

## РАЗРАБОТКА ИНТРАОРГАННОГО ТРАНСИЛЛЮМИНАЦИОННОГО И УЛЬТРАЗВУКОВОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ

### DEVELOPMENT OF INTRAORGANIC TRANSLUMINATION AND ULTRASOUND MONITORING IN OSTEOARTROSE

**Z. Sigal  
O. Surnina**

*Summary.* With the use of medical ultrasound and transillumination pulsoptometric monitoring, the amplitude of pulse oscillations and the optical density of the soft tissues of the joint region of the suprapatellar sac, the bag of lateral and medial curvature of 1608 people (1405 people with osteoarthritis, 203 healthy people), aged 19 to 75 years were studied. With the help of new diagnostic methods, taking into account the locality of the process, creates the conditions for early prevention of pathological joint diseases and, as a consequence, reducing the frequency of their complications. In this case, the development of transillumination pulsoptometric and ultrasound monitoring may have applied clinical importance for identifying specific signs of pathology, determining the nature of morphological disorders, surgical tactics under the control of monitoring and developing new methods of treatment.

*Keywords:* osteoarthritis, transillumination, medical ultrasound.

**Сигал Золтан Мойшевич**

*Д.м.н., профессор, Ижевская государственная медицинская академия, г. Ижевск, Заслуженный деятель науки Республики Удмуртия и РФ*

**Сурнина Ольга Владимировна**

*К.м.н., врач ультразвуковой диагностики высшей квалификационной категории, БУЗ УР «Республиканский клинико-диагностический центр МЗ УР» (г. Ижевск), доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии Ижевской государственной медицинской академии (ИжГМА),*

*г. Ижевск*

*uzd-ur@mail.ru*

*Аннотация.* С использованием ультразвуковой диагностики и трансиллюминационного пульсооптометрического мониторинга была исследована амплитуда пульсовых осцилляций и оптическая плотность мягких тканей области сустава супрапателлярной сумки, сумки латерального и медиального заворота 1608 человек (1405 человек с остеоартрозом, 203 человека здоровые), в возрасте от 19 до 75 лет. С помощью новых способов диагностики, учитывающие локальность процесса, создает условия для раннего предупреждения патологических заболеваний суставов и, как следствие, снижения частоты их осложнений. При этом разработка трансиллюминационного пульсооптометрического и ультразвукового мониторинга может иметь прикладное клиническое значение для выявления специфических признаков патологии, определения характера морфологических нарушений, хирургической тактики под контролем мониторинга и разработки новых методов лечения.

*Ключевые слова:* остеоартроз, трансиллюминационный, ультразвуковой мониторинг.

### Введение

**О**стеоартроз (ОА) — это хроническое прогрессирующее дегенеративно-дистрофическое заболевание суставов, характеризующееся дегенерацией суставного хряща, изменениями субхондральной кости, развитием краевых остеофитов, а также явным или скрыто протекающим синовитом [1,2,3,4]. ОА нередко, особенно при декомпенсации, сопровождается вторичным синовитом, поэтому в англоязычных странах используется также термин остеоартрит [5,6]. Частота заболеваемости ОА значительно увеличивается с возрастом. Так, по данным зарубежных исследований в возрасте до 45 лет заболевание встречается у 3–5% людей, среди лиц 65 лет — у 50% и старше 75 лет — у 80% случаев. Женщины страдают в два раза чаще, чем мужчины [7,8]. В России заболеванню ОА подвержены от 10 до 12% населения. Прирост

ОА за 11 лет составил 57,1%. По прогнозам Peyron J.G. (1979), Felson D.T. (1988) распространенность ОА к 2020 году увеличится вдвое, частично за счет увеличения продолжительности жизни населения и нарастания частоты ожирения. Чаще всего встречается ОА коленного сустава. Коленный сустав является вторым по величине крупным суставом организма, играющим в функциональном отношении важную роль. Коленный сустав состоит из трех суставных поверхностей и имеет 17 синовиальных сумок, каждая из них продуцирует синовиальную жидкость, по количеству которой можно судить о состоянии сустава. Синовиоциты образуют поверхностный слой синовиальной сумки, а коллагеновые и эластические волокна придают ей прочность. Несмотря на прочность коленного сустава, из-за его подвижности и динамических нагрузок он занимает одно из лидирующих мест среди деструктивно-дистрофических заболеваний опорно-двигательного ап-

парата. В одном из последних крупных исследований, посвященных эпидемиологии ОА в Европе (Zoetermeer Community Survey), распространенность ОА коленного сустава по рентгенологическим данным составила 14100/100 тыс. у мужчин и 22800/100 тыс. у женщин старше 45 лет [9]. Диагностика остеоартроза в большинстве случаев, особенно в развернутой стадии заболевания, не представляет больших трудностей и основывается на клинико-рентгенологических проявлениях заболевания [10]. На сегодня для диагностики заболеваний суставов широко применяются различные методы исследования: рентгенография, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), артроскопия, сцинтиграфия и ультразвуковое исследование (УЗИ). Рентгенография пока остается золотым стандартом инструментального обследования больных ОА, однако данный метод исследования имеет ряд недостатков в диагностике поражений суставов, таких как: лучевая нагрузка, дорогая стоимость аппаратуры и расходного материала, невозможность проведения частых исследований для изучения адекватности терапии и динамики заболевания, не отражаются поражения сухожильно-связочного аппарата. Так же она не подходит для ранней диагностики, так как изменения проявляются не ранее 3–6 месяцев от дебюта заболевания, эрозивные же изменения, которые достоверно подтверждают заболевание можно обнаружить не ранее 12–18 месяцев от начала заболевания. Исследование при помощи МРТ менее доступно и дороже в сравнении с другими методами инструментальной диагностики и также для проведения диагностики имеется большое количество противопоказаний (наличие электронных и металлических имплантов, кардиостимуляторов и т.д.). Данная процедура исследования более длительна и, кроме того, оценка результатов проводится в отсроченном времени. Артроскопическая диагностика является одной из самых информативных. Точность этой методики при исследовании коленного сустава достигает 90–100%, но она имеет существенные недостатки. Во-первых, для проведения процедуры необходимо дорогостоящее оборудование и высококвалифицированные специалисты, прошедшие сертификацию в данной области, а во-вторых, метод инвазивный и может привести к многочисленным осложнениям после процедуры [11]. Сцинтиграфия позволяет оценить метаболическую активность периартикулярной костной ткани. Этот метод считается высокочувствительным на ранних стадиях изменений хряща [5]. Существует вероятность возникновения осложнений. Однако, несмотря на технический прогресс и внедрение в медицинскую практику современных методов диагностики, диагноз ОА из-за большой доли безболевого развития заболевания устанавливается часто на поздних стадиях [1]. Исследователи продолжают поиск маркеров для выявления лиц с высокой

степенью риска возникновения гонартроза, определения прогрессирования и прогноза заболевания, оценки эффективности лечения [12]. Например, установлен при исследовании синовиальной жидкости основной маркер артроза — веретенообразные структуры в промежуточной её зоне. О деструкции костно-хрящевой ткани сустава и накоплении продуктов деградации свидетельствуют повышение содержания фосфора и кальция в дегидратированной синовиальной жидкости у больных артрозом [9]. Применение УЗИ в артрологии относительно новое направление, но достаточно перспективное. Высокоразрешающее ультразвуковое исследование в режиме реального времени является эффективным диагностическим методом прижизненного морфологического изучения заболеваний коленного сустава [13,14]. УЗИ коленного сустава при различных патологиях обладает рядом несомненных достоинств. Метод неинвазивный (в отличие от артроскопии), доступен и экономичен (в сравнении с КТ и МРТ). Однако, исследования, сравнивающие ультразвуковую диагностику и рентгенографию, показали, что специфичность УЗИ является низкой и составляет от 39% до 61%. [15]. В связи с этим возникает потребность в разработке новых методов диагностирования и предупреждения патологии суставов.

**Целью работы** является разработка нового диагностического способа исследования коленного сустава, предотвращающего типичные осложнения при выборе эффективных хирургических методов лечения.

#### Материалы и методы исследования

Наблюдения проведены у 1608 человек (87% (1405 человек) — ОА, 13% (203 человека) — здоровые, в возрасте от 19 до 75 лет. 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 проводилась с помощью устройства и метода З.М. Сигала [16]. Щуп состоит из двух светодиодов АЛ 107В и фотодатчика ФКД-155, размещенных в герметичном цилиндрическом корпусе. Используется излучение, определяющее полезный сигнал и функционирующее в широком диапазоне спектральных и силовых характеристик. Продолжительность одномоментной регистрации функциональных показателей колебалась от 10 до 30 секунд. Во время исследования

Таблица 1. Сравнительная характеристика количества синовиальной жидкости (мл) в супрапателлярной сумке при ОА и в норме  
Comparative characteristics of the amount of synovial (ml) fluid in the suprapatellar bag for osteoarthritis.

	X±dx y±dy	Sx Sy	Эффект сравнения Δ±dΔ; SΔ/ effect comparison Δ±dΔ; SΔ	t p
1	3,29±4,90	1,16	1,44±4,96	1,17
2	1,85±1,86	0,44	1,17	> 0,05

Примечания: 1 — норма; 2 — остеоартроз; X±dx, y±dy — среднее значение; Sx, Sy — стандартная ошибка; Δ±dΔ — нижние и верхние доверительные границы; SΔ — среднеквадратическое отклонение; t — достоверность; p — уровень значимости (вероятность ошибки); t < 2 → p > 0,05 — различия статистически не значимы; t > 2 → p < 0,05 — различия статистически значимы/ Note: 1 — normal; 2 — osteoarthritis; X±dx, y±dy — standard deviation; Sx, Sy — standart error; Δ±dΔ — top and bottom confidence limits; SΔ — mean square deviation; t — reliability; p — error probability; t < 2 → p > 0,05 — the difference are not statistically significant; t > 2 → p < 0,05 — the difference are statistically significant.

Таблица 2. Сравнительная характеристика оптической плотности в супрапателлярной сумке при ОА и в норме  
Comparative characteristics of optical density in the suprapatellar bag for osteoarthritis.

	X±dx y±dy	Sx Sy	Эффект сравнения Δ±dΔ; SΔ/ effect comparison Δ±dΔ; SΔ	t p
1	1,51±0,5	0,41	-0,13±1,79	-0,30
2	1,63±0,39	0,09	0,42	> 0,05

Примечания: 1 — норма; 2 — остеоартроз; X±dx, y±dy — среднее значение; Sx, Sy — стандартная ошибка; Δ±dΔ — нижние и верхние доверительные границы; SΔ — среднеквадратическое отклонение; t — достоверность; p — уровень значимости (вероятность ошибки); t < 2 → p > 0,05 — различия статистически не значимы; t > 2 → p < 0,05 — различия статистически значимы/ Note: 1 — normal; 2 — osteoarthritis; X±dx, y±dy — standard deviation; Sx, Sy — standart error; Δ±dΔ — top and bottom confidence limits; SΔ — mean square deviation; t — reliability; p — error probability; t < 2 → p > 0,05 — the difference are not statistically significant; t > 2 → p < 0,05 — the difference are statistically significant.

Таблица 3. Сравнительная характеристика АПО (мм) в супрапателлярной сумке при ОА и в норме  
Comparative characteristics of the amplitude of pulse oscillations in the suprapatellar bag for osteoarthritis.

	X±dx y±dy	Sx Sy	Эффект сравнения Δ±dΔ; SΔ/ effect comparison Δ±dΔ; SΔ	t p
1	0,85±0,69	0,16	-58,82±18,67	-67,70
2	7,67±1,62	0,8	4,40	< 0,05

Примечания: 1 — норма; 2 — остеоартроз; X±dx, y±dy — среднее значение; Sx, Sy — стандартная ошибка; Δ±dΔ — нижние и верхние доверительные границы; SΔ — среднеквадратическое отклонение; t — достоверность; p — уровень значимости (вероятность ошибки); t < 2 → p > 0,05 — различия статистически не значимы; t > 2 → p < 0,05 — различия статистически значимы/ Note: 1 — normal; 2 — osteoarthritis; X±dx, y±dy — standard deviation; Sx, Sy — standart error; Δ±dΔ — top and bottom confidence limits; SΔ — mean square deviation; t — reliability; p — error probability; t < 2 → p > 0,05 — the difference are not statistically significant; t > 2 → p < 0,05 — the difference are statistically significant.

определяли оптическую плотность и пульсовые характеристики (АПО — амплитуда пульсовых осцилляций) у пациентов с патологией коленного сустава. Пульсооптометрию проводили с помощью наложения оптопары на исследуемую область с задержкой дыхания пациента. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel 2010. Оценку различий между выборками проводили с ис-

пользованием t-критерия Стьюдента, различия достоверны (p<0,05).

#### Результаты исследования

В норме синовиальной жидкости в супрапателлярной сумке составляет 3,29±4,90 мл, а при остеоартрозе — в 1,5–2 раза меньше (таб. 1).

При трансиллюминационном гемодинамическом мониторинге определяли оптическую плотность коленного сустава (табл. 2) и АПО (табл. 3) в норме и при остеоартрозе. Известно, что при патологии суставов изменяется качественный состав синовиальной жидкости, поэтому возможно изменяются показатели оптической плотности.

При ОА АПО в 9,02 раз больше чем в норме (таб. 3).

### Обсуждение и заключение

В результате исследований установлено уменьшение количества синовиальной жидкости в супрапателлярной области при остеоартрозе по сравнению с нормой, что может быть связано с дегенеративными изменениями в суставе, но данный показатель не является достоверным. Так же недостоверно отличались показатели оптической плотности в норме и при ОА из-за незначительного изменения объема синовиальной жидкости и отсутствия изменений со стороны состава синовиальной жидкости. При изучении гемодинамики сустава получены показатели АПО в супрапателлярной сумке в норме ( $0,85 \pm 0,69$  мм) и при ОА ( $7,67 \pm 1,62$  мм), имеющие достоверную разницу при сравнении. Так как при ОА в первую очередь происходят изменения в питании сустава по типу дегенеративных, то есть с изменением кровотока. Из-за отсутствия единого метода диагностики ОА возникает потребность в разработке новых методов диагностирования и предупреждения патологии, так как ОА приводит к значительному дискомфорту для человека, стойкому снижению трудоспособности, а при длительном течении процесса — к инвалидизации. Основными ультразвуковыми признаками ОА считаются: неравномерное истончение гиалиновых хрящей, наличие краевых остеофитов, сужение суставной щели. Такие диагностические сведения могут быть важными в предсказании результатов и эффективности лечения. Однако имеется большой недостаток при использовании данного метода — нет количественных характеристик, поэтому эхография является субъективной. В связи с этим возникает потребность в разработке новых методов диагностирования и предупреждения патологии суставов. Известно, что динамика проявлений ОА сустава тесно связана с изменением его кровотока и, как следствие, снижением жизнеспособности тканей. В настоящее время мало внимания уделяется гемодинамическому мониторингу, а также изменению оптической плотности околоуставных тканей при ОА. Оптический метод, учитывающий локальность процесса, создает условия для раннего предупреждения

патологических заболеваний суставов и, как следствие, снижения частоты их осложнений [8]. Ультразвуковая диагностика, в первую очередь, позволяет изучить топографическую анатомию или патотопографическую анатомию при появлении патологического процесса. Но именно с помощью более специфических функциональных методов, таких как трансиллюминационный пульсооптометрический мониторинг можно повысить чувствительность и достоверность метода ультразвуковой диагностики [8]. Мы считаем возможным включить ультразвуковое исследование мышц, сухожилий, суставов, сосудов и нервов в скрининговое исследование населения при проведении I этапа диспансеризации взрослого населения. Разработка мониторинга функциональных и морфологических изменений при различных заболеваниях может иметь значение для выявления специфических признаков патологии, оценки эффективности различных лекарственных препаратов, способов их введения и оптимальных дозировок, разработки новых методов лечения. Для уточнения состояния сустава необходимо использовать более специфические показатели, такие как показатели трансиллюминационной пульсооптометрии — амплитуда пульсовых осцилляций и оптическая плотность мягких тканей области сустава супрапателлярной сумки, сумки латерального и медиального заворота.

### Выводы

1. Ультразвуковой мониторинг дает возможность визуализировать мягкие ткани сустава, включая связки, сухожилия, соединительно-тканые элементы, жировую клетчатку, сосудисто-нервные пучки, проводить многократные повторные исследования. Высокоразрешающее ультразвуковое исследование в режиме реального времени является эффективным диагностическим методом прижизненно-го морфологического изучения заболеваний суставов.

2. Оптическая плотность околоуставного мягко-тканного компонента коленного сустава в проекции супрапателлярной сумки практически не отличается при остеоартрозе по сравнению с нормой. В отличие от АПО.

3. Установлены показатели АПО в супрапателлярной сумке коленного сустава в норме и при остеоартрозе  $0,85 \pm 0,69$  мм и  $7,67 \pm 1,62$  мм, соответственно. Эти показатели являются практически важными для своевременной, неинвазивной постановки диагноза остеоартроза и проведения эффективного лечения, в том числе хирургического.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Балабанова Р. М. Артродарин — новый препарат для патогенетической терапии остеоартроза / Р. М. Балабанова, А. К. Каптаева // Научно-практическая ревматология. — 2009. — № 2. — С. 49–53.
2. Болезни суставов: руководство для врачей / под ред. В. И. Мазуров. СПб.: СпецЛит, 2008. — 397 с.

3. Олюнин Ю. А. Остеоартроз суставов кистей и дифференциальная диагностика с воспалительными заболеваниями суставов и тактика лечения / Ю. А. Олюнин // Современная ревматология. — 2015. — № 4. — С. 77–82.
4. Бадокин В. В. Остеоартроз коленного сустава: клиника, диагностика, лечение / В. В. Бадокин // Современная ревматология. — 2013. — № 3. — С. 70–75.
5. Kuroda R. Treatment of a full — thickness articular cartilage defect in the femoral condyle of an athlete with autologous bone-marrow stromal cells / R. Kuroda, K. Ishida, T. Matsumoto et al // Osteoarthritis Cartilage. — 2007. — N15. — P. 226–231.
6. Hochberg M. The Multicentric Osteoarthritis interVention Study with Sysadoa (MOVES). MOVES Steering Committee / M. Hochberg, J. Martel-Pelletier, J. Monfort et al. // Osteoarthritis and Cartilage. — 2014 — N22 — P. 7–56. Doi: 10.1136/annrheumdis-2014-eular.4950.
7. Ревматология [Электронный ресурс] / под ред. Е. Л. Насонова, В. А. Насоновой — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010.
8. <http://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970416501.html>
9. Митрофанов В. А. Остеоартроз: факторы риска, патогенез и современная терапия / В. А. Митрофанов, И. И. Жадёнов, Д. М. Пучиньян // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2008. — 2(2). — С. 23–30.
10. EULAR Compendium on Rheumatic Disease. Ed. J.W.J. Bijlma. — 2009 BMJ. — 824 p.
11. Путилина М. В. Остеоартроз в практике невролога: старые-новые возможности. Consilium Medicum / М. В. Путилина // Неврология и ревматология. (Прил.). — 2016. — 01. — С. 66–68.
12. Орлянский В. Н. Руководство по артроскопии коленного сустава / В. Н. Орлянский, М. Л. Голохова. Днепропетровск: Пороги, 2007. — 152 с.
13. Anastassiades T. Biochemical markers for osteoarthritis: from the present to the future and back to the past / T. Anastassiades, K. Rees-Milton // J. Rheumatol. — 2005. — Vol. 32, N4. — P. 578–579.
14. Бакарджиева, А. Н. Лучевая диагностика заболеваний и повреждений коленного сустава до и после артроскопии: автореф. дис. / А. Н. Бакарджиева. — Обнинск, 2010.
15. Мак-Нелли, Ю. УЗИ костно-мышечной системы / Ю. Мак-Нелли. — М.: Видар-М, 2007. — 400 с.
16. Шатохина С. Н. Диагностика артроза по морфологической картине синовиальной жидкости / С. Н. Шатохина, В. В. Зар, В. П. Волошин и др. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. — 2010. — № 2. — С. 20–24.
17. Сигал, З. М. Ультразвуковой и оптический мониторинг в прикладной анатомии и хирургии / З. М. Сигал, О. В. Сурнина, Н. В. Зонов // Актуальные вопросы прикладной анатомии и хирургии. — СПб., 2007. — С. 4.

© Сигал Золтан Мойшевич, Сурнина Ольга Владимировна (uzd-ur@mail.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

