

С.В. Рябинин¹, Е.И. Пелешенко², Е.И. Рябинина², В.Г. Самодай²
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ В НОРМЕ И ПРИ ГОНАРТРОЗЕ

¹БУЗ ВО «Бобровская ЦРБ», Воронежская область;

²ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н.Бурденко Минздрава России

Резюме. Обобщены сведения о величинах физико-химических параметров синовиальной жидкости (СЖ) коленного сустава в норме и при гонартрозе, приведенные в различных источниках научно-медицинской литературы и полученные при выполнении собственных клинических исследований.

Ключевые слова: остеоартроз, гонартроз, синовиа, физико-химические свойства.

Актуальность. В настоящее время в научных кругах обсуждаются перспективы исследования синовиальной жидкости для применения в клинической практике. Основная научная задача таких исследований направлена на разработку искусственных лубрикантов на основе полимеров и биополимеров. Однако, некоторые авторы предполагают, что патогенетические процессы при остеоартрозе (ОА) сначала развиваются в синовиальной жидкости [1]. По мнению многих авторов [2, 3, 4, 5], правильная оценка физико-химических свойств синовиальной жидкости имеет большую диагностическую ценность, так как является своеобразным индикатором жизнедеятельности сустава, поскольку чутко реагирует изменением своего состава и свойств на любые внутрисуставные процессы и важна для принятия решений при терапевтическом лечении и восстановительной хирургии сустава. К сожалению, изучение параметров синовиальной жидкости в травматологической практике проводится относительно редко [6], а их трактовка при анализе эффективности лечения отсутствует вовсе. Проблема связана с отсутствием для многих показателей синовиальной жидкости референтных значений [7], обусловленных сложностями методического порядка. Получить СЖ здоровых коленных суставов очень сложно, из-за ее малого объема, большой вязкости и, самое главное, отсутствия показаний. В Таблице 1 приведены референтные значения ряда параметров состава СЖ коленных суставов по разным литературным источникам. При анализе показателей СЖ принимали во внимание сопоставимость результатов, полученных различными методами.

Стандартизация лабораторного анализа синовиальной жидкости включает определение физических параметров (цвет, прозрачность, осадок, вязкость), идентификацию кристаллов и подсчет синовиоцитограммы. Референтные значения по этим показателям для синовиальной жидкости приводятся в справочной литературе [8]. В норме СЖ светло-желтого цвета и прозрачная. Консистенция СЖ в нормальных условиях вязкая. Относительно высокая вязкость синовиальной жидкости (20,00 – 21,17 мПа·с) связана с присутствием специфического углерод-белкового соединения (протеогликана) – гиалуроновой кислоты (ГУК) и ее солей – гиалуронатов [8]. Вязкостные свойства СЖ зависят также от рН среды, концентрации белка и неорганических электролитов. Данные показатели определяют химические свойства СЖ и являются наиболее надежными и информативными [9].

Таблица 1.

Значения нормы для некоторых параметров синовиальной жидкости по данным опубликованных исследований

Показатели	Павлова В.Н. [10]	Базарный В.В. [11]	ЦИТО, 1999 [12]	Кирсанов А.И. [13]	Синяченко О.В. [3]	Матвеева Е.Л. и др. [14, 15]
рН	нет	нет	7,29-7,45	7,35 -7,45	≈ 7,5	7,35 – 7,45
Вязкость, мПа·с	нет	нет	нет	нет	≈ 20	21,17
Белок общий, г/л	20,0	10,0-20,0	20,0	нет	15,0	10,3 – 22,3
Альбумины, %	нет	65,0-75,0	72,0	нет	нет	54,82-71,62
α1 - глобулины	нет	нет	4,50 – 4,90	нет	нет	4,50 – 6,96
α2 - глобулины	нет	нет	3,20 – 3,80	нет	нет	2,04 – 7,56
β - глобулины	нет	нет	9,20 – 10,00	нет	нет	4,50 – 20,10
γ - глобулины	нет	нет	9,30 – 12,40	нет	нет	6,69 – 21,21
Гиалуроновая кислота, г/л	3,00	2,75-2,85	2,75 – 3,00	нет	нет	5,72- 6,54
Са ²⁺ , ммоль/л	нет	нет	нет	12,1	нет	1,89 (1,64; 2,31)
РО ₄ ³⁻ , ммоль/л	нет	нет	нет	20,9	нет	2,01 (1,59; 2,43)

Примечание: «нет» – сведения отсутствуют

Полученные результаты и их обсуждение. Результаты определения концентрации гиалуроновой кислоты в СЖ в норме носят противоречивый характер. Исходя из литературных данных, концентрация гиалуроновой кислоты в здоровом суставе составляет 2,45- 3,97 г/л [16, 17], 2,75-3,00 г/л [12] и 6,13±0,41 г/л [18]. Нормальный показатель рН синовиальной жидкости находится в пределах 7,29–7,45 [12, 19, 20]. Содержание общего белка в СЖ в норме составляет от 10 до 20 г/л [15] и даже 30 г/л [20]. Кроме того, в связи с исследованием различных сторон патогенеза дегенеративно-дистрофических изменений суставов в последние годы был достаточно надежно определен состав белковых фракций и электролитного состава СЖ человека в норме. Состав белка представлен в основном альбумином, в меньшей степени глобулином. Соотношение альбуминов к глобулинам у здорового человека составляет 2,5 – 4,0 [16]. Электролитный состав синовиальной жидкости характеризуется в большей степени содержанием ионов кальция и фосфат-ионов [9]. Наиболее информативными показателями являются содержание фосфат-ионов и соотношение Са²⁺/ РО₄³⁻ [9]. В норме данные параметры находятся в интервалах: Са²⁺ – 1,64 - 2,31 ммоль/л, РО₄³⁻ – 1,19 - 2,50 ммоль/л [21, 15]. Следует отметить, что состав электролитов и белковой фракции СЖ коленного сустава человека в норме не зависит от пола и возраста [22].

Анализ литературных данных клинических исследований остеоартрозных изменений в СЖ представленный в Таблице 2, выявил, что в синовиальной жидкости больных остеоартрозом не отмечено изменения рН среды, но наблюдается повышение концентрация общего белка [21].

Таблица 2.

Показатели синовиальной жидкости у пациентов с гонартрозом в разных стадиях (на основании литературных данных)

Показатель	Норма	Остеоартроз (по данным литературы)			Собственные исследования
		не указана стадия	I-II стадия	III стадия	I-II стадия
pH	7,5 [3] 7,35 – 7,45 [9]	7,35 – 7,45 [21]	нет	нет	нет
Вязкость, мПа·с	20 [3]	12 [3]; 11,6±1,40±0,27 [6]	нет	нет	13,59±0,46
Поверхностное натяжение, мН/м	50 [3]	45 [3] 46,9±5,07 [6]	нет	нет	46,11±1,26
Общий белок, г/л	10,0 – 20,0 [11] 15[3] 20,4 (12,3;25,7) [14] 17,2±0,94 [22] 23,0±0,7 [26]	36,79±0,52 [26] 30 [3]	28,5 (20,5;39,32) [21]	26,5 (21,6;33,5) [21]	нет
Ca ²⁺ , ммоль/л	1,89 (1,64;2,31) [13,14,26] 1,98±0,1[24] 1,83±0,03 [26]	1,91 (1,75;2,07) [26]	1,9±0,17[24] 1,36 (0,92;1,88) [21] 1,70±0,11 [25]	1,97±1,12[24] 1,36(0,99;1,82) [21] 1,91±0,10 [25]	1,69±0,03
PO ₄ ³⁻ , ммоль/л	2,01 (1,59;2,43) [14] 1,95±0,17[24] 1,96 (1,42;2,5) [21] 1,71±0,05 [26] 1,19±0,11 [25]	1,44 (1,26;1,72) [26]	1,36±0,12[124] 1,12 (0,63; 1,36) [21] 1,36±0,11 [25]	1,36±0,06 [24] 1,23 (0,83;1,6) [21] 2,81±0,77 [25]	1,20±0,01
Ca ²⁺ /PO ₄ ³⁻	0,99 (0,74;1,2) [22] 1,068 (0,865;1,2) [21] 1,17±0,38 [26]	1,33 (1,20;1,57) [26]	1,28 (0,97;1,61) [21]	1,26 (0,83;1,62) [21]	1,41±0,02

Примечание: «нет» - сведения отсутствуют

Причем при развитии патологического процесса происходит уменьшение количества α -глобулинов и увеличение содержания γ - и β -глобулинов, т.е. возрастание количества иммуноглобулинов [18].

В синовиальной жидкости пациентов с гонартрозом обнаружены иммуноглобулины всех трех классов в значениях, приближающихся к нижней границе нормы для сыворотки крови [15]. Наличие иммуноглобулина М, который не определяется в синовиальной среде здоровых суставов, обусловлено постоянной аутоиммунной реакцией характера трудовой деятельности, оценку уровня физической активности [23]. В свою очередь, увеличение концентрация общего белка в суставном ликворе приводит к снижению поверхностного натяжения синовиальной жидкости и изменению ее адсорбционно-реологических свойств [6]. Синовиальная жидкость является неньютоновской жидкостью, которая состоит из крупных молекул

гиалуроновой кислоты, обеспечивающих ее вязкость и эластовязкозные свойства. При всех заболеваниях суставов наблюдается снижение вязкости СЖ, что связано с деполимеризацией гиалуроновой кислоты или же с образованием низкополимерных гиалуронатов вследствие нарушения процессов синтеза [6]. В первую очередь процессы деполимеризации вызываются действием лизосомальных ферментов и перекисных радикалов.

В ряде работ отмечается, что при гонартрозе в синовиальной жидкости больных наблюдается изменение электролитного состава СЖ [24, 9, 15]. Результаты исследования показали снижение концентрации фосфат-ионов на 40% относительно нормы, понижение концентрации ионов кальция на 24% - 29% в зависимости от стадии остеоартроза в коленном суставе и повышение на 20% интегрального показателя Ca^{2+}/PO_4^{3-} . При этом статистически значимо отличались от нормы – содержание фосфат ионов и соотношение Ca^{2+}/PO_4^{3-} [9].

Таким образом, при развитии дегенеративно-дистрофического процесса в суставах отмечается изменение физико-химических свойств синовиальной жидкости, поэтому их оценка может служить как критерием развития остеоартроза на разных стадиях, так и использоваться для оценки эффективности терапии гонартроза.

Литература.

1. Кушнир, В. А. Современные возможности лечения больных остеоартритом: фокус на обогащенную тромбоцитами плазму [Текст] / В. В. Кушнир, Д. Е. Каратеев // Эффективная фармакотерапия. – 2018. – Т. 33, № 3-4. – С. 40-46.
2. Анализ связи биохимических показателей синовиальной жидкости больных остеоартрозами коленного сустава с их клинической характеристикой [Текст] / Е. Л. Матвеева, С. И. Лунева, О. К. Чегунов, В. Д. Макушин // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 4. – С. 55-58.
3. Синяченко, О. В. Современные аспекты анализа синовиальной жидкости [Текст] / О. В. Синяченко // Український ревматологічний журнал. – 2008. – Т. 2, № 32. – С. 30-39.
4. Ходюкова, А. Б. Лабораторное исследование синовиальной жидкости [Текст] / А. Б. Ходюкова, Л. В. Батуревич // Медицинские новости. – 2012. – № 4. – С. 24-28.
5. Цветкова, Е. А. Тенденции в изучении свойств и функций синовиальной жидкости сустава [Текст] / Е. А. Цветкова, Ж. В. Кадолич, Т. В. Арастович // Известия Гомельского государственного университета. – 2016. – Т. 99, № 6. – С. 47-54.
6. Синяченко, О. В. Адсорбционно-реологические свойства синовиальной жидкости у больных гонартрозом [Текст] / О. В. Синяченко, Л. В. Лукашенко, Е. С. Головкина / Ортопедия, травматология и протезирование. – 2013. – № 3. – С. 51-54.
7. Матвеева, Е. Л. Перспективы исследования синовиальной жидкости для клинической практики (литературный обзор) [Текст] / Е. Л. Матвеева, А. Г. Гасанов, Е. С. Спиркина // Гений ортопедии. – 2012, – № 2. – С. 148-151.
8. Пименова, Л. М. Предложения по стандартизации клинического лабораторного анализа синовиальной жидкости [Текст] / Л. М. Пименова, М. М. Захарова, И. И. Миронова // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2009. – № 5-6. – С. 16-29.
9. Лунева, С. Н. Исследование показателей электролитного состава и фосфатазной активности синовиальной жидкости у больных остеоартрозом коленного сустава [Текст] / С. Н. Лунева, А. Г. Гасанова, Е. Л. Матвеева // Клиническая лабораторная диагностика. – 2016. – Т. 61, № 10. – С. 690-692.
10. Павлова, В. Н. Синовиальная среда суставов [Текст] / В. Н. Павлова. – Москва : Медицина, 1980. – С. 296.

11. Базарный, В. В. Синовиальная жидкость. Клинико-диагностическое значение лабораторного анализа [Текст] / В. В. Базарный. – Екатеринбург : УГМА, 1999. – 62 с.
12. Биохимические исследования синовиальной жидкости у больных при заболеваниях и повреждениях крупных суставов : пособие для врачей [Текст] / составители В. В. Троценко, Л. Н. Фурцева, С. В. Каграманов [и др.]. – Москва, 1999. – 22 с.
13. Кирсанов, А. И. Концентрация химических элементов в разных биологических средах человека [Текст] / А. И. Кирсанов // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 16-20.
14. Матвеева, Е. Л. Некоторые биохимические показатели синовиальной среды крупных суставов человека в норме [Текст] / Е. Л. Матвеева, А. Г. Гасанова, Е. С. Спиркина // Вестник ВолгГМУ. – 2018. – № 1(65). – С. 40-43.
15. Матвеева, Е. Л. Перспективы исследования синовиальной жидкости для клинической практики (литературный обзор) [Текст] / Е. Л. Матвеева, А. Г. Гасанов, Е. С. Спиркина // Гений ортопедии. – 2012, – № 2. – С. 148-151.
16. Характеристика синовиальной жидкости в норме и при некоторых патологических процессах [Текст] / А. А. Котелкина, Г. Ю. Стручко, Л. М. Меркулова [и др.] // Клиническая и профилактическая медицина. – 2017. – № 4. – С. 24-30.
17. Ходюкова, А. Б. Лабораторное исследование синовиальной жидкости [Текст] / А. Б. Ходюкова, Л. В. Батуревич // Медицинские новости. – 2012. – № 4. – С. 24-28.
18. Матвеева, Е. Л. Взаимосвязь некоторых иммунологических и биохимических показателей в синовиальной жидкости больных дегенеративно-дистрофическими поражениями суставов [Текст] / Е. Л. Матвеева, М. В. Чепелева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12–2. – С. 258-263.
19. Преимущества использования протекторов синовиальной жидкости при гонартрозе [Текст] / Л. Н. Елисеева, С. В. Карташова, А. Ю. Бледнова, И. В. Семизарова // Русский медицинский журнал. Медицинское обозрение. – 2019. – Т. 3, № 11-2. – С. 103-106.
20. Ходюкова, А. Б. Лабораторное исследование синовиальной жидкости [Текст] / А. Б. Ходюкова, Л. В. Батуревич // Медицинские новости. – 2012. – № 4. – С. 24-28.
21. Изменение электролитного состава синовиальной жидкости у больных остеоартрозом коленного сустава на разных стадиях заболевания [Текст] / Е. Л. Матвеева, А. Г. Гасанова, Е. С. Спиркина, О. К. Чегуров // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 191-195.
22. Матвеева, Е. Л. Биохимический состав синовиальной жидкости коленного сустава людей в норме [Текст] / Е. Л. Матвеева, Е. С. Спиркина, А. Г. Гасанова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 9. – С. 122-125.
23. Grönwall, C. Protective roles of natural IgM antibodies [Text] / C. Grönwall, J. Vas, G. J. Silverman // Front Immunol. – 2012. – Vol. 3. – P. 66.
24. Гасанова, А. Г. Исследование показателей минерального обмена у больных с дегенеративно–дистрофическими изменениями коленного сустава [Текст] / А. Г. Гасанова, Е. Л. Матвеева, Е. С. Спиркина // Клиническая лабораторная диагностика. – 2015. – № 60 (12). – С. 23-25.

Abstract.

S.V. Ryabinin, E.I. Peleshenko, E.I. Ryabinin, V.G. Samodai

EXAMINATION OF THE LEVEL OF CERTAIN PHYSICOCHEMICAL INDICES OF SYNOVIAL FLUID IN NORMAL AND DURING GONARTROSIS

Voronezh State Medical University

Information on values of physicochemical parameters of synovial fluid (CG) of knee joint in normal and in case of gonartrosis, given in various sources of scientific and medical literature and obtained during performance of own clinical studies, is summarized.

Keywords: osteoarthritis, gonarthrosis, synovia, physicochemical properties.

1. Kushnir, V. A. Modern treatment options for osteoarthritis patients: focus on thrombocytic-enriched plasma [Text] / V. V. Kushnir, D. E. Karateev // Effective pharmacotherapy. - 2018. - T. 33, No. 3-4. - S. 40-46.

2. Analysis of the association of biochemical indicators of the synovial fluid of patients with knee osteoarthritis with their clinical characteristics [Text]/E. L. Matveeva, S. I. Luneva, O. K. Chegunov, V. D. Makushin//Traumatology and orthopedics of Russia. - 2006. - No. 4. - S. 55-58.
3. Sinyachenko, O. V. Modern aspects of the analysis of synovial fluid [Text]/O. V. Sinyachenko//Ukrainian rheumatology journal. - 2008. - T. 2, No. 32. - S. 30-39.
4. Khodyukova, A. B. Laboratory study of synovial fluid [Text]/A. B. Khodyukova, L. V. Baturevich//Medical news. - 2012. - No. 4. - S. 24-28.
5. Tsvetkova, E. A. Trends in the study of the properties and functions of the synovial fluid of the joint [Text]/E. A. Tsvetkova, J. V. Kadolich, T. V. Arastovich//Izvestia of Gomel State University. - 2016. - T. 99, No. 6. - S. 47-54.
6. Sinyachenko, O. V. Adsorption and rheological properties of synovial fluid in patients with gonarthrosis [Text]/O. V. Sinyachenko, L. V. Lukashenko, E. S. Golovkina//Orthopaedics, traumatology and prosthetics. - 2013. - No. 3. - S. 51-54.
7. Matveeva, E. L. Prospects for the study of synovial fluid for clinical practice (literary review) [Text]/E. L. Matveeva, A. G. Hasanov, E. S. Spirkina//Genius of Orthopedics. - 2012, - No. 2. - S. 148-151.
8. Pimenova, L. M. Proposals for the standardization of clinical laboratory analysis of synovial fluid [Text]/L. M. Pimenova, M. M. Zakharova, I. I. Mironov//Problems of standardization in healthcare. - 2009. - No. 5-6. - S. 16-29.
9. Luneva, S. N. Study of the indices of electrolyte composition and phosphatase activity of synovial fluid in patients with knee osteoarthritis [Text]/S. N. Luneva, A. G. Hasanova, E. L. Matveeva//Clinical laboratory diagnostics. - 2016. - T. 61, No. 10. - S. 690-692.
10. Pavlova, V.N. Sinovial joint environment [Text]/V.N. Pavlova. - Moscow: Medicine, 1980. - S. 296.
11. Bazarny, V.V. Synovial fluid. Clinical and diagnostic value of laboratory analysis [Text]/V.V. Bazarny. - Yekaterinburg: UMMA, 1999. - 62 s.
12. Biochemical studies of synovial fluid in patients with diseases and injuries of large joints: manual for doctors [Text]/compilers V.V. Trotsenko, L.N. Furtsev, S.V. Kagramanov [and others]. - Moscow, 1999. - 22 s.
13. Kirsanov, A. I. Concentration of chemical elements in different biological environments of humans [Text]/A. I. Kirsanov//Clinical laboratory diagnostics. - 2001. - No. 3. - S. 16-20.
14. Matveeva, E. L. Some biochemical indicators of the synovial environment of large human joints are normal [Text]/E. L. Matveeva, A. G. Hasanova, E. S. Spirkina//Bulletin of Volga State Medical University. - 2018. - No. 1 (65). - S. 40-43.
15. Matveeva, E. L. Prospects for the study of synovial fluid for clinical practice (literary review) [Text]/E. L. Matveeva, A. G. Hasanov, E. S. Spirkina//Genius of Orthopedics. - 2012, - No. 2. - S. 148-151.
16. Characterization of synovial fluid in normal and in some pathological processes [Text]/A. A. Kotelkin, G. Yu. Struchko, L. M. Merkulova [et al.]//Clinical and preventive medicine. - 2017. - No. 4. - S. 24-30.
17. Khodyukova, A. B. Laboratory study of synovial fluid [Text]/A. B. Khodyukova, L. V. Baturevich//Medical news. - 2012. - No. 4. - S. 24-28.
18. Matveeva, E. L. The relationship of some immunological and biochemical indicators in the synovial fluid of patients with degenerative-dystrophic joint lesions [Text]/E. L. Matveeva, M. V. Chepeleva//International Journal of Applied and Basic Research. - 2014. - No. 12-2. - S. 258-263.
19. Advantages of using sinovial fluid protectors in gonartrosis [Text]/L. N. Eliseev, S. V. Kartashov, A. Yu. Blednov, I. V. Semizarov//Russian medical journal. Medical Review. - 2019. - T. 3, No. 11-2. - S. 103-106.
20. Khodyukova, A. B. Laboratory study of synovial fluid [Text]/A. B. Khodyukova, L. V. Baturevich//Medical news. - 2012. - No. 4. - S. 24-28.
21. Change in the electrolyte composition of synovial fluid in patients with knee osteoarthritis at different stages of the disease [Text]/E. L. Matveeva, A. G. Hasanova, E. S. Spirkin, O. K.

Chegurov//Modern problems of science and education. - 2015. - No. 3. - S. 191-195.

22. Matveeva, E. L. The biochemical composition of the synovial fluid of the knee joint of people is normal [Text]/E. L. Matveeva, E. S. Spirkin, A. G. Hasanova//Successes of modern natural science. - 2015. - No. 9. - S. 122-125.

23. Grönwall, C. Protective roles of natural IgM antibodies [Text] / C. Grönwall, J. Vas, G. J. Silverman // Front Immunol. – 2012. – Vol. 3. – P. 66.

24. Hasanova, A. G. Study of mineral exchange indicators in patients with degenerative-dystrophic changes of the knee joint [Text]/A. G. Hasanova, E. L. Matveeva, E. S. Spirkin//Clinical laboratory diagnostics. - 2015. - No. 60 (12). - S. 23-25.

Сведения об авторах: Рябинин Станислав Викторович – к.м.н., заместитель главного врача по медицинской части БУЗ ВО «Бобровская ЦРБ»; Пелешенко Елена Ивановна – к.т.н, нач. отдела защиты объектов интеллектуальной собственности ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Рябинина Елена Ивановна – к.х.н., доцент кафедры химии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России; Самодай Валерий Григорьевич – д.м.н., профессор, зав. каф. травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России.