



## Экспресс-диагностика ревматоидного артрита и остеоартроза

З. М. Сигал<sup>1\*</sup>, О. В. Сурнина<sup>2</sup>, В. В. Брындин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» (г. Ижевск, Россия)

<sup>2</sup>БУЗ УР «Республиканский клинико-диагностический центр МЗ УР» (г. Ижевск, Россия)

\*sigalzm@yandex.ru

*Введение.* Заболевания костей и суставов занимают 3-е место в мире среди всех классов болезней. Наиболее распространенным и среди воспалительных заболеваний суставов являются ревматоидный артрит и остеоартроз. Цель статьи – оценить возможность ультразвукового исследования и трансиллюминационной пульсооптометрии коленного сустава, как методов экспресс-диагностики ревматоидного артрита и остеоартроза.

*Материалы и методы.* В исследовании приняли участие 2 266 чел. в возрасте 19–75 лет. Пациенты были разделены на 3 группы: 29 % – больные артритом, 62 % – остеоартрозом, 9 % – группа сравнения. Проведена ультразвуковая диагностика и трансиллюминационная пульсооптометрия. Гемодинамика и оптическая плотность измерялась с помощью устройства и метода З. М. Сигала.

*Результаты исследования.* В результате исследований было достоверно установлено количество синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке при ревматоидном артрите и остеоартрозе: в первом случае оптическая плотность была в 2,7 раза меньше, чем во втором. Также были получены достоверные различия амплитуды пульсовых осцилляций при данных заболеваниях.

*Обсуждение и заключения.* Количество синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке коленного сустава при ревматоидном артрите превышает аналогичные показатели при остеоартрозе и в группе сравнения:  $\geq 55,8 \text{ см}^3$  и  $3,29 \text{ см}^3$ ;  $\leq 1,85 \text{ см}^3$  соответственно. При остеоартрозе и в норме количество синовиальной жидкости достоверно не отличалось. Оптическая плотность в супрапателлярной сумке коленного сустава при ревматоидном артрите составила  $0,56 \pm 0,20$ , амплитуда пульсовых осцилляций –  $13,45 \pm 3,62$  мм. Аналогичные показатели при остеоартрозе:  $1,63 \pm 0,39$  и  $7,67 \pm 1,62$  соответственно. Данные значения являются практически важными для дифференциальной диагностики заболеваний, свидетельствуют о наличии или отсутствии жидкости, воспалении и визуализации сумок. Разработанный нами экспресс-метод диагностики ревматоидного артрита и остеоартроза включает ультразвуковое исследование супрапателлярной сумки и трансиллюминационную пульсооптометрию.

**Ключевые слова:** ревматоидный артрит, остеоартроз, экспресс-диагностика, ультразвуковое исследование, трансиллюминационная пульсооптометрия, коленный сустав

**Для цитирования:** Сигал З. М., Сурнина О. В., Брындин В. В. Экспресс-диагностика ревматоидного артрита и остеоартроза // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 3. С. 330–344. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201703.330-344



## Express-diagnostics of rheumatoid arthritis and osteoarthritis

Z. M. Sigal<sup>a\*</sup>, O. V. Surnina<sup>b</sup>, V. V. Bryndin<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Izhevsk State Medical Academy (Izhevsk, Russia)*

<sup>b</sup>*Udmurt Republican Clinical and Diagnostic Center (Izhevsk, Russia)*

\*sigalzm@yandex.ru

**Introduction.** Diseases of bones and joints have the third greatest impact on the health of the world population. Rheumatoid arthritis and osteoarthritis are uppermost inflammatory diseases of the joints. The aim of the study is the assessment of the ultrasonography and transillumination pulsooptometry of the knee joint as the diagnostic tools for rheumatoid arthritis and osteoarthritis.

**Materials and Methods.** 2 266 people (29 % – rheumatoid arthritis, 62 % – osteoarthritis, 9 % – healthy), aged 19–75 years took part in the study. The ultrasonography and transillumination pulsooptometry were conducted. Measurements of hemodynamics and optical density were performed using the device and method of Z. M. Sigal (2007).

**Results.** Various indicators were established, for example, the volume of synovial fluid in the suprapatellar bag for rheumatoid arthritis and osteoarthritis. Optical density for rheumatoid arthritis is three times less than for osteoarthritis. There are significant differences in the amplitude of pulse oscillations in rheumatoid arthritis and osteoarthritis.

**Discussion and Conclusions.** The volume of synovial fluid in the suprapatellar bag of the knee joint with rheumatoid arthritis is higher than in osteoarthritis and normal: 55.8 cm<sup>3</sup> and above and 3.29 cm<sup>3</sup>, 1.85 cm<sup>3</sup> and below, respectively. With osteoarthritis and normal amount of synovial fluid did not differ significantly. The optical density in the suprapatellar bag of the knee joint for rheumatoid arthritis was 0.56 ± 0.2, the amplitude of pulse oscillations was 13.45 ± 3.62 mm. In osteoarthritis, these values were 1.63 ± 0.39 and 7.67 ± 1.62, respectively. These indicators are practically important for differential diagnostics of diseases; they indicate the presence or absence of fluid, inflammation and visualize bags. The rapid diagnostic method for rheumatoid arthritis and osteoarthritis developed by the authors includes ultrasonography of the suprapatellar bag and transillumination pulsooptometry.

**Keywords:** rheumatoid arthritis, osteoarthritis, expresses diagnostics, ultrasonography, transillumination pulsooptometry, knee joint

**For citation:** Sigal Z. M., Surnina O. V., Bryndin V. V. Express-diagnostics of rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2017; 27(3):330–344. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201703.330-344

### Введение

Заболевания костей и суставов занимают 3-е место в мире среди всех классов болезней. Наиболее распространенными среди воспалительных заболеваний суставов являются ревматоидный артрит (РА) и остеоартроз (ОА). РА представляет собой хроническое системное аутоиммунное заболевание, характеризующееся воспалительно-деструктивным поражением суставов и внесуставными проявлениями с во-

влечением в патологический процесс различных органов и систем [1]. Данное заболевание встречается во всех странах и среди всех народов мира приблизительно у 0,5–1,0 % от общей численности населения; в Российской Федерации им страдает около 0,6 % населения. По данным ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В. А. Насоновой», средний возраст начала болезни – 47–49 лет; при этом женщины заболева-

ют в 3 раза чаще, чем мужчины<sup>1</sup> [2]. Ежегодная частота возникновения новых случаев РА составляет ~ 0,02 %. С 2000 по 2010 гг. отмечен рост заболеваемости на 4,5 %.

ОА – хроническое прогрессирующее заболевание суставов, результат сложного комплекса дегенеративных и репаративных процессов с локализацией в хряще и субхондральной кости в сочетании с синовиальным воспалением [3–4]. На долю ОА приходится 60–70 % ревматических больных, и с возрастом частота заболеваемости увеличивается. Так, среди лиц старше 50 лет ОА встречается в 27 % случаев, а в возрасте старше 60 лет – в 97 %. Женщины болевают в 2 раза чаще, чем мужчины [5]. Согласно одному из последних крупных исследований, посвященных эпидемиологии ОА в Европе, распространенность ОА коленного сустава по рентгенологическим данным составила 14 100/100 тыс. у мужчин и 22 800/100 тыс. у женщин старше 45 лет [6].

Медикаментозное лечение ОА и РА направлено на уменьшение боли и воспаления сустава и длительный прием препаратов, улучшающих состояние хрящевой ткани. Важно проводить диагностику на ранних этапах, поскольку в этом случае лечение будет более эффективным [7–8]. В настоящее время используется большое количество методов диагностики заболеваний суставов: магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, артроскопия, артроцентез (пункция сустава), радионуклеидные методы, ультразвуковое исследование, денситометрия. Эталонном инструментального обследования больных ОА и РА является рентгенография. Одна-

ко данный метод имеет ряд недостатков: лучевая нагрузка, невозможность проведения частых исследований. Магнитно-резонансная томография, в свою очередь, имеет большое количество противопоказаний: наличие электронных и металлических имплантов, кардиостимуляторов и т. д. К минусам компьютерной томографии относится лучевая нагрузка. Недостатками артроцентеза являются инвазивность, возможность обсеменения раны, возникшей после исследования, и развитие гнойного воспаления<sup>2</sup> [9–10]. Известен также способ дифференциальной диагностики с помощью ультразвукового исследования, его можно использовать в качестве экспресс-метода<sup>2</sup> [10]. В настоящее время недостаточно внимания уделяется гемодинамической пульсооптометрии [11].

#### Обзор литературы

Ведущее место среди воспалительных заболеваний суставов занимает РА – это аутоиммунное ревматическое заболевание неизвестной этиологии, характеризующееся хроническим эрозивным артритом (синовитом) и системным поражением внутренних органов<sup>1</sup>. РА относится к заболеваниям, рано приводящим к утрате трудоспособности и снижающим продолжительность жизни<sup>1</sup> [1–2]. По мере старения населения возрастает распространенность ОА, удельный вес которого в общей численности болезней костно-мышечной системы значителен по сравнению с воспалительными заболеваниями суставов [5]. По мнению многих авторов, ОА – это хроническое прогрессирующее дегенеративно-дистрофическое заболевание суставов, характеризующееся дегенерацией суставного хряща, изменениями субхондральной кости, развитием краевых

<sup>1</sup> Ревматоидный артрит : методич. пособие по мат-лам Всерос. конф. в рамках «12 октября – Всемирный день артрита» World Arthritic Day / Д. Е. Каратеев [и др.]. М., 2015. С. 55.

<sup>2</sup> Мак-Нелли Ю. Ультразвуковые исследования костно-мышечной системы : практич. руководство / Пер. с англ. А. Н. Хитровой ; под ред. Г. И. Назаренко, И. Б. Герасовой. М. : Видар-М, 2007. 400 с. URL: <http://www.booksmed.com/luchevaya-diagnostika/2972-ultrazvukovye-issledovaniya-kostno-myshechnoy-sistemy-maknelli-yudzhin.html>



остеофитов, а также явным или скрыто протекающим синовитом [3; 5]. ОА нередко, особенно при декомпенсации, сопровождается вторичным синовитом, поэтому в англоязычных странах используется также термин остеоартрит [3; 7–8].

Чаще всего встречается ОА коленного сустава – одного из крупных суставов организма, играющих важную роль в функциональном отношении. Несмотря на прочность данного сустава, из-за подвижности и динамических нагрузок он чаще других подвергается деструктивно-дистрофическим заболеваниям опорно-двигательной системы, в т. ч. ОА. Поздно диагностированные патологии коленного сустава с трудом поддаются лечению и приводят к длительной потере трудоспособности больных, а в некоторых случаях – инвалидизации [3; 5]. В медицинской практике используются комплекс клинико-инструментальных методов диагностики артритов, в том числе патологии коленного сустава. К ним относятся рентгенография, радиоизотопное исследование с помощью внутривенного введения меченного пирофосфата или технеция (сцинтиграфия), артроскопия, тепловизионное исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование<sup>1–2</sup> [2; 9].

Для постановки диагноза РА используют общепринятые диагностические критерии Американской коллегии ревматологов (ACR) 1987 г., которые включают комплекс клинико-лабораторных и рентгенологических проявлений данного заболевания<sup>1</sup> [1–2]. По

данным исследований В. J. Harrison<sup>3</sup>, критерии ACR подтверждают диагноз только при длительном варианте заболевания, которому сопутствуют необратимые изменения суставов и, в ряде случаев, внутренних органов. Это, в свою очередь, способствует снижению эффективности терапии и повышению ранней инвалидизации пациентов, поскольку назначение необходимых базисных препаратов было несвоевременным.

Для выявления случаев раннего РА Европейской лигой ревматологов (EULAR) были выделены критерии клинического подозрения [1]. Основными рентгенологическими признаками поражения суставов при РА являются околоуставной остеопороз, субхондральные кисты, сужение суставной щели, эрозии суставных поверхностей костей и анкилоз [1–2].

По мнению А. В. Смирнова<sup>4</sup>, данный метод исследования имеет ряд недостатков: лучевая нагрузка, высокая стоимость аппаратуры и расходного материала, невозможность проведения частых исследований для изучения адекватности терапии и динамики заболевания. Главный недостаток рентгенологического метода, по мнению А. К. Scheel и соавт.<sup>5</sup>, заключается в том, что он позволяет обнаружить характерные ранние изменения (околоуставной остеопороз, сужение суставных щелей, кистовидные просветления костной ткани) не ранее 3–6 мес. после дебюта заболевания. Поражения сухожильно-связочного аппарата данным методом не обнаруживаются; эрозивные изменения, достоверно под-

<sup>3</sup> Diagnostic evaluation of classification criteria for RA and reactive arthritis / В. J. Harrison [et al.] // Ann. Rheum. Dis. 2000. No. 59. P. 397–398. DOI: 10.1136/ard.59.5.397

<sup>4</sup> Смирнов А. В., Каратеев Д. Е. Стадии рентгенологических изменений в суставах при ревматоидном артрите // РМЖ. 2014. № 7. С. 551. URL: [https://www.rmj.ru/articles/revmatologiya/Stadii\\_rentgenologicheskikh\\_izmeneniy\\_v\\_sustavah\\_pri\\_revmatoidnom\\_artrite](https://www.rmj.ru/articles/revmatologiya/Stadii_rentgenologicheskikh_izmeneniy_v_sustavah_pri_revmatoidnom_artrite)

<sup>5</sup> Prospective 7 year follow up imaging study comparing radiography, ultrasonography, and magnetic resonance imaging in rheumatoid arthritis finger joints / А. К. Scheel [et al.] // Ann. Rheum. Dis. 2006. No. 65. P. 595–600. DOI: 10.1136/ard.2005.041814

тверждающие заболевание, – не ранее чем через 12–18 мес.<sup>1</sup> [3; 12].

Известен способ диагностики синовита тазобедренного и коленного суставов путем определения количества жидкости в них. Он заключается в обследовании пациента на магнитно-резонансном томографе, вычислении оптической плотности по определенным формулам и последующей диагностике синовита по полученным показателям<sup>6</sup>.

Недостатком данного способа являются длительность и сложность расчета объема синовиальной жидкости и оптической плотности, а также недостаточная доступность исследования при помощи магнитно-резонансного томографа, в т. ч. вследствие его стоимости. Кроме того, имеется ряд противопоказаний, например, наличие больших металлических имплантов, электрокардиостимулятора, первый триместр беременности. К недостаткам магнитно-резонансной томографии также относится длительность процедуры в сравнении с ультразвуковым исследованием, и, кроме того, невозможность пронаблюдать клиническую картину заболевания в реальном времени [1].

Значительный прогресс наметился с началом использования в артрологии и, прежде всего, диагностике ревматоидного артрита эхографии, поскольку данный метод позволяет идентифицировать тонкие изменения в тканях<sup>1–2</sup> [4; 10–11]. Известен также способ оценки активности РА коленных суставов, заключающийся в ультразвуковом исследовании и оценке синовиального выпота и пролиферации синовиальной оболочки<sup>7</sup>.

Для верификации полученных результатов ультразвукового исследования выполняют лабораторный анализ синовиального выпота, полученного при внутрисуставной пункции суставов, – определяют цвет, мутность, плотность пунктата, а также лейкоцитарную формулу и содержание белка<sup>8</sup>.

Во всех ведущих зарубежных клиниках ревматологического профиля ультразвуковое исследование является обязательным при диагностике суставной патологии<sup>2</sup> [10]. Этот метод все более широко используется в ревматологической практике, особенно при оценке состояния сухожилий, тканей, окружающих суставы, и суставных поверхностей костей<sup>2</sup> [1].

Высокая разрешающая способность современных ультразвуковых аппаратов, неинвазивность метода, отсутствие лучевой нагрузки, моментальное получение информации, возможность исследования в реальном времени, а главное, отсутствие каких-либо противопоказаний к исследованию создали предпосылки для широкого применения ультрасонографии практически в любой области медицины. Имеется большое количество работ, посвященных сравнительному анализу магнитно-резонансной томографии, компьютерной томографии, ультразвукового исследования и рентгенологического исследования в диагностике артритов. В большинстве работ отмечается превосходство магнитно-резонансной томографии и ультрасонографии над рентгенологическим исследованием суставов в обнаружении эрозий (более чем в 2 раза). Причем в отдельных исследованиях ультразвуковой метод

<sup>6</sup> Патент 2305489 (РФ). Способ диагностики синовита тазобедренного и коленного суставов с определением количества жидкости в них / И. Р. Кузина, Ж. В. Пикельгаупт, Р. В. Алейников. Оpubл. 2007, Бюл. № 25.

<sup>7</sup> Патент 2222259 (РФ). Способ оценки активности ревматоидного артрита коленных суставов / В. Д. Завадовская, Т. Б. Перова, А. В. Ходашинская, Э. В. Сапрыкина. Оpubл. 2004, Бюл. № 3.

<sup>8</sup> Болезни суставов : руководство для врачей / Под ред. В. И. Мазурова. СПб. : СпецЛит, 2008. 397 с. URL: <http://www.booksmed.com/revmatologiya/2402-bolezni-sustavov-mazurov.html>



демонстрирует более высокую чувствительность, чем магнитно-резонансная томография, поскольку выявляет большее количество эрозий и синовитов. В настоящее время ультразвуковое исследование часто используется в ревматологии для мониторинга эффективности терапии [1; 3].

Рентгенологическая характеристика анатомических изменений при ОА коленного сустава не потеряла своего значения объективного метода диагностики, несмотря на развитие современных методов визуализации [3; 5]. Оценка геометрии суставных отделов в клинике затруднена из-за структурной вариабельности строения и особенностей диапазона движений в суставе. Нарушения анатомической формы коленного сустава с разнообразными аномалиями строения приводят к необходимости изучения вариантов их этиопатогенеза, поскольку возникает дисбаланс внутрисуставных сил, обеспечивающих функцию [5]. Следует отметить нередкое отсутствие параллелизма между выраженностью рентгенологической картины и клиническими проявлениями заболевания [4]. На ранних стадиях дегенеративных поражений суставов, когда изменения в костной ткани еще незначительны, ценность рентгенологического обследования снижается.

В настоящее время, по мнению многих авторов, диагностика ОА возможна на ранней дорентгенологической стадии благодаря современным техническим возможностям и развитию новых методов обследования больных<sup>8-9</sup>. Например, артроскопическая диагностика является одной из самых информативных. Точность данной методики при исследовании коленного

сустава достигает 90–100 %, но она имеет некоторые недостатки: инвазивность метода и дороговизну оборудования<sup>10</sup>.

Обнаружение дегенеративных изменений во время артроскопии коленного сустава не отождествляется с гонартрозом. Окончательно не изучена судьба выявленных во время данного исследования повреждений суставного хряща, не всегда они претерпевают изменения и приводят к проявлению заболевания ОА коленного сустава. Ряд авторов расценивают костно-хрящевые повреждения до 10 мм и более в нагружаемой зоне мыщелков бедренной и большеберцовой костей как преартроз [8; 13]. Еще один из методов – скintiграфия – позволяет оценить метаболическую активность периартикулярной костной ткани. Данный метод считается высокочувствительным на ранних стадиях изменения хряща [14].

Однако несмотря на технический прогресс и внедрение в медицинскую практику современных методов диагностики, как уже было замечено, из-за большой доли безболевого развития заболевания диагноз ОА часто ставится на поздних стадиях [15]. Исследователи продолжают поиск маркеров для выявления лиц с высокой степенью риска возникновения гонартроза, определения прогрессирования и прогноза заболевания, оценки эффективности лечения [16]. Например, при исследовании синовиальной жидкости был установлен основной маркер артроза – веретенообразные структуры в ее промежуточной зоне. О деструкции костно-хрящевой ткани сустава и накоплении продуктов деградации свидетельствуют повышение содержания фосфора и кальция в дегидратиро-

<sup>9</sup> Коваленко В. Н., Борткевич О. П. Остеоартроз : практич. руководство. Киев : Морион, 2005. 592 с. URL: [http://kingmed.info/knigi/Revmatologiya/book\\_2218/Osteoartroz\\_Prakticheskoe\\_rukovodstvo-Kovalenko\\_VN\\_Bortkevich\\_OP-2003-djvu](http://kingmed.info/knigi/Revmatologiya/book_2218/Osteoartroz_Prakticheskoe_rukovodstvo-Kovalenko_VN_Bortkevich_OP-2003-djvu)

<sup>10</sup> Орлянский В., Головаха М. Руководство по артроскопии коленного сустава. Днепропетровск : Пороги, 2007. 152 с. URL: <http://www.booksmed.com/travmatologiya/2897-rukovodstvo-po-artroskopii-kolennogo-sustava-orlyanskiy.html>

ванной синовиальной жидкости у больных артрозом [17]. В связи с вышеперечисленным необходим поиск новых методов своевременной достоверной диагностики заболеваний суставов.

### Материалы и методы

В исследовании приняли участие 2266 чел. в возрасте 19–75 лет. Пациенты были разделены на 3 группы: 29 % – больные артритом, 62 % – остеоартрозом, 9 % – группа сравнения. Дифференциальный диагноз верифицировался по биохимическим показателям крови, рентгенографии, ультразвуковому исследованию, магнитно-резонансной томографии, компьютерной томографии, артроцентезу и клиническим данным. Исследование коленных суставов проводилось на ультразвуковых сканерах датчиком линейного сканирования 7,5 МГц. Использование ультразвукового исследования позволило оценить состояние синовиальных сумок коленного сустава и количество синовиальной жидкости в них.

Пульсооптометрия для регистрации параметров гемодинамики и оптиче-

ской плотности проводилась с помощью устройства и метода З. М. Сигала [11]. Щуп состоит из двух светодиодов АЛ107В и фотодатчика ФКД-155, размещенных в герметичном цилиндрическом корпусе. В данном устройстве используется излучение, определяющее полезный сигнал и функционирующее в широком диапазоне спектральных и силовых характеристик. Продолжительность одномоментной регистрации функциональных показателей колебалась от 10 до 30 с. Во время исследования была определена оптическая плотность и пульсовые характеристики (АПО – амплитуда пульсовых осцилляций) у пациентов с патологией коленного сустава. Пульсооптометрия проводилась с помощью наложения оптопары на исследуемую область с одновременной задержкой дыхания пациента. Статистическая обработка данных была осуществлена с использованием пакета программ MS Excel (2010). Оценку различий между выборками проводили с использованием t-критерия Стьюдента, различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

Т а б л и ц а 1

Table 1

### Сравнительная характеристика количества синовиальной жидкости (мл) в супрапателлярной сумке в группе сравнения (1), при РА (2) и ОА (3)

#### Comparative characteristics of the volume of synovial (ml) fluid in the suprapatellar bag in the comparison group (1), in rheumatoid arthritis and (2) osteoarthritis (3)

Группа / Group	$X \pm dx$ $y \pm dy$	$Sx$ $Sy$	Эффект сравнения $\Delta \pm d\Delta$ ; $S\Delta$ / Comparison effect $\Delta \pm d\Delta$ ; $S\Delta$	t p
1 2	$3,29 \pm 4,90$ $55,81 \pm 12,80$	1,16 0,05	$-52,51 \pm 13,64$ 3,21	-16,26 < 0,05
1 3	$3,29 \pm 4,90$ $1,85 \pm 1,86$	1,16 0,44	$1,44 \pm 4,96$ 1,17	1,17 > 0,05
2 3	$55,81 \pm 12,80$ $1,85 \pm 1,86$	0,05 0,44	$53,95 \pm 13,30$ 3,13	17,70 < 0,05

Примечание:  $X \pm dx$ ,  $y \pm dy$  – среднее значение;  $Sx$ ,  $Sy$  – стандартная ошибка;  $\Delta \pm d\Delta$  – нижние и верхние доверительные границы;  $S\Delta$  – среднеквадратическое отклонение; t – достоверность; p – уровень значимости (вероятность ошибки);  $t < 2 \rightarrow p > 0,05$  – различия статистически не значимы;  $t > 2 \rightarrow p < 0,05$  – различия статистически значимы / Note: 1 – normal; 2 – rheumatoid arthritis; 3 – osteoarthritis;  $X \pm dx$ ,  $y \pm dy$  – standard deviation;  $Sx$ ,  $Sy$  – standart error;  $\Delta \pm d\Delta$  – top and bottom confidence limits;  $S\Delta$  – meansquared deviation; t – reliability; p – error probability;  $t < 2 \rightarrow p > 0,05$  – the difference are not statistically significant;  $t > 2 \rightarrow p < 0,05$  – the difference are statistically significant



### Результаты исследования

Для экспресс-диагностики РА и ОА в данном исследовании проводилась эхография супрапателлярной сумки колленного сустава как наибольшей топографической области, как для накопления синовиальной жидкости, так и для возможности ультразвуковой эхолокации. Согласно полученным данным, количество синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке при РА в 30,2 раза больше, чем при ОА (табл. 1).

Исследование оптической плотности параартикулярных областей

также проводили в супрапателлярной сумке после ее визуализации при ультразвуковом исследовании. В проекции нахождения жидкости по данным УЗИ накладывали оптопару пульсооптометра на кожные покровы параартикулярных областей для получения значений оптической плотности параартикулярных тканей колленного сустава у здоровых пациентов, у пациентов с РА и ОА. Было выявлено, что при РА оптическая плотность в 2,7 раза меньше, чем в группе сравнения (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

#### Сравнительная характеристика оптической плотности в супрапателлярной сумке в группе сравнения (1), при РА (2) и ОА (3)

#### Comparative characteristics of optical density in the suprapatellar bag in the comparison group (1), in rheumatoid arthritis (2) and osteoarthritis (3)

Группа / Group	$X \pm dx$ $y \pm dy$	$Sx$ $Sy$	Эффект сравнения $\Delta \pm d\Delta$ ; $S\Delta$ / Comparison effect $\Delta \pm d\Delta$ ; $S\Delta$	t p
1 2	$1,51 \pm 0,5$ $0,56 \pm 0,20$	0,41 0,05	$0,94 \pm 1,80$ 0,42	2,27 < 0,05
1 3	$1,51 \pm 0,5$ $1,63 \pm 0,39$	0,41 0,09	$-0,13 \pm 1,79$ 0,42	-0,30 > 0,05
2 3	$0,56 \pm 0,20$ $1,63 \pm 0,39$	0,05 0,09	$-1,07 \pm 0,37$ 0,09	-10,29 < 0,05

Примечание:  $X \pm dx$ ,  $y \pm dy$  – среднее значение;  $Sx$ ,  $Sy$  – стандартная ошибка;  $\Delta \pm d\Delta$  – нижние и верхние доверительные границы;  $S\Delta$  – среднее квадратическое отклонение; t – достоверность; p – уровень значимости (вероятность ошибки);  $t < 2 \rightarrow p > 0,05$  – различия статистически не значимы;  $t > 2 \rightarrow p < 0,05$  – различия статистически значимы / Note: 1 – normal; 2 – rheumatoid arthritis; 3 – osteoarthritis;  $X \pm dx$ ,  $y \pm dy$  – standard deviation;  $Sx$ ,  $Sy$  – standard error;  $\Delta \pm d\Delta$  – top and bottom confidence limits;  $S\Delta$  – mean squared deviation; t – reliability; p – error probability;  $t < 2 \rightarrow p > 0,05$  – the difference are not statistically significant;  $t > 2 \rightarrow p < 0,05$  – the difference are statistically significant

Кроме этого, при РА АПО в 15,8 раз превысил аналогичный показатель в группе сравнения, а при ОА – в 9,02 раз. Другими словами, АПО при РА больше в 1,75 раз, чем при ОА (табл. 3).

#### Клинический пример 1

Пациентка С., 43 года. Основные жалобы: утренняя скованность в движениях, боль в коленном суставе, усиливающаяся при ходьбе.

Эхография: неравномерное истончение гиалиновых хрящей, толщина хряща

1 мм, изменение структуры менисков, количество синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке  $3,8 \text{ см}^3$  (рис. 1).

Пульсография: оптическая плотность 2,0, амплитуда пульсовых осцилляций 7,0 мм (рис. 2).

Общий анализ крови: лейкоциты –  $7 \times 10^9/\text{л}$ ., СОЭ – 6 мм/ч. Биохимический анализ крови: ревматоидный фактор – отрицательный, СРБ – отрицательный, сиаловые кислоты –  $3,1 \text{ ммоль/л}$ , фибриноген – 6 г/л.

Рентгенологическое исследование: на 2-х проекциях сужение суставных щелей с медиальных сторон, краевые остеофиты, заострение бугорков межмышцелковых возвышений, остеофиты надколенников.

Магнитно-резонансная томография: незначительное сужение суставной щели, краевые остеофиты, периостальные выростов нет.

Компьютерная томография: сужение суставной щели, краевые остеофиты.

Артроцентез: выпот светлый, слабомутистый, вязкость средняя, муциновый сгусток рыхлый, лейкоциты –  $2,1 \times 10^6$ /л, белок – 13 г/л, уоновые кислоты – 5,74 ммоль/л, циркулирующие иммунные комплексы – 0 ед.

Подтвержден диагноз: остеоартроз с поражением крупных и мелких суставов нижней конечности; двусторонний гонартроз II степени, ОА коленных суставов III степени, с выраженным болевым синдромом, нарушением опорно-двигательной функции.

Таблица 3

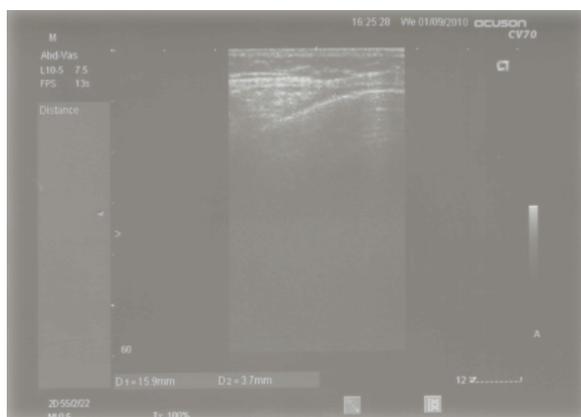
Table 3

**Сравнительная характеристика АПО (мм) в супрапателлярной сумке в группе сравнения (1), при РА (2) и ОА (3)**

**Comparative characteristics of the amplitude of pulseoscillations in the suprapatellar bag in the comparison group (1), in rheumatoid arthritis (2) and osteoarthritis (3)**

Группа	$X \pm dx$ $y \pm dy$	$Sx$ $Sy$	Эффект сравнения $\Delta \pm d\Delta$ ; $S\Delta$ / effectcomparison $\Delta \pm d\Delta$ ; $S\Delta$	t p
1 2	$0,85 \pm 0,69$ $13,45 \pm 3,62$	$0,16$ $0,85$	$-12,61 \pm 3,59$ $0,85$	$-14,51$ $< 0,05$
1 3	$0,85 \pm 0,69$ $7,67 \pm 1,62$	$0,16$ $0,80$	$-58,82 \pm 18,67$ $4,40$	$-67,70$ $< 0,05$

Примечание:  $X \pm dx$ ,  $y \pm dy$  – среднее значение;  $Sx$ ,  $Sy$  – стандартная ошибка;  $\Delta \pm d\Delta$  – нижние и верхние доверительные границы;  $S\Delta$  – среднеквадратическое отклонение; t – достоверность; p – уровень значимости (вероятность ошибки);  $t < 2 \rightarrow p > 0,05$  – различия статистически не значимы;  $t > 2 \rightarrow p < 0,05$  – различия статистически значимы / Note: 1 – normal; 2 – rheumatoid arthritis; 3 – osteoarthritis;  $X \pm dx$ ,  $y \pm dy$  – standard deviation;  $Sx$ ,  $Sy$  – standart error;  $\Delta \pm d\Delta$  – top and bottom confidence limits;  $S\Delta$  – meansquared eviation; t – reliability; p – error probability;  $t < 2 \rightarrow p > 0,05$  – the difference are not statistically significant;  $t > 2 \rightarrow p < 0,05$  – the difference are statistically significant



Р и с. 1. Эхография супрапателлярной сумки коленного сустава при ОА; объем синовиальной жидкости – 3,8 см<sup>3</sup>

F i g. 1. Ultrasonography in the suprapatellar bursae of knee joint with osteoarthritis; synovial fluid volume with osteoarthritis – 3,8 sm<sup>3</sup>



Р и с. 2. Пульсография коленного сустава при ОА; АПО – 7 мм, оптическая плотность – 2,0

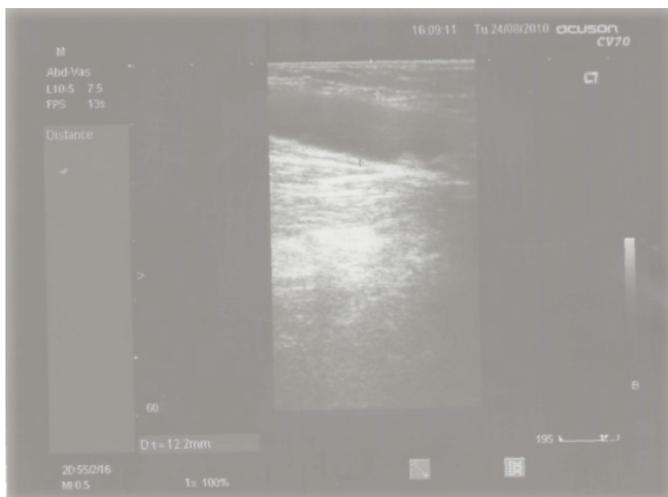
F i g. 2. Pulsography of the knee joint with osteoarthritis; APO – 7 mm, optical density – 2,0

### Клинический пример 2

Пациент М., 41 год. Основные жалобы: утренняя скованность в движениях, боль в коленном суставе, усиливающиеся при движении, припухлость и повышение температуры в области коленного сустава.

Эхография: утолщение синовиальной оболочки, увеличенное количество синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке – 65,3 см<sup>3</sup> (рис. 3).

Пульсография: оптическая плотность – 0,3, амплитуда пульсовых осцилляций – 16,0 мм (рис. 4).



Р и с. 3. Эхография супрапателлярной сумки коленного сустава при РА; объем синовиальной жидкости – 65,3 см<sup>3</sup>

F i g. 3. Ultrasonography in the suprapatellar bursae of the knee joint with rheumatoid arthritis; synovial fluid volume – 65,3 см<sup>3</sup>

Общий анализ крови: лейкоциты – 12x10<sup>9</sup> /л, СОЭ – 42 мм/час.

Биохимический анализ крови: антистрептолизин – 450 мг/мл, ревматоидный фактор – положительный (263 мг/мл), СРБ – положительный, сиаловые кислоты – 35 ммоль/л, фибриноген – 37 г/л.

Therapy

Магнитно-резонансная томография: сужение суставной щели, истончение хряща, утолщение синовиальной оболочки, синовит, отек костного мозга, множественные эрозии.

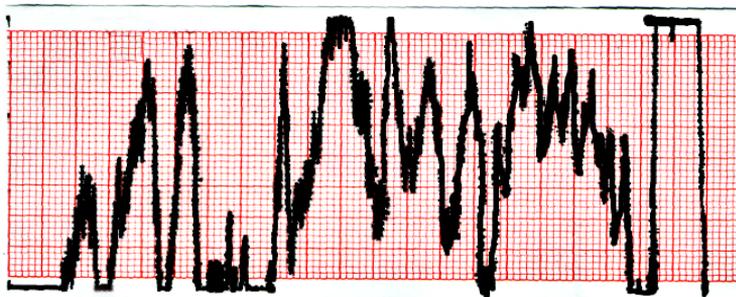
Компьютерная томография: сужение суставной щели, эрозии суставных поверхностей, утолщение синовиаль-

ной оболочки, околосуставной остеопороз.

Артроцентез: выпот светлый, слабо-мутный, вязкость средняя, муциновый сгусток рыхлый, лейкоциты –  $5,8 \times 10^6/\text{л}$ , белок – 32 г/л, цир-

кулирующие иммунные комплексы – 15 единиц, уროновые кислоты – 7,11 ммоль/л.

Подтвержден диагноз: РА (полиартрит) с системными проявлениями, быстро прогрессирующее течение.



Р и с. 4. Пульсография коленного сустава при РА; АПО – 16,0 мм, оптическая плотность – 0,3

F i g. 4. Pulsography of the knee joint with rheumatoid arthritis; APO – 16,0 mm, optical density – 0,3

### Обсуждение и заключения

Течение РА характеризуется значительным увеличением объема синовиальной жидкости во всех синовиальных сумках и заворотах коленного сустава с развитием бурситов. При этом пациент с данным заболеванием на фоне приема препаратов не ощущает болевого синдрома. Рекомендуется проводить исследование в супрапателлярной сумке, поскольку она лучше визуализируется при эхографии вследствие большого объема. В научной литературе не представлены цифровые значения в супрапателлярной сумке<sup>2</sup> [2; 10]. В настоящем исследовании представлены статистические значения с эхографическими данными, позволяющие судить о достоверности результатов.

Также известно об изменении оптической плотности ткани при наличии или отсутствии дополнительного субстрата в них, например, жидкости. При увеличении объема жидкости

и хлопьев в ней оптическая плотность уменьшается, а при уменьшении – увеличивается. Однако следует отметить, что эти данные были получены авторами на лабораторных животных<sup>11</sup>.

При проведении исследования у больных с РА из-за увеличения жидкости и находящихся хлопьев в этой жидкости было отмечено уменьшение оптической плотности параартикулярных тканей супрапателлярной сумки коленного сустава. При повышении плотности ткани в норме и при ОА оптическая плотность увеличивается. При РА оптическая плотность составила  $0,56 \pm 0,2$ ; АПО –  $13,45 \pm 3,62$  мм. При ОА –  $1,63 \pm 0,39$  и  $7,67 \pm 1,62$  мм соответственно. Данные показатели являются практически значимыми для дифференциальной диагностики заболеваний, свидетельствуют о наличии или отсутствии жидкости, воспаления и визуализации сумок.

Известно, что динамика проявлений ОА и РА тесно связана с изме-

<sup>11</sup> Долгов В. В., Ованесов Е. Н., Шегникович К. А. Фотометрия в лабораторной практике. М. : Кафедра КЛД. М., 2004. С. 142. URL: <http://www.technomedica.com/bib/1-Photo-Lab.pdf>



нением кровотока. При воспалении снижается чувствительность сосудов к действию вазоконстрикторных стимулов, в связи с чем увеличивается кровенаполнение пораженного органа, а также происходит склерозирование сосудистой стенки, поэтому по данным проведенным в данном исследовании АПО будет увеличена. Изменение гемодинамики другими общеизвестными методами не имеет достоверных количественных показателей<sup>11</sup> [10].

РА и ОА диагностируются при помощи различных общеклинических методов, однако ни один из них не позволяет достоверно и однозначно подтвердить данные диагноза. Лабораторные исследования, рентген, компьютерная томография, магниторезонансная томография и денситометрия не диагностируют патологию в полной мере; с помощью них можно увидеть только один из признаков, который может быть ложно-отрицательным или ложно-положительным.

В качестве экспресс-диагностики рекомендуется использовать ультразвуковой метод, поскольку он позволяет измерить количество синовиальной жидкости в синовиальных сумках, что является специфическим показателем при заболевании суставов. Количество синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке коленного сустава при РА превышает аналогичный показатель при ОА и в группе сравнения  $\geq 55,8 \text{ см}^3$  и  $3,29 \text{ см}^3$ ;  $\leq 1,85 \text{ см}^3$  соответственно. При ОА и в норме количество синовиальной жидкости достоверно не отличалось. Ни один из

существующих методов не изучает изменение гемодинамики и оптической плотности при РА и ОА. При развитии воспаления наиболее точными, по данным авторов, будут изменения именно этих функциональных показателей. Данные изменения дают возможность назначения своевременного лечения в зависимости от стадии процесса.

Разработанная в данном исследовании экспресс-диагностика РА и ОА имеет практическое значение для оценки эффективности медикаментозной коррекции лечения, физиотерапии и лечебной физкультуры. Для уточнения состояния сустава необходимо использовать более специфические показатели трансиллюминационной пульсооптометрии – АПО и оптическую плотность мягких тканей в области супрапателлярной сумки. Несомненным преимуществом заявленного метода является повышение точности диагностики за счет указания конкретных количественных показателей. В представленной работе не было получено ложно-положительных или ложно-отрицательных результатов, что говорит о высокой достоверности и специфичности полученных данных.

Таким образом, диагнозы с помощью предложенного метода, включающего ультразвуковое исследование и трансиллюминационную пульсооптометрию, были поставлены своевременно, на ранних этапах развития заболеваний. К достоинствам метода относятся также неинвазивность и малотравматичность. Мы рекомендуем использовать данный метод как скрининговый.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бестаев Д. В., Каратеев Д. Е., Насонов Е. Л. Системные проявления ревматоидного артрита // Научно-практическая ревматология. 2013. Т. 1, № 51. С. 76–80. DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/1995-4484-2013-1206>
2. Сиротко О. В. Актуальные вопросы дифференциальной диагностики ревматоидного и реактивного артритов // Вестник ВГМУ. 2010. Т. 9, № 4. С. 75–84. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-differentsialnoy-diagnostiki-revmatoidnogo-i-reaktivnogo-artritov>

3. **Бадокин В. В.** Остеоартроз коленного сустава: клиника, диагностика, лечение // Современная ревматология. 2013. № 3. С. 70–75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteoartrroz-kolennogo-sustava-klinika-diagnostika-lechenie>
4. **Bedson J., Croft P. R.** The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature // BMC Musculoskelet Disord. 2008. № 9. P. 116. DOI: 10.1186/1471-2474-9-116
5. **Митрофанов В. А., Жадёнов И. И., Пучиньян Д. М.** Остеоартроз: факторы риска, патогенез и современная терапия // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т. 2, № 2. С. 23–30. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteoartrroz-factory-riska-patogenez-i-sovremennaya-terapiya>
6. **Bijlsma J. W. J.** EULAR Compendium on Rheumatic Disease // BMJ. 2009. P. 824.
7. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis / W. Zhang [et al.] // Part II : OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. Osteoarthritis Cartilage. 2008. Vol. 16, no. 2. P. 62–137. DOI: 10.1016/2007.12.013
8. **Brandt K. D., Dieppe P., Radin E. L.** Etiopatogenesis of osteoarthritis // Rheum. Dis. Clin. North. Am. 2008. Vol. 34, no. 3. P. 531–559. DOI: 10.1016/j.rdc
9. **Sellam J., Herrero-Beaumont G., Berenbaum G.** Osteoarthrosis: pathogenesis, clinical aspects and diagnosis // Arthritis Rheum. 2009. Vol. 60, no. 2. P. 33.
10. **Torp-Pedersen S. T., Terslev L.** Settings and artefacts relevant in colour/power Doppler ultrasound in rheumatology // Ann. Rheum. Dis. 2008. No. 67. P. 143–149. DOI: 10.1136/ard.2007.078451
11. **Сигал З. М., Сурнина О. В., Зонов Н. В.** Ультразвуковой и оптический мониторинг в прикладной анатомии и хирургии // Актуальные вопросы прикладной анатомии и хирургии : мат-лы XV Всерос. конф. с междунар. участием, 24 апреля 2007 г. СПб. : Изд-во СПбГМУ, 2007. С. 56–57.
12. Рекомендации Международного общества клинической денситометрии (последняя ревизия 2007 г.) и рекомендуемое применение в клинической и диагностической практике / Т. О. Чернова [и др.] // Медицинская Визуализация. 2008. № 6. С. 83–93. URL: [http://www.studmed.ru/chernova-to-dashchyanka-sazonova-ni-mylov-nm-rekomendacii-mezhdunarodnogo-obschestva-klinicheskoy-densitometrii-i-rekomenduемое-primenenie-v-klinicheskoy-i-diagnosticheskoy-praktike\\_1d8bc343836.html](http://www.studmed.ru/chernova-to-dashchyanka-sazonova-ni-mylov-nm-rekomendacii-mezhdunarodnogo-obschestva-klinicheskoy-densitometrii-i-rekomenduемое-primenenie-v-klinicheskoy-i-diagnosticheskoy-praktike_1d8bc343836.html)
13. Классификация и методы лечения хрящевых дефектов / С. П. Миронов [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии. 2008. № 3. С. 81–85. URL: <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=188518>
14. Treatment of a full-thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells / R. Kuroda [et al.] // Osteoarthritis Cartilage. 2007. № 15. P. 226–231. DOI: 10.1016/j.joca.2006.08.008
15. **Балабанова Р. М., Каптаева А. К.** Артродарин – новый препарат для патогенетической терапии остеоартроза // Научно-практическая ревматология. 2009. № 2. С. 49–53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/artrodarin-novyy-preparat-dlya-patogeneticheskoy-terapii-osteoartroza>
16. **Anastasiades T., Rees-Milton K.** Biochemical markers for osteoarthritis: from the present to the future and back to the past // J. Rheumatol. 2005. Vol. 32, no. 4. P. 578–579. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15801009>
17. Диагностика артроза по морфологической картине синовиальной жидкости / С. Н. Шатохина [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2010. № 2. С. 20–24. URL: <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=224072>

*Поступила 19.05.2017; принята к публикации 07.06.2017; опубликована онлайн 29.09.2017*

*Об авторах:*

**Сигал Золтан Мойшевич**, заведующий кафедрой топографической анатомии и оперативной хирургии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики (426034, Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, д. 281), доктор медицинских наук, профессор, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9823-868X>**, [sigalzm@yandex.ru](mailto:sigalzm@yandex.ru)

**Сурнина Ольга Владимировна**, доцент кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства Здраво-



охранения Удмуртской Республики (426034, Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, д. 281), заведующая отделением ультразвуковой диагностики БУЗ УР «Республиканский клинико-диагностический центр МЗ УР» (426000, Россия, г. Ижевск, ул. Ленина, д. 876), кандидат медицинских наук, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-95381808>**, [uzd-ur@mail.ru](mailto:uzd-ur@mail.ru)

**Брындин Владимир Викторович**, заведующий кафедры лечебной физкультуры и врачебного контроля, проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства Здравоохранения Удмуртской Республики (426034, Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, д. 281), кандидат медицинских наук, доцент, [ur@igma.udm.ru](mailto:ur@igma.udm.ru)

*Вклад соавторов:*

З. М. Сигал: научное руководство, определение замысла и методологии статьи, проведение пульсооптометрии; О. В. Сурнина: сбор литературных данных, определение замысла и методологии статьи, проведение ультразвукового исследования; В. В. Брындин: контроль над проведением исследований, критический анализ и доработка текста.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## REFERENCES

1. Bestaev D. V., Karateev D. Ye., Nasonov Ye. L. Systemic manifestations of rheumatoid arthritis. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2013; 1(51):76–80. DOI: 10.14412/1995-4484-2013-1206 (In Russ.)
2. Sirotko O. V. [Relevant issues of differential diagnosis of rheumatoid and reactive arthritis]. *Vestnik VGMU = Vitebsk State Medical University Bulletin*. 2010; 9(4):75–84. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-differentsialnoy-diagnostiki-revmatoidnogo-i-reaktivnogo-artritov> (In Russ.)
3. Badokin V. V. Knee osteoarthritis: Clinical presentation, diagnosis, treatment. *Sovremennaya revmatologiya = Modern Rheumatology*. 2013; 3:70–75. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteoartroz-kolennogo-sustava-klinika-diagnostika-lechenie> (In Russ.)
4. Bedson J., Croft P. R. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008; 9:116. DOI: 10.1186/1471-2474-9-116
5. Mitrofanov V. A., Zhadenov I. I., Puchinyan D. M. Osteoarthritis: Risk factors, pathogenesis and modern therapy. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2008; 2(2):23–30. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteoartroz-factory-riska-patogenezi-sovremennaya-terapiya> (In Russ.)
6. Bijlsma J. W. J. EULAR Compendium on Rheumatic Disease. *BMJ*. 2009. P. 824.
7. Zhang W., Moskowitz R. W., Nuki G., Abramson S., Altman R. D., Arden N., et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis. Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008; 16(2):62–137. DOI: 10.1016/j.jrtd.2007.12.013
8. Brandt K. D., Dieppe P., Radin E. L. Etiopatogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2008; 34(3):531–559. DOI: 10.1016/j.jrtd.2007.12.013
9. Sellam J., Herrero-Beaumont G., Berenbaum G. Osteoarthritis: pathogenesis, clinical aspects and diagnosis. *Arthritis Rheum*. 2009; 60(2):33.
10. Torp-Pedersen S. T., Terslev L. Settings and artefacts relevant in colour/power Doppler ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis*. 2008; 67:143–149. DOI: 10.1136/ard.2007.078451
11. Sigal Z. M., Surnina O. V., Zonov N. V. [Ultrasonic and optical monitoring in applied anatomy and surgery]. In: [Relevant problems of applied anatomy and surgery: Proceedings of the 25<sup>th</sup> Russian Conference, April 24, 2007]. St. Petersburg: SPbGMU Publ.; 2007; 56–57. (In Russ.)
12. Chernova T. O., Dashchyan K. A., Sazonova N. I., Mylov N. M. [Recommendations of the International Society for Clinical Densitometry (last revision of 2007) and recommended use in clinical and diagnostic practice]. *Meditsinskaya Vizualizatsiya = Medical Visualization*. 2008; 6:83–93. Available at: <http://>

[www.studmed.ru/chernova-to-dashchyan-ka-sazonova-ni-mylov-nm-rekomendacii-mezhdunarodnogo-obschestva-klinicheskoy-densitometrii-i-rekomenduemoe-primenenie-v-klinicheskoy-i-diagnosticheskoy-praktike\\_id8bc343836.html](http://www.studmed.ru/chernova-to-dashchyan-ka-sazonova-ni-mylov-nm-rekomendacii-mezhdunarodnogo-obschestva-klinicheskoy-densitometrii-i-rekomenduemoe-primenenie-v-klinicheskoy-i-diagnosticheskoy-praktike_id8bc343836.html) (In Russ.)

13. Mironov S. P., Orletskiy A. K., Karpov I. N., Omelyanenko N. P., Kurpyakov A. P., Kon E. [Classification and methods of treatment of cartilage defects]. *Vestnik travmatologii i ortopedii* = Traumatology and Orthopedics Bulletin. 2008; 3:81–85. Available at: <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=188518> (In Russ.)

14. Kuroda R., Ishida K., Matsumoto T., Akisue T., Fujioka H., Mizuno K., et al. Treatment of a full-thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007; 15:226–231. DOI: 10.1016/j.joca.2006.08.008

15. Balabanova R. M., Kaptaeva A. K. [Arthrodrarin as a new drug for pathogenetic therapy of osteoarthritis]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* = Scientific and Practical Rheumatology. 2009; 2:49–53. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/artrodrarin-novyy-preparat-dlya-patogeneticheskoy-terapii-osteoartroza> (In Russ.)

16. Anastasiades T., Rees-Milton K. Biochemical markers for osteoarthritis: from the present to the future and back to the past. *J Rheumatol*. 2005; 32(4):578–579. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15801009>

17. Shatokhina S. N., Zar V. V., Voloshin V. P., Shabalin V. N. [Diagnosis of arthrosis according to the morphological picture of the synovial fluid]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N. N. Priorova* = Priorov Traumatology and Orthopedics Bulletin. 2010; (2):20–24. Available at: <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=224072> (In Russ.)

*Submitted 19.05.2017; revised 07.06.2017; published online 29.09.2017*

*About the authors:*

**Zoltan M. Sigal**, Head of the Operative Surgery and Topographic Anatomy Chair, Izhevsk State Medical Academy (281 Kommunarov St., Izhevsk 426034, Russia), Dr.Sci. (Medicine), Professor, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9823-868X>**, [sigalzm@yandex.ru](mailto:sigalzm@yandex.ru)

**Olga V. Surnina**, Associated Professor of the Operative Surgery and Topographic Anatomy Chair, Izhevsk State Medical Academy (281 Kommunarov St., Izhevsk 426034, Russia); Ph.D., Head of Department of Ultrasound Diagnostic, Udmurt Republican Clinician and Diagnostic Center (87b Lenina St., Izhevsk 426000, Russia) (Medicine), **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-95381808>**, [uzd-ur@mail.ru](mailto:uzd-ur@mail.ru)

**Vladimir V. Bryndin**, Pro-Rector for Academic Affairs, Head of the Physical Therapy and Medical Monitoring chair, Izhevsk State Medical Academy (281 Kommunarov St., Izhevsk 426034, Russia), Ph.D. (Medicine), [ur@igma.udm.ru](mailto:ur@igma.udm.ru)

*Contribution of the co-authors:*

Z. M. Sigal managed the research project, developed a theoretical framework and methods of research, conducted research of transillumination pulsooptometry; O. V. Surnina reviewed relevant medical literature, developed a theoretical framework and methods of research, conducted ultrasonography; V. V. Bryndin critically reviewed and revised the draft, and controlled research in general.

*All authors have read and approved the final version of the manuscript.*