

нагрузки справа и слева сохранена. Асимметрия силы переднего и заднего толчков не превышает 15%, что соответствует норме. В срок наблюдения до 1 года сохраняются компенсаторные механизмы, регулирующие двигательный стереотип ходьбы и соответствующие правила «поддержания опорного оптимума»: сохранение опорных характеристик на пораженной стороне за счет увеличения до 40% вариабельности опорных реакций шага на здоровой.

Заключение. Анализ опорных реакций стопы при ходьбе показал, что в условиях стабильной фиксации костей таза аппаратом Илизарова при ходьбе без дополнительных средств опоры пальцевая зона стопы используется как дополнительная балансирующая. Регистрируется уменьшение амплитуды переднего и заднего толчков, что компенсируется увеличением временных параметров цикла шага и его вариабельностью справа, слева. В период до 1 года (срок наблюдения) сохраняется увеличение до 40% вариабельности опорных реакций шага на менее пораженной стороне.

Сведения об авторах: Долганова Т.И. — доктор мед. наук, ведущий науч. сотр. отдела физиологии «РНЦ «ВТО» им. Г.А. Илизарова»; Мартель И.И. — доктор мед. наук, зам. ген. директора «РНЦ «ВТО» им. Г.А. Илизарова» по научно-клинической работе; Шведов В.В. — и.о. зав. отделением открытой травмы; Долганов Д.В. — канд. биол. наук, старший науч. сотр. отдела физиологии.
Для контактов: Долганова Тамара Игоревна. 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, дом 6, «РНЦ «ВТО» им. Г.А. Илизарова». Тел.: (3522) 45-27-36, 45-42-86. Факс: (3522) 45-40-60. E-mail: rjk532007@rambler.ru

© Коллектив авторов, 2010

ДИАГНОСТИКА АРТРОЗА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

С.Н. Шатохина, В.В. Зар, В.П. Волошин, В.Н. Шабалин

ГУ «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»;
ФГУ «Российский геронтологический научно-клинический центр Росздрав», Москва

Авторами впервые изучены особенности морфологической картины и распределение химических элементов в дегидратированной синовиальной жидкости здоровых людей и больных артрозом. Установлено, что основным маркер артроза в морфологической картине синовиальной жидкости — веретенообразные структуры в промежуточной зоне ее фаций. Содержание фосфора в дегидратированной синовиальной жидкости у больных артрозом оказалось в 4 раза, а кальция — в 7 раз выше, чем у здоровых (по артрозу) людей, что свидетельствовало о деструкции костно-хрящевой ткани сустава и накоплении продуктов деградации, которые нейтрализуются солями кальция и фосфора.

Ключевые слова: артроз, синовиальная жидкость, самоорганизация, морфологический анализ, дегидратация, элементный состав.

Diagnosis of Arthrosis by Morphologic Picture of Synovial Fluid

S.N. Shatokhina, V.V. Zar, V.P. Voloshin, V.N. Shabalin

Authors have studied the peculiarities of morphologic picture and distribution of chemical elements in dehydrated synovial fluid of normal individuals and patients with arthrosis. It has been determined that in the morphologic picture of synovial fluid the basic arthrosis marker is presented by spindle structures within the intermediate facies zone. It has been shown that in dehydrated synovial fluid P content was 4 times and Ca content — 7 times higher in patients with arthrosis as compared with healthy individuals. That was an evidence of the articular osteo-cartilagenous tissue destruction and accumulation of degradation products which were neutralized by calcites and phosphates.

Key words: synovial fluid, arthrosis, self-organization, morphologic analysis, dehydration, element content.

Метаболические процессы, протекающие в костной и хрящевой ткани в физиологических и пато-

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн Н.А. Исследования по биомеханике локомоций. — М.-Л., 1935.
2. Витензон А.С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека. — М., 1998.
3. Витензон А.С., Петрушанская К.А. К фазовому анализу ходьбы и некоторых ритмических движений человека // Рос. журн. биомеханики. — 2005. — Т. 9, N 1. — С. 19–35.
4. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки. — Иваново, 1996.
5. Шевцов В.И., Агманский И.А., Долганова Т.И., Долганов Д.В. Оценка функционального состояния нижних конечностей у больных с анкилозом тазобедренного сустава // Гений ортопедии. — 2000. — N 3. — С. 48–52.
6. Шевцов В.И. и др. Особенности биомеханических параметров ходьбы у спортсменов различной специализации // Рос. журн. биомеханики. — 2007. — Т. 11, N 2. — С. 41–49.
7. Kiss R.M., Knoll Z. A motion analysis of the lower extremity during gait with special regard to the EMG activity of M. adductor longus // Facta Univ. Ser. Phys. Educ. Sport. — 2002. — N 9. — P. 1–10.
8. Perry J. Gait analysis normal and pathological function. — SLACK Incorporated, 1992.

логических условиях, находят отражение в доступных для клинического анализа биологических

жидкостях, в частности в синовиальной жидкости (СЖ). Биохимические исследования СЖ при артрозах убедительно показали существенные изменения активности лизосомальных ферментов, протеиназ, разрушающих основу хрящевого матрикса — коллаген и протеогликаны [5, 6]. Это приводит к ослаблению связей между основными компонентами матрикса хряща, снижению количества протеогликанов и их дезорганизации, а также к значительному повышению содержания воды, что является главной причиной набухания суставного хряща при остеоартрозе [1].

Установить объективную картину этого патологического процесса на ранней (доклинической) стадии стало возможным с появлением новой диагностической технологии морфологического анализа дегидратированной биологической жидкости [3]. При разработке технологии морфологического анализа биологических жидкостей мы прежде всего принимали во внимание тот факт, что любые как физиологические, так и патологические процессы, протекающие в живом организме, в своей основе зависят от специфики структуры белковых и других органических молекул. Теоретической основой нового подхода к получению интегральной информации является положение о системной организации биологических жидкостей с позиций теории самоорганизации.

Практический способ извлечения интегральной информации базируется на разработанном нами методе клиновидной дегидратации. Суть метода заключается в переводе капли биологической жидкости (сыворотка крови, моча, цереброспинальная, внутрисуставная жидкость и др.) в твердую фазу при высушивании в стандартных условиях. При этом капля биологической жидкости приобретает вид структурированной пленки и носит название «*фация*». Следует отметить, что в биологических жидкостях с параметрами нормы в процессе самоорганизации происходит закономерное распределение органической и минеральной составляющих: кристаллы солей локализуются в центре фации, а белки и другие органические молекулы — по ее периферии в виде аморфной субстанции.

Фация биологической жидкости по своему информационному наполнению может быть приравнена к гистологическому срезу и имеет характерную для каждого вида жидкости морфологическую картину, несущую в себе особенности, вызванные тем или иным процессом в организме [7]. Новая технология «Диагностика различных патологических состояний по морфологической картине биологических жидкостей (Литос-система)» разработана для применения в клинической практике Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (разрешение ФС № 2009/155 от 15.06.09).

Цель настоящего исследования состояла в изучении особенностей морфологической картины фации синовиальной жидкости здоровых людей и

больных артрозом, полученной с помощью метода клиновидной дегидратации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

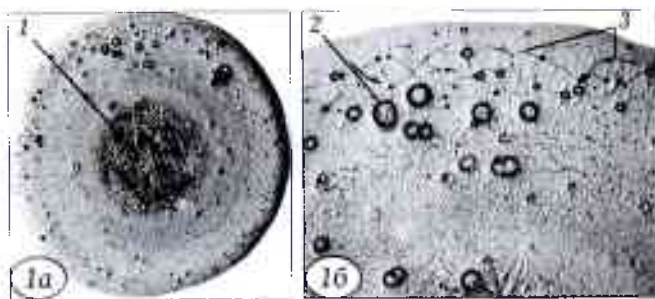
В исследование включены 37 больных в возрасте 18–73 лет, которым в травматологическом отделении МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского были произведены артроскопические операции по поводу различных видов ортопедической патологии коленного сустава (повреждение мениска, связочного внутрисуставного аппарата, артроз). У 21 пациента макроскопически видимых изменений хряща не было выявлено, что расценивалось как отсутствие артроза. Эти больные составили контрольную группу. В основную группу вошли 16 пациентов, у которых определялись явные дегенеративные изменения гиалинового хряща. Синовиальную жидкость для исследования брали под артроскопическим контролем в газовой среде (CO_2 , 60 мм вод. ст.).

Метод клиновидной дегидратации состоял в следующем. На специальную тест-карту (ТК 1) диагностического набора «Литос-система» (регистрационное удостоверение № ФСР 2008 02/488), расположенную строго горизонтально, наносили в два окошка (одно — пластик с прозрачной поверхностью, другое — токопроводящая подложка из алюминия) СЖ в объеме 0,01 мл (10 мкл) в форме капли. Капли, нанесенные на тест-карту, дегидратировали при температуре 20–25 °С и относительной влажности 55–60% (по показаниям психрометра) при неподвижности окружающего воздуха. Продолжительность периода высыхания (до момента анализа структуры) составляла 18–24 ч. Особенности морфологической картины фаций СЖ на прозрачной подложке анализировали с помощью стереомикроскопа MZ12 фирмы «Leica» в проходящем свете. Состав и распределение химических элементов (Na, Mg, Si, P, S, Cl, K, Ca, Zn) в разных локусах фаций СЖ определяли методом рентгено-спектрального микроанализа во вторичных и обратно рассеянных электронах на токопроводящей подложке (электронно-зондовый микроанализатор Superprob-8100 фирмы «Jeol», Япония). Исследования проводились на базе лаборатории морфологии биологических жидкостей Российского геронтологического научно-клинического центра.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфологическая картина фаций СЖ только у 14 из 21 пациента контрольной группы не имела признаков патологии. В связи с этим контрольная группа была разделена на две подгруппы: подгруппу А ($n=14$) и подгруппу Б ($n=7$).

Фации СЖ пациентов контрольной подгруппы А имели морфологическую картину нормы: закономерное распределение органических и минеральных веществ, представленных тремя кольцевыми зонами — центральной зоной, выполненной папоротникообразными структурами кри-



таллов солей, промежуточной зоной, состоящей из аморфизированной субстанции с единичными вставками кристаллов солей, и краевой зоной в виде аморфной субстанции с наличием округлых мелких включений (пузырьков газа) и сети тонких трещин (рис. 1).

У пациентов контрольной подгруппы Б морфологическая картина фаций СЖ отличалась от таковой в подгруппе А. Прежде всего она характеризовалась нарушением структурной организации. Центральная зона фации занимала значительно большую площадь, чем в норме, и была выполнена крупными, хаотично расположенными скоплениями кристаллов солей. В промежуточной зоне выявлялись фрагменты нечетко сформированных веретенообразных структур. Краевая (аморфная) зона фации также в значительной части была занята солевыми наслоениями, при этом мелкие округлые образования определялись лишь в небольшом количестве (рис. 2).

У всех больных артрозом (основная группа) морфологическая картина фаций СЖ имела четкие отличия от картины, наблюдавшейся в контрольной группе. На рис. 3 приведена типичная картина фации СЖ больного артрозом коленного сустава. Видно, что маркером артроза являются веретенообразные структуры, которые системно, с наличием радиальной симметрии, отдаленные друг от друга относительно равными промежутками, заполняют промежуточную зону фации. Центральная зона занимает значительную часть площади фации и представлена грубыми полиморфными скоплениями кристаллов солей. Краевая зона представлена узким аморфным кольцом. Округлые мелкие образования (пузырьки воздуха) практически отсутствуют.

Определение состава химических элементов методом рентгеноспектрального микроанализа про-

Рис. 1. Фация синовиальной жидкости (а) и ее фрагмент (б) пациента без признаков артроза (контрольная подгруппа А).

1 — папоротникообразные кристаллы солей в центральной зоне; 2 — мелкие округлые образования; 3 — сеть тонких трещин (а — ув. 15, б — ув. 50).

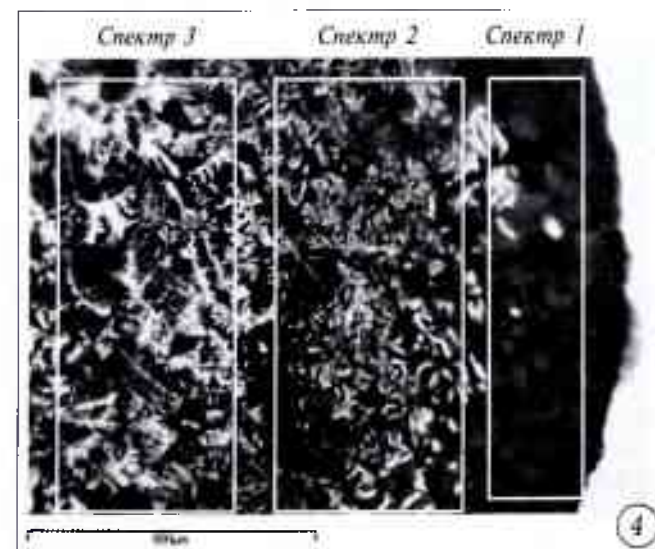
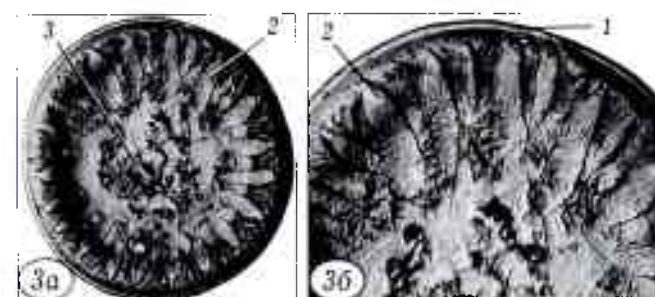
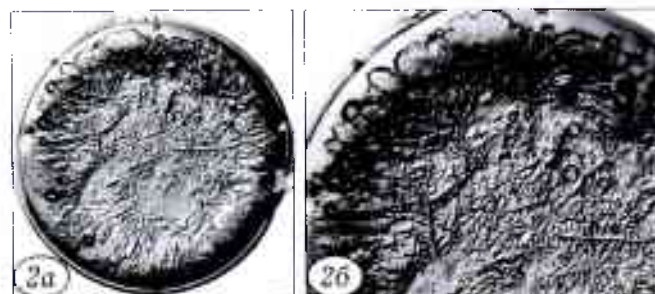
Рис. 2. Фации синовиальной жидкости (а, в) и их фрагменты (б, г) двух пациентов контрольной подгруппы Б: а, б — пациента П. 27 лет; в, г — пациента С. 53 лет (а, в — ув. 15, б, г — ув. 50).

Рис. 3. Фация синовиальной жидкости (а) и ее фрагмент (б) пациента с артрозом коленного сустава.

1 — краевая белковая зона; 2 — веретенообразные структуры в промежуточной зоне; 3 — скопления полиморфных кристаллов солей в центральной зоне (а — ув. 15, б — ув. 50).

Рис. 4. Фрагмент фации синовиальной жидкости. Выделены спектры в краевой (спектр 1), промежуточной (спектр 2) и центральной (спектр 3) зонах, в которых анализировалось распределение химических элементов.

Рентгеноспектральный микроанализ, картина во вторичных электродах.



Усредненные показатели процентного состава химических элементов в фациях синовиальной жидкости и их распределение по зонам у пациентов контрольной группы и больных артрозом

Анализируемая область	Химические элементы									Всего
	Na	Mg	Si	P	S	Cl	K	Ca	Zn	
Контрольная подгруппа А (n=14)										
Вся фация	32,1	0,4	0,7	0,3	4,8	56,9	4,3	0,5	0	100
Краевая зона*	29,1	0,6	2,6	1,6	17,0	44,5	0,8	3,8	0	100
Промежуточная зона*	32,2	0,7	0,5	0,6	6,1	55,6	3,4	0,9	0	100
Центральная зона*	32,2	0,9	0,6	0,2	2,9	58,3	4,1	0,7	0,1	100
Контрольная подгруппа Б (n=7)										
Вся фация	36,2	3,1	0	0,6	4,5	50,9	2,8	1,9	0	100
Краевая зона*	34,7	0,9	1,0	2,3	14,6	40,4	1,5	4,6	0	100
Промежуточная зона*	33,6	1,3	0,1	0,7	7,1	52,8	3,3	1,1	0	100
Центральная зона*	40,5	0,1	0	0,8	2,5	51,4	5,1	0,6	0	100
Основная группа (больные артрозом) (n=16)										
Вся фация	33,5	0,0	0,7	1,3	5,6	50,8	4,1	3,7	0,3	100
Краевая зона*	34,4	1,9	0,7	3,1	8,0	42,1	2,0	7,8	0	100
Промежуточная зона*	32,9	1,1	0,1	2,1	6,4	50,1	3,6	3,7	0	100
Центральная зона*	32,2	1,2	0,7	0,9	5,7	52,2	4,4	2,7	0	100

*Фрагмент зоны.

водилось по всей фации СЖ и в ее отдельных секторах (рис. 4). Результаты исследований показали, что такие элементы, как S, Ca, P, обнаруживались преимущественно в краевой и промежуточной зонах (органическая составляющая), а элемент К концентрировался в основном в центре фации, т.е. был слабо связан с органической составляющей. Элемент Na сравнительно равномерно распределялся по всей фации.

Усредненные результаты исследования распределения химических элементов в фациях СЖ приведены в таблице. Из нее видно, что у пациентов контрольной подгруппы А общий состав анализируемых химических элементов в фациях представлен в основном Na и Cl (89%). При сопоставлении показателей элементного состава, установленного на всей площади фации СЖ, у пациентов контрольных подгрупп и больных артрозом (основная группа) были выявлены статистически значимые различия ($p<0,05$) по двум химическим элементам — Ca и P. Так, содержание P у больных подгруппы А составило 0,3%, подгруппы Б — 0,6%, а у больных артрозом — 1,3%. Содержание Ca равнялось соответственно 0,5, 1,9 и 3,7%. Таким образом, у больных артрозом выявлено значительное увеличение содержания в СЖ P и Ca (в 4 и в 7 раз соответственно) по сравнению с пациентами контрольной подгруппы А. Что касается распределения анализируемых элементов по отдельным зонам фаций СЖ, то у больных артрозом содержание Ca и P в краевой «белковой» зоне было в 2 раза выше, а в промежуточной и центральной зонах — в 4 раза выше, чем у пациентов контрольной подгруппы А.

При анализе зонального распределения элементов обнаружены также статистически значимые ($p<0,05$) различия в содержании элементов Si и K в краевой зоне у пациентов сравниваемых групп.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных литературы и наши исследования показали, что структуры жидких сред организма несут в себе большой пласт важнейшей информации о состоянии биологического объекта [3]. Выявить эту информацию можно при осуществлении самоорганизации биологической жидкости методом клиновидной дегидратации. При этом происходит не превращение хаоса в порядок, а порядок одного качества трансформируется в адекватный порядок другого качества. Возможность получения интегрированной информации, сосредоточенной в особенностях структуры твердой фазы биологических жидкостей, открывает новые перспективы диагностики ранних стадий заболеваний, прогнозирования течения и исхода патологического процесса.

В наших исследованиях у пациентов контрольной подгруппы Б, которых мы не могли по морфологической картине СЖ отнести к здоровым, общее содержание Ca в фациях СЖ было почти в 4 раза выше, а P — в 2 раза выше, чем у здоровых (по артрозу) пациентов контрольной подгруппы А. В то же время содержание этих двух элементов у них было в 2 раза ниже, чем в фациях СЖ больных артрозом. Поэтому морфологическую картину фаций СЖ с нечетко выраженными веретенообразными структурами мы расценили как показатель начальной (доклинической) стадии артро-

за. То есть, при артрозе происходит значительное увеличение концентрации Са и Р в СЖ, что свидетельствует о деструкции костно-хрящевой ткани сустава и накоплении продуктов деградации, которые нейтрализуются солями Са и Р.

Результаты нашего исследования согласуются с установленным ранее фактом: диффузионный механизм обмена веществ, действующий в хрящевом матриксе, не работает, если матрикс пропитывается солями кальция. Если хрящ кальцинируется, он погибает [2].

Взаимоотношения живого и косного вещества сложны, многообразны и относятся к важнейшему процессу жизнедеятельности организма — биоминерализации [4]. Следует подчеркнуть, что биоминерализация является прежде всего физиологическим защитно-приспособительным механизмом, направленным на перевод биологически активных органических метаболитов в инертные минерализованные формы. С помощью этого механизма обеспечивается нейтрализация и выведение продуктов обмена, общая и локальная защита тканей организма от действия токсических факторов. При нормальном метаболизме динамическое взаимодействие органических и минеральных структур в тканях уравновешено. При старении и патологических состояниях тканей имеет место несоответствие между количеством метаболитов и активностью процессов выведения формирующихся органоминеральных агрегатов. В результате в разных органах и тканях (почках, желчном пузыре, суставах, стенках сосудов) происходит значительное накопление органоминеральных агрегатов, которые обуславливают вторичные патологические эффекты.

ВЫВОДЫ

1. Морфологическая картина нормы фазии СЖ характеризуется концентрацией папоротникооб-

разных кристаллов солей в центральной зоне, множеством мелких округлых образований в промежуточной и краевой зонах, сетью тонких трещин в периферической зоне.

2. Маркерами артроза в морфологической картине фазии СЖ являются: веретенообразные структуры в промежуточной зоне; наличие тонкой красной белковой зоны; отсутствие мелких округлых образований.

3. Новая медицинская технология — морфологический анализ дегидратированной СЖ — позволяет диагностировать артроз как в клинической, так и в доклинической стадии развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева С.С., Рощина А.А., Ким Зон Ч.хон и др. Особенности некоторых биохимических и влагообменных характеристик суставного хряща человека при остеоартрозе // Бюлл. экпер. биол. — 2002. — Т. 133, N 5. — С. 559–563.
2. Хэм А., Кормак Д. Гистология. — М., 1983. — Т. 3. — С. 5–18.
3. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. — М., 2001.
4. Шатохина С.Н. Значение биоминерализации в норме и патологии // Мед. кафедра. — 2006. — N 1 (19). — С. 14–19.
5. Balazs E.A., Denlinger J.L. Viscosupplementation: a new concept in the treatment of osteoarthritis // J. Rheum. — 1993. — Vol. 20. — P. 7–9.
6. Pelletier J.P., Marhel-Pelletier J. The pathophysiology of osteoarthritis and the implication of the use of hyaluronan and hylan as therapeutic agents in viscosupplementation // J. Rheum. — 1993. — Vol. 20. — P. 19–24.
7. Shabalin V.N., Shatolchina S.N. Diagnostic markers in the structures of human biological liquids // Singapore Med. J. — 2007. — Vol. 48, N 5. — P. 440–446.

Сведения об авторах: Шатохина С.Н. — профессор, доктор мед. наук, руководитель клинко-диагностической лаборатории МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского; Зар В.В. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения травматологии и ортопедии того же института; Волошин В.П. — профессор, доктор мед. наук, руководитель отделения травматологии и ортопедии того же института; Шабалин В.Н. — акад. РАМН, доктор мед. наук, директор Российского геронтологического научно-клинического центра.

Для контактов: Шатохина Светлана Николаевна. 129327, Москва, ул. Коминтерна, дом 7, кв. 6. Тел.: (495) 681–15–85; (499) 187–78–66; (8) 903–200–87–12.



Если Вы хотите разместить Вашу рекламу

**в «Вестнике травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»,
обращайтесь в редакцию журнала**

(127299, Москва, ул. Приорова, 10, ЦИТО. Тел./факс 450–24–24)

или в отдел рекламы издательства «Медицина»

(E-mail: meditsina@mtu-net.ru)