,8±2,6 лет) и соотношению больных со второй и третьей степенями заболевания.

Для определения степени влияния изменений кровотока на функциональное состо-

яние пациента нами были проанализированы показатели индексной оценки состояния пациентов после проведенного лечения (через 5,4±0,4 мес.) в первой и второй группах (табл. 4, 5).

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что в первой группе показатель индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации был статистически значимо больше на 23%, 21% и 17,4% соответственно, чем во второй группе.

Таблица 4

**Динамика показателей индексной оценки состояния пациентов первой группы после проведенного лечения, баллы (M±m, n = 12)**

Наименование индекса	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Доля больных с увеличением оценки, %
	до лечения	после лечения		
Походка (ИП)	1,7±0,14	2,7±0,14**	59,1±15	92
Деформация сустава (ИД)	2,0±0,17	2,7±0,1*	50,3±20	50
Мышечная сила (ИМС)	1,8±0,12	2,9±0,09**	68,2±14	100
Функция (ИФ)	2,0±0,12	2,8±0,13*	37,5±6,5	75
Нестабильность (ИН)	2,3±0,14	2,9±0,08*	29,1±7,4	58
Склероз субхондральной костной ткани (ИСС)	1,8±0,17	2,0±0,1	–	30
Болевой синдром (ИБ)	1,7±0,14	2,6±0,14*	70,1±16	77
Толерантность к нагрузке (ИТ)	1,9±0,08	2,6±0,15*	37,5±9	67
Оценка больным качества жизни (ИКЖ)	1,8±0,13	2,7±0,14*	58,3±8,3	92
Средний критерий реабилитации (СКР)	1,97±0,09	2,7±0,08**	40,0±4,3	100

*Примечание:* \* – достоверность отличия показателей от значений до лечения (p<0,01); \*\* – достоверность отличия от значений второй группы (p<0,05).

Таблица 5

**Динамика показателей индексной оценки состояния пациентов второй группы после проведенного лечения, баллы (M±m, n = 14)**

Наименование индекса	Этап наблюдения		Величина прироста, %	Доля больных с увеличением оценки, %
	до лечения	после лечения		
Походка (ИП)	1,7±0,13	2,2±0,1**	28,6±6,9	58
Деформация сустава (ИД)	2,0±0,18	2,5±0,14	–	28
Мышечная сила (ИМС)	1,9±0,08	2,4±0,14**	29,2±9,7	50
Функция (ИФ)	1,9±0,16	2,5±0,12*	39,3±10,7	57
Нестабильность (ИН)	2,3±0,10	2,8±0,09*	28,6±6,9	57
Склероз субхондральной костной ткани (ИСС)	1,4±0,14	1,8±0,12Δ	28,5±7,5	38
Болевой синдром (ИБ)	1,4±0,14	2,4±0,14*	88,5±11	84
Толерантность к нагрузке (ИТ)	1,8±0,1	2,4±0,13*	32,2±10	50
Оценка больным качества жизни (ИКЖ)	1,7±0,12	2,5±0,3Δ	50,0±10,5	72
Средний критерий реабилитации (СКР)	1,8±0,07	2,3±0,05**	31,4±3,8	100

*Примечание:* Δ – достоверность отличия показателей от значений до лечения (p<0,05); \* – достоверность отличия показателей от значений до лечения (p<0,01); \*\* – достоверность отличия от значений первой группы (p<0,05).

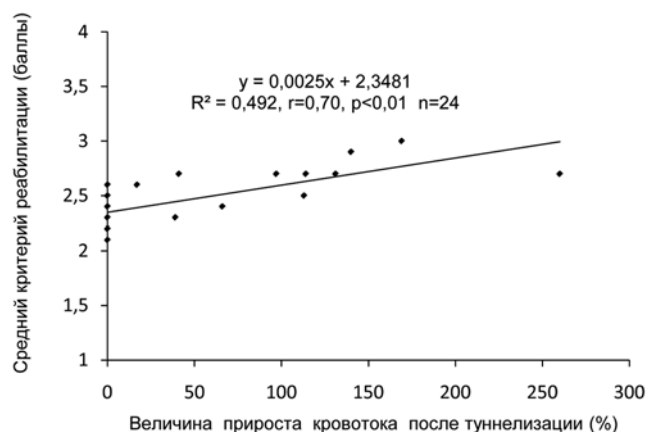
Необходимо отметить, что процент увеличения индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации в первой группе был также выше, чем во второй. Доля больных с увеличением индексной оценки походки и мышечной силы была больше, чем во второй группе.

Показатели индексной оценки состояния больных в первой группе, такие как деформация сустава, функция, болевой синдром, толерантность к нагрузке, оценка больным качества жизни, в первой группе больных имели тенденцию к увеличению по сравнению со значениями второй группы.

Такие показатели индексной оценки состояния больных, как деформация сустава, функция, болевой синдром, толерантность к нагрузке, оценка больным качества жизни, в первой группе имели тенденцию к увеличению относительно значений вышеперечисленных показателей во второй группе. Доля больных с увеличением индексной оценки деформации сустава, функции, качества жизни в первой группе была больше, чем во второй.

Проведение корреляционного анализа прироста кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости и различных показателей индексной оценки функционального состояния пациента после лечения опре-

делило выраженную взаимосвязь прироста кровотока и индекса мышечной силы (r = 0,44, p≤0,05, n = 23), индекса походки (r = 0,611, p≤0,01, n = 26), среднего критерия реабилитации (r = 0,70, p≤0,01, n = 24). На рисунке представлена взаимосвязь прироста кровотока и среднего критерия реабилитации больных после лечения.



**Рис.** Влияние величины прироста кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутологичной крови с элементами костного мозга на реабилитацию (средний критерий реабилитации) больных гонартрозом

## Обсуждение

Причинами развития идиопатического гонартроза считают дисплазию (врожденные особенности, приводящие к нарушению биомеханики), перегрузку и нарушение кровообращения в компонентах сустава. Нарушение субхондральной микроциркуляции приводит к потере тканями репродуктивных свойств, редукции капиллярной сети и возникновению асептического субхондрального склероза [10]. По данным В.Н. Левенец и В.В. Пляцко, которые исследовали биопсийный материал эпифизов большеберцовой кости у пациентов с гонартрозом, нарушения микроциркуляции характеризуются дилатацией сосудов, образованием в них тромбов и венозного стаза [6]. Кроме того, одной из причин изнуряющих болей является внутрикостная гипертензия – повышенное давление тканевой жидкости в медуллярных полостях мышечков бедренной и большеберцовой кости. Увеличению гипертензии способствует сопутствующая патология – повышение венозного давления крови в конечности, уменьшению – дренирование [17, 21, 22]. Ранее проведенные в ФГБУ «РНИЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова»» исследования показали, что после туннелизации костей внутрикостное давление снижается и кровообращение усиливается [16].

При повреждениях склерозированной субхондральной кости продукты организации сгустка крови и репаративная регенерация способствуют улучшению трофики суставного хряща, а введение аутологичного костного мозга усиливает эффект [9, 12–15].

Однако вопрос о динамике кровотока в субхондральной области при декомпрессионно-дренирующей субхондральной туннелизации с введением в туннели аутологичной крови с элементами костного мозга остается недостаточно освещенным в литературе [3, 10, 18]. Не исследовано влияние изменений кровотока на функциональное состояние пациента после данного способа лечения.

Проведенные нами исследования показали, что значительное увеличение кровотока (на 43–120%) наблюдается в 46,2% случаев (12 больных) после выполнения туннелизации. В этой группе пациентов повышенный кровоток сохраняется у 7 больных и после введения аутологичной крови.

По данным В.Д. Макушина с соавторами, через 3 месяца после субхондральной туннелизации суставных отделов у больных гонартрозом определялось увеличение кровообращения на  $20 \pm 10\%$  (радионуклидный метод исследования) от исходного уровня и повышение активности

репаративных процессов в костной ткани области очага поражения [10]. В отдаленном периоде наблюдения уровень кровотока приближался к исходным значениям, интенсивность репаративных процессов снижалась.

Для усиления и пролонгирования эффекта повышенной активности репаративных процессов в ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» было предложено дополнить декомпрессионно-дренирующую субхондральную туннелизацию введением аутологичной крови с элементами костного мозга [15].

Результаты гистоморфометрического исследования суставного хряща сустава при туннелировании субхондральной зоны и трансплантации в туннели аутологичной крови с элементами костного мозга на экспериментальной модели свидетельствовали о том, что массовая гибель хондроцитов и деструкция матрикса компенсировались быстрой репопуляцией клеточного состава и активизацией синтеза компонентов межклеточного матрикса, в результате чего восстанавливалась толщина хряща. Собственные регенераторные возможности хряща выражались повышением пролиферативной и биосинтетической активности хондроцитов. Обнаруженные в очагах ремоделирования хряща клеточные скопления, окруженные межклеточным веществом, являлись признаком активно идущего репаративного процесса [14].

Клинические наблюдения за пациентами показали, что после туннелизации суставных концов бедренной и большеберцовой костей продолжительность ремиссии составляла от 1 до 5 лет.

В нашей работе в группе больных со значительным увеличением кровотока после туннелизации и введения аутокрови наблюдается более выраженное улучшение функционального состояния пациента. Это может быть обусловлено тем, что на фоне снижения болевого синдрома в большей степени происходит повышение активности репаративных процессов в костной ткани области очага поражения, улучшается трофика суставного хряща и повышается качество жизни больного.

## Выводы

1. У больных гонартрозом после туннелизации мышечков бедренной и большеберцовой костей почти в половине случаев регистрируется значительное увеличение кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости, и у 58% больных этой группы повышенный кровоток сохраняется после введения аутологичной крови с элементами костного мозга;

2. После лечения в группе больных со значительным приростом кровотока показатель индексной оценки походки, мышечной силы и среднего критерия реабилитации был больше, чем в группе без динамики кровотока. Доля больных с увеличением индексной оценки походки, мышечной силы, деформации сустава, функции, качества жизни также была выше в группе пациентов с увеличением показателей кровотока.

3. Значительный прирост кровотока в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости после туннелизации и введения аутокрови с элементами костного мозга способствует улучшению функции сустава и качества жизни больных гонартрозом.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

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

### Литература

1. Болезни суставов: руководство для врачей. Под ред. В.И. Мазурова. СПб.; 2008. 397 с.
2. Брагина С.В., Матвеев Р.П. Структура стойкой утраты трудоспособности у пациентов с гонартрозом. *Гений ортопедии*. 2011;4:101-105.
3. Бунов В.С., Щурова Е.Н., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П. Способ исследований кровенаполнения субхондральной области мыщелка кости при гонартрозе. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2014;4(52):40-47.
4. Гайдышев И.П. Анализ и обработка данных. Спец. справочник. СПб.: Питер, 2001. 145 с.
5. Калягин А.Н., Синдыхеева Н.Г., Витвицкая К.Б. Медицинская экспертиза больных с остеоартрозом. *Заместитель главного врача*. 2013;10: 26-37.
6. Левенец В.Н., Пляцко В.В. Деформирующий гонартроз (некоторые вопросы патогенеза). *Вестник РАМН*. 1992;6: 22-24.
7. Мазуров В.И., Барановский А.Ю., Лиля А.М., Зоткин Е.Г. Лечение и профилактика болезней суставов. СПб.; 2006. 320 с.
8. Макушин В.Д., Чегуров О.К. Методика индексной оценки гонартроза и эффективности его лечения. *Гений ортопедии*. 2007;2:9-13.
9. Макушин В.Д., Чегуров О.К. Субхондральная туннелизация: вопросы технологии и эффективности лечения при гонартрозе. *Гений ортопедии*. 2006;4: 99-104.
10. Макушин В.Д., Чегуров О.К., Сазонова Н.В., Буравцов П.П., Бунов В.С., Камшилов Б.В. Гонартроз: альтернативные методы оперативного лечения. Курган; 2010. 625 с.
11. Насонова В.А. Проблема остеоартроза в XXI веке. *Сибир. мед. журнал*. 2001;3:5-9.
12. Новик А.А., Иванов Р.А. Клеточная терапия. М.; 2008. 212 с.
13. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Бунов В.С., Чегуров О.К. Обоснование туннелизации метафизов бедренной и большеберцовой костей при гонартрозе. *Травматология и ортопедия России*. 2009;4:60-64.
14. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Ступина Т.А., Степанов М.А. Экспериментальные аспекты изучения репаративной регенерации суставного хряща в условиях туннелирования субхондральной зоны с введением аутологичного костного мозга. *Гений ортопедии*. 2010;2:5-10.
15. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Чегуров О.К., Бирюкова М.Ю. Лечение больных гонартрозом внесуставным микрофрактурированием субхондральных зон и костномозговой стимуляцией по методике РНЦ «ВТО». *Гений ортопедии*. 2009;3:54-60.
16. Шевцов В.И., Попков А.В., Щуров В.А., Бунов В.С., Щурова Е.Н. Вазкуляризирующие операции при артериальной недостаточности нижних конечностей. Руководство для врачей. М.; 2007. 208 с.
17. Щеглов Э.А. Хроническая венозная недостаточность и гоноартроз. *Вестник травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова*. 2012;2:31-34.
18. Щурова Е.Н., Макушин В.Д., Бирюкова М.Ю., Буравцов П.П., Чегуров О.К., Тепленький М.П. Особенности микроциркуляции в субхондральной области эпифиза большеберцовой кости у больных гонартрозом. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2012;4(44):35-40.
19. Jordan K.M., Arden N.K., Doherty M., Bannwarth V., Bijlsma J.W.J. et al. Eular recommendations 2003: an evidence based approach to management of knee osteoarthritis: report of task force of the standing committee for international clinical studies including therapeutic trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis*. 2003;62:1145-1155.
20. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16:494-501.
21. Uchio Y., Ochi M., Adachi N., Nishikori T., Kawasaki K. Intraosseous hypertension and venous congestion in osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2001; 384:217-223.
22. Welch R.D., Johnston C.E., Waldron M.J., Poteet B. Bone changes associated with intraosseous hypertension in the caprine tibia. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(1):53-60.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Щурова Елена Николаевна* – д-р биол. наук ведущий научный сотрудник лаборатории коррекции деформации и удлинения конечностей ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

*Бирюкова Мария Юрьевна* – канд. мед. наук старший научный сотрудник лаборатории патологии суставов ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

*Буравцов Павел Павлович* – канд. мед. наук старший научный сотрудник лаборатории патологии суставов ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России»

*Бунов Вячеслав Сергеевич* – канд. мед. наук старший научный сотрудник лаборатории патологии суставов ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

## THE STUDY OF BLOOD FLOW DYNAMICS IN TIBIAL SUBCHONDRAL EPIPHYSEAL ZONE OF PATIENTS WITH GONARTHROSIS AFTER TUNNELIZATION AND INFUSING AUTOLOGOUS BLOOD WITH BONE MARROW ELEMENTS

E.N. Shchurova, M.Iu. Biryukova, P.P. Buravtsov, V.S. Bunov

*Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»  
Ul. M. Ulyanova, 6, Kurgan, Russia, 640014*

### Abstract

**Introduction.** The knee osteoarthritis leads to a significant reduction of working ability, as well as to disability of working-age people. Arthroplasty is dominated the main method in treatment of such patients. However, many orthopedists are more and more inclined to the surgeries which allow to preserve the knee anatomic-and-functional integrity and to delay the surgery of the knee total replacement for later periods. Subchondral tunnelization with infusing autologous blood with bone marrow elements is one of such methods of treatment for the patients of this category.

**Purpose** – to study the dynamics of the blood flow in the tibial epiphyseal subchondral zone after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements and its effect on the rehabilitation process of patients with gonarthrosis.

**Material and methods.** The work was based on the results of studying 26 patients with Degree grade 2-3 gonarthrosis. Surgical treatment included performing tunnelization of femoral and tibial condyles with infusing autologous blood containing bone marrow elements. Circulation of tibial subchondral epiphyseal zone was studied in the operation room, before surgery, after tunnelization and after infusing autologous blood. Blood flow registered using high-frequency ultrasonic Dopplerography. The patient functional condition and the pathology severity analyzed using complex index score.

**Results.** The significant (42-108%,  $p < 0.05$ ) increase in blood flow registered in tibial subchondral epiphyseal zone in patients with gonarthrosis after tunnelization of femoral and tibial condyles in 46.2% of cases, and the increased blood flow persisted after infusing autologous blood with bone marrow elements in 58% of the patients from this group. In patients with significant blood flow increase the index score rate of gait, muscle strength and mean rehabilitation criterion was reliably 23% ( $p < 0.05$ ), 21% ( $p < 0.05$ ) and 17.4% ( $p < 0.05$ ) more, respectively, comparing with the group of patients without the pronounced increase. The proportion of patients with the increase in the index score of gait, muscular strength, joint deformity, function, quality of life was also higher in the group of patients with blood flow rate increase.

**Conclusions.** The significant increase in blood flow of tibial subchondral epiphyseal zone after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements contributed to the improvement of joint function and quality of life in patients with gonarthrosis.

**Keywords:** gonarthrosis, blood flow, tunnelization, autologous blood, rehabilitation.

DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30

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

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

### References

1. Bolezni sustavov: rukovodstvo dlya vrachej [Diseases of the joints: a guide for physicians]. Pod red. VI Mazurova. SPb.; 2008. 397 s. [in Rus.]
2. Bragina SV, Matveev RP. [Structure of persistent disability in patients with gonarthrosis]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2011;4:101-105. [in Rus.]
3. Bunov VS, Shchurova EN, Biryukova MYu, Buravcov PP. [Method of research of blood circulation in the bone condyle subchondral part for gonarthrosis]. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya* [Regional circulation and microcirculation]. 2014;4(52): 40-47. [in Rus.]
4. Gajdyshev IP. Analiz i obrabotka dannyh [Analysis and processing of data] Spec. Spravochnik. Spb.: Piter, 2001. 145 s. [in Rus.]
5. Kalyagin AN, Sindyheeva NG, Vitvickaya KB. [Medical expertise of patients with osteoarthritis]. *Zamestitel glavnogo vracha* [Deputy chief physician]. 2013;10:26-37. [in Rus.]
6. Levenec VN, Plyacko VV. [Deforming gonarthrosis (some issues of pathogenesis)]. *Vestn. RAMN* [Bulletin RAMS]. 1992;6:22-24. [in Rus.]
7. Mazurov VI, Baranovskij AYu, Lila AM, Zotkin EG. Lechenie i profilaktika boleznej sustavov [Treatment and prevention of diseases of the joints]. SPb.; 2006. 320 s. [in Rus.]
8. Makushin VD, Chegurov OK. [The subchondral tunnelization: technology and the effectiveness of treatment for gonarthrosis]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2006; 4: 99-104. [in Rus.]
9. Makushin VD, Chegurov OK. [Methodology estimates of osteoarthritis and the effectiveness of its treatment]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2007; 2:9-13. [in Rus.]

**Cite as:** Shchurova EN, Biryukova MIu, Buravtsov PP, Bunov VS. [The study of blood flow dynamics in tibial subchondral epiphyseal zone of patients with gonarthrosis after tunnelization and infusing autologous blood with bone marrow elements]. *Traumatologia i ortopedia Rossii*. 2016;22(3):22-30 [in Russian]. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-22-30.

✉ Shchurova Elena N. Ul. M. Ulyanova, 6, Kurgan, Russia, 640014; e-mail: elena.shurova@mail.ru

1 Received: 28.06.2016; Accepted for publication: 20.07.2016



10. Makushin VD, Chegurov OK, Sazonova NV, Buravcov PP, Bunov VS, Kamshilov BV. Gonartroz: alternativnyye metody operativnogo lecheniya [Gonarthrosis: alternative methods of surgical treatment]. Kurgan; 2010. 625 s. [in Rus.]
11. Nasonova VA. [The problem of osteoarthritis in the twenty-first century]. *Sibir. Med. Zhurnal* [Sib. med. journal]. 2001;3:5-9. [in Rus.]
12. Novik AA, Ivanov RA. Kletochnaya terapiya [Cell therapy]. M.; 2008. 212 s. [in Rus.]
13. Shevcov VI, Makushin VD, Bunov VS, Chegurov OK. [The rationale tonalitatii metafit the femur and tibia in gonarthrosis]. *Travmatologia i ortopedia Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2009;4:60-64. [in Rus.]
14. Shevcov VI, Makushin VD, Stupina TA, Stepanov MA. [Experimental aspects of the study of reparative regeneration of articular cartilage in terms of tunneling of subchondral area with the introduction of autologous bone marrow]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2010;2:5-10. [in Rus.]
15. Shevcov VI, Makushin VD, Chegurov OK, Biryukova MYu. [Treatment of patients with gonarthrosis by microfractional extra-articular subchondral areas of the bone marrow, and stimulation by the method of RRC «WTO»]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2009; 3:54-60. [in Rus.]
16. Shevcov VI, Popkov AV, Shchurov VA, Bunov VS, Shchurova EN. Vaskulyariziruyushchie operacii pri arterialnoj nedostatochnosti nizhnih konechnostej. Rukovodstvo dlya vrachej [Revascularization surgery in patients with arterial insufficiency of the lower limbs. Guidelines for doctors]. M.; 2007. 208 s. [in Rus.]
17. Shcheglov EhA. [Chronic venous insufficiency and gonartroz]. *Vestnik travmatol. i ortoped im. NN Priorova* [Messenger traumatol. and orthopedic surgeon. them. NN Priorova]. 2012;2:31-34. [in Rus.]
18. Shchurova EN, Makushin VD, Biryukova MYu, Buravcov PP, Chegurov OK, Teplenkiy MP. [Features of microcirculation in the subchondral zone of tibial epiphysis in patients with gonarthrosis]. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya* [Regional circulation and microcirculation ]. 2012;4(44):35-40. [in Rus.]
19. Jordan K.M., Arden N.K., Doherty M., Bannwarth B., Bijlsma J.W.J. et al. Euler recommendations 2003: an evidence based approach to management of knee osteoarthritis: report of task force of the standing committee for international clinical studies including therapeutic trials (ESCISIT). *Ann Rheum Dis.* 2003;62: 1145-1155.
20. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1957;16:494-501.
21. Uchio Y., Ochi M., Adachi N., Nishikori T., Kawasaki K. Intraosseous hypertension and venous congestion in osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 384:217-223.
22. Welch R.D., Johnston C.E., Waldron M.J., Poteet B. Bone changes associated with intraosseous hypertension in the caprine tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(1):53-60.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Shchurova Elena N.* – leading researcher of the laboratory for deformity correction and lengthening of the limbs Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

*Biryukova Mariya I.* – researcher of the laboratory of pathology of joints Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

*Buravtsov Pavel P.* – senior researcher of the laboratory of pathology of joints Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

*Bunov Vyacheslav S.* – senior researcher of the laboratory of pathology of joints Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»