

Адсорбционно-реологические свойства сыворотки крови при артритах

Цель работы — оценить клинично-патогенетическую и прогностическую значимость нарушений адсорбционно-реологических свойств сыворотки крови (АРСК) при ревматоидном (РА), ювенильном идиопатическом (ЮИА), реактивном хламидийном (РХА), псориатическом (ПА) артритах и анкилозирующем спондилоартрите (АС).

Материалы и методы. С помощью ротационного вискозиметра «Low Shear-30» и компьютерных тензиометров «ADSA-Toronto» и «PAT2-Sinterface» обследованы 448 больных, среди которых было 113 людей, страдающих РА, 61 — ЮИА, 99 — РХА, 76 — ПА и 79 — АС. Определяли объемную вязкость, поверхностное натяжение, модуль вязкоэластичности, состояние релаксации, угол наклона и фазовый угол тензиограмм.

Результаты и обсуждение. Обнаружено повышение объемной вязкости, статического (равновесного) поверхностного натяжения и фазового угла тензиограмм сыворотки крови, причем изменения первого реологического показателя оказались характерными для всех заболеваний. Особенности физико-химических параметров крови стали уменьшение межфазной активности и повышение релаксационных характеристик при РА, изменения модуля вязкоэластичности — при ЮИА и АС. Нарушения АРСК участвуют в патогенетических построениях артритов, тесно связаны со степенью активности и темпами прогрессирования болезней, тяжестью костно-деструктивных изменений и экстраартикулярными (системными) проявлениями.

Выводы. Установлены общность и различия клинично-патогенетической и прогностической значимости изменений АРСК при воспалительных болезнях суставов.

Ключевые слова:

артриты, кровь, сыворотка, адсорбция, реология.

В состав сыворотки крови входят такие поверхностно-активные (сурфактанты) и поверхностно-неактивные (инсурфактанты) вещества, как различные низко- и высокомолекулярные протеины, пептиды, небелковые азотистые продукты, ферменты, липиды, липопротеиды, макро- и микроэлементы, цитокины, факторы роста и пр. [13, 17]. Изменения качественного состава данной биологической жидкости при различных заболеваниях ведут к нарушениям физико-химических адсорбционно-реологических свойств крови (АРСК) [2, 6, 7]. В течение последнего времени стали привлекать внимание взаимоотношения таких АРСК, как статическое (равновесное) поверхностное натяжение (σ) и объемная вязкость (η). Установлено [10, 11], что если низкомолекулярные сурфактанты сыворотки крови характеризуются диффузией и адсорбирующим барьером, то высокомолекулярным присуща еще стадия перестройки соединений в поверхностном слое, замедляющая адсорбцию. Дополнительные компоненты крови при воспалительных болезнях могут влиять на структуру белка в сыворотке, связывая или ионизируя аминокислотные группы, взаимодействуя с полипептидной цепью, нарушая конформацию молекулы в объеме и поверхностном слое [2, 4].

Современные исследования АРСК основаны на автоматизированных методах максимального давления в пузырьке, анализа формы осесим-



**О.В. Синяченко,
Л.В. Лукашенко,
А.К. Павлюченко,
Ю.В. Новикова**

Донецкий национальный медицинский университет имени Максима Горького

КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ

Синяченко Олег Володимирович
д. мед. н., проф., чл.-кор. НАМН України, з. д. н. т. України,
зав. кафедри пропедевтики внутрішньої медицини і загальної практики — сімейної медицини

83003, м. Донецьк-3, просп. Ілліча, 16
Тел.: (062) 295-70-27, (062) 207-48-68

Стаття надійшла до редакції
29 квітня 2013 р.

метричних и осциллирующих капель, для которых достаточны микрообъемы жидкостей [8, 14–16]. За последние годы появилась возможность точно (ошибка измерений составляет не более 0,1 %) в интегральном виде оценивать содержание сурфактантов/инсурфактантов в биологических жидкостях, определять σ , суммарный модуль вязкоэластичности (ϵ), состояние релаксации (τ), угол наклона (λ) и фазовый угол (ϕ) тензиограмм [9, 12]. В настоящее время доказано, что на основе изучения АРСК можно получить информацию в контексте диагностики отдельных суставных болезней, оценки степени активности патологического процесса и тяжести костно-деструктивных артикулярных изменений [1, 3–5].

Цель исследования — оценить клинико-патогенетическую и прогностическую значимость нарушений АРСК при ревматоидном (РА), ювенильном идиопатическом (ЮИА), реактивном хламидийном (РХА), псориатическом (ПА) артритах и анкилозирующем спондилоартрите (АС).

Материалы и методы

Под наблюдением находились 448 больных, страдающих хроническими воспалительными болезнями суставов, среди которых было 133 с РА (25 мужчин и 98 женщин) в возрасте (45,7 [34,4; 57,5]) года, 61 ребенок с ЮИА (22 мальчика и 39 девочек) в возрасте (9,6 [6,1; 13,1]) года, 99 пациентов с РХА (52 мужчины и 47 женщин) в возрасте (32,4 [22,0; 42,8]) года, 76 — с ПА (31 мужчина и 45 женщин) в возрасте (41,5 [32,0; 51,0]) года и 79 — с АС (75 мужчин и 4 женщины) в возрасте (38,3 [26,9; 49,7]) года. Длительность заболевания в перечисленных группах составляла (9,5 [1,8; 17,2]) года, (4,6 [2,1; 7,1]) года, (3,8 [0,1; 8,5]) года, (11,5 [2,5; 20,5]) года, (11,4 [4,0; 18,8]) года соответственно. Полиартрит констатирован в 99, 80, 75, 70 и 53 % наблюдений, высокая степень активности патологического процесса — в 30, 28, 26, 20, 28 %, III–IV рентгенологические стадии РА, ЮИА и ПА диагностированы в 44, 33 и 20 % случаев соответственно.

Пациентам выполняли рентгенологическое («Multix-Compact-Siemens») и ультразвуковое («Envisor-Philips») исследования периферических суставов, крестцово-подвздошных сочленений и позвоночника, а также двухэнергетическую рентгеновскую остеоденситометрию проксимального отдела бедренной кости («QDR-4500-Delphi-Hologic»). Межфазную тензиореометрию сыворотки крови проводили с использованием компьютерных аппаратов «ADSA-Toronto» и «PAT2-Sinterface». Изучали показатели ϵ , σ , τ , λ и ϕ . С помощью ротационного вискози-

метра «Low Shear-30» исследовали η сыворотки крови. В качестве контроля обследованы 52 практически здоровых человека разных возрастных групп.

Статистическая обработка полученных результатов исследований проведена с помощью компьютерного вариационного, корреляционного, одно- (ANOVA) и многофакторного (ANOVA/MANOVA) дисперсионного анализа (программы «Microsoft Excel» и «Statistica-Stat-Soft»). Оценивали средние значения (M), стандартные отклонения (SD) и ошибки (m), коэффициенты корреляции, критерии дисперсии, Стьюдента, Уилкоксона—Рао и достоверность статистических показателей (p). Достоверными считали значения $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Как видно из табл. 1, при артритах, по сравнению со здоровыми людьми, обнаружено достоверное повышение η на 69 %, σ на 14 % и ϕ на 20 %, что отмечено ($> M + SD$ больных) соответственно у 18, 7 и 19 % от числа обследованных пациентов. По данным многофакторного анализа Уилкоксона—Рао, на интегральное состояние АРСК влияют нозологические формы суставной патологии, пол больных, распространенность артикулярного синдрома и степень активности заболевания.

У больных РА наблюдается повышение на 62 % показателей η и на 10 % τ при уменьшении на 10 % λ , что соответственно зарегистрировано у 11, 18 и 17 % от числа обследованных больных. ЮИА характеризуется увеличенными параметрами η на 62 %, ϵ на 12 % и σ на 7 %. Эти сдвиги АРСК соответственно констатированы в 25, 21 и 16 % наблюдений. Для РХА оказалось свойственным возрастание η на 69 % в 25 % наблюдений, ϕ на 32 % в 32 % случаев и уменьшение τ на 10 % в 18%. При ПА установлено увеличение η на 85 %, σ на 9 % и снижение λ на 16 %, при АС — повышение η на 69 %, ϵ на 12 %, σ на 70 %, ϕ на 32 % и уменьшение релаксационных свойств сыворотки крови на 1/4. Изменения физико-химических параметров (более или менее $M \pm SD$ соответствующих больных) констатированы у 17, 12 и 13 % пациентов с ПА и у 22, 18, 14, 15 и 19 % с АС. Изученные физико-химические показатели при РА, ЮИА, РХА, ПА и АС представлены в табл. 2, а характер изменений АРСК у больных с разными артритами по сравнению — в табл. 3.

Все нозологические формы суставной патологии характеризуются усилением η . Вместе с тем, существуют особенности изменений АРСК при разных воспалительных заболеваниях суставов.

Так, если РА протекает с уменьшением равновесной межфазной активности крови на фоне повышения релаксационных свойств этой биологической жидкости, то АС характеризуется противоположной направленностью показателей АРСК — увеличением σ и угнетением τ . Необходимо отметить, что при ЮИА наблюдаются высокие параметры ε и σ , при РХА — φ , при ПС — σ , при АС — одновременно ε , φ и σ . С учетом полученных данных сделаны следующие заключения, имеющие практическую направленность в рамках дифференциальной диагностики суставной патологии: для РА типично повышение $\tau > 150$ с на фоне уменьшения $\eta < 2$ мН/м, тогда как для АС — $\tau < 50$ с и $\eta > 3$ мН/м.

Хотя все артриты характеризуются повышением η , именно эти значения реологических свойств сыворотки крови в большей степени отличаются между собой при разных нозологических формах. У больных РА значения межфазной активности достоверно разнятся от таковых в случаях ЮИА, РХА, ПА и АС, при ЮИА — от параметров у пациентов с РХА и АС, при РХА, кроме того — от значений у больных ПА и АС. Для сравнения приведем следующий факт: показатели λ отличаются между собой лишь у пациентов, страдающих РХА и ПА. Различия параметров статического (равновесного) σ у больных с отдельными нозологическими формами артритов обусловлены неоднородным качественным и количественным уровнем в крови высокомолекулярных белково-липидных сурфактантов (фибронектин, β_2 -микроглобулин, аполипопротеиды-В) и неорганических поверхностно-неактивных веществ (кальций, фосфор, свинец, стронций).

По данным ANOVA/MANOVA, на интегральные показатели АРСК при РА влияют пол

Таблица 1. Показатели АРСК у больных артритом и здоровых людей ($M \pm m$)

| Показатели АРСК | Группы обследованных | | p |
|--|----------------------|-------------------|---------|
| | Больные (n = 448) | Здоровые (n = 52) | |
| η , мПа·с | 2,2 ± 0,03 | 1,3 ± 0,03 | < 0,001 |
| ε , мН/м | 24,6 ± 0,34 | 23,7 ± 1,05 | 0,398 |
| σ , мН/м | 48,7 ± 0,97 | 42,7 ± 0,28 | 0,035 |
| τ , с | 108,0 ± 1,47 | 114,0 ± 3,21 | 0,181 |
| λ , мН/м ⁻¹ ·с ^{1/2} | 15,9 ± 0,34 | 17,8 ± 0,72 | 0,068 |
| φ , мН/м ⁻¹ ·с ^{1/2} | 172,6 ± 3,82 | 144,5 ± 8,21 | 0,016 |

больных, длительность заболевания и степень активности патологического процесса. Как свидетельствует ANOVA, с полом больных связаны параметры ε , σ и τ . У женщин на 31 % достоверно выше показатели ε и на 43 % φ , но ниже на 4 % σ и на 9 % τ . Судя из выполненного однофакторного дисперсионного анализа, возраст пациентов, страдающих РА, оказывает достоверное воздействие на параметры η и τ . Необходимо отметить, что с возрастом больных РА уменьшаются значения η . По результатам ANOVA, темпы прогрессирования болезни влияют на релаксационные свойства сыворотки крови, а корреляционный анализ демонстрирует обратные связи индекса прогрессирования артрита с τ и λ . Мы установили, что значения $\eta > 3$ мН/м отражают высокую степень активности РА, $\tau < 100$ с — тяжелое течение заболевания.

Многофакторный дисперсионный анализ показывает воздействие на интегральное АРСК артрита верхнечелюстных суставов, существенной степени выраженности субхондрального склероза и изменений рогов менисков. Однофакторный анализ свидетельствует о влиянии на η верхнечелюстных, коленных и тазобедренных сочлене-

Таблица 2. Показатели АРСК у больных с разными нозологическими формами артритов ($M \pm m$)

| Показатели АРСК | Группы больных | | | | |
|--|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | РА (n = 133) | ЮИА (n = 61) | РХА (n = 99) | ПА (n = 76) | АС (n = 79) |
| η , мПа·с | 2,1 ± 0,05 | 2,1 ± 0,08 | 2,2 ± 0,06 | 2,4 ± 0,08 | 2,2 ± 0,08 |
| ε , мН/м | 22,5 ± 0,69 | 26,5 ± 0,63 | 25,3 ± 0,51 | 23,6 ± 1,01 | 26,6 ± 0,71 |
| σ , мН/м | 41,7 ± 0,28 | 45,5 ± 0,92 | 42,6 ± 0,30 | 46,7 ± 0,67 | 72,7 ± 4,45 |
| τ , с | 125,4 ± 1,84 | 104,9 ± 3,32 | 102,8 ± 2,69 | 110,7 ± 3,46 | 85,1 ± 4,22 |
| λ , мН/м ⁻¹ ·с ^{1/2} | 16,0 ± 0,37 | 17,3 ± 0,65 | 15,7 ± 1,20 | 14,9 ± 0,43 | 16,0 ± 0,81 |
| φ , мН/м ⁻¹ ·с ^{1/2} | 157,5 ± 6,83 | 164,9 ± 10,15 | 191,0 ± 9,23 | 162,0 ± 8,12 | 190,9 ± 8,29 |

Таблица 3. Изменения отдельных параметров АРСК у больных артритом по сравнению с показателями у здоровых людей

| Нозологические формы артритов | Показатели АРСК | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|---------------|----------|--------|-----------|-----------|
| | η | ε | σ | τ | λ | φ |
| РА | ↑ | — | ↓ | ↑ | ↓ | — |
| ЮИА | ↑ | ↑ | ↑ | — | — | — |
| РХА | ↑ | — | — | ↓ | — | ↑ |
| ПА | ↑ | — | ↑ | — | ↓ | — |
| АС | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | — | ↑ |

Примечание. ↑ увеличение показателя ($p < 0,05$); ↓ уменьшение показателя ($p < 0,05$); — отсутствие изменений показателя ($p > 0,05$).

ний, на ϵ — грудинно-ключичных и коленных, на τ — коленных и крестцово-подвздошных, на σ — только коленных. Показатели межфазной активности сыворотки крови достоверно зависят от наличия у больных остеопороза и крупного остеоклистога, релаксационные свойства — от развития тендовагинитов, λ и ϕ — соответственно от кист Бейкера и внутрисуставных тел Гоффа.

Следующим этапом нашей работы стала оценка патогенетической значимости нарушений АРСК при РА. Высокие вискозные свойства сыворотки крови повышают общую степень активности заболевания, а слабые релаксационные характеристики этой биологической жидкости усиливают темпы прогрессирования суставного процесса. С параметрами η связаны поражения грудинно-ключичных, межфаланговых пальцев стоп и коленных сочленений, с ϵ — верхнечелюстных, с σ — межфаланговых пальцев рук. Формирование ревматоидных энтезопатий во многом определяют показатели ϵ и ϕ . Изменения вязкоупругих и релаксационных свойств АРСК участвуют в патогенетических построениях поражений эндокарда и клапанов сердца, а также печени. Установлена роль изменений η в формировании кист Бейкера, σ — в поражении рогов менисков, τ — в развитии выраженного эпифизарного остеопороза.

При ЮИА на интегральное состояние АРСК влияет степень активности заболевания и поражение кожи, что демонстрирует анализ Уилкоксона—Рао. По данным однофакторного дисперсионного анализа, показатели η связаны с полом больных ЮИА, τ — со степенью активности заболевания и λ — с распространенностью суставного синдрома. У девочек на 14 % достоверно большие показатели ϵ . Активность ЮИА прямо коррелирует с показателями η . Мы считаем, что при ЮИА значения $\eta > 3 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ ($> M + SD$ больных) свидетельствуют о высокой степени активности заболевания. Выполненный ANOVA показывает связь η с наличием у больных детей лимфаденопатии, ϵ — с поражением локтевых и тазобедренных суставов, σ — только с артритом локтевых сочленений, τ — с вовлечением в процесс крестцово-подвздошных суставов, с формированием асептических некрозов костей, полиадении и серозитов. Показатели η и ϕ оказывают воздействие на тяжесть поражения межфаланговых суставов пальцев рук, σ — пястно-фаланговых и крестцово-подвздошных сочленений. С реологическими свойствами сыворотки крови связана выраженность субхондрального склероза. Необходимо отметить, что вискозные характеристики сыворотки определяют возникновение кожного синдрома и поражение печени.

По данным многофакторного дисперсионного анализа, на интегральные показатели АРСК у больных с РХА оказывают влияние распространенность суставного синдрома и степень активности заболевания. Как свидетельствует ANOVA, от длительности болезни зависят параметры η , ϵ и λ , а от активности патологического процесса — η , σ и ϕ . Согласно увеличению продолжительности РХА уменьшаются вискозные свойства сыворотки крови. Степень активности заболевания прямо коррелирует с показателями η , а значения ϕ позитивно соотносятся с индексом прогрессирования артрита. С учетом полученных нами результатов исследования сделано следующее заключение, имеющее определенную практическую значимость: показатели $\eta > 3 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ свидетельствуют о высокой степени активности РХА, а $\phi > 280 \text{ мН/м}^{-1}\text{с}^{1/2}$ — о тяжелом течении суставного синдрома.

Интегральные параметры АРСК при РХА определяет тяжесть поражения крестцово-подвздошных сочленений и сердца, что демонстрирует анализ Уилкоксона—Рао. От тяжести поражения урогениталий зависит η , от изменений клапанного аппарата сердца — τ , от увеличения объема миокарда межжелудочковой перегородки и левого предсердия — ϵ , от поражений периферической нервной системы — λ и ϕ . На тяжесть РХА, оцененную по индексам Ричи и Лансбури, соответственно влияют показатели λ и σ . Вязкоэластичность крови участвует в патогенетических построениях спондилопатии, λ — сакроилеита, урогенитальной патологии, кардиопатии и полинейропатии, ϕ — в поражении крестцово-подвздошных сочленений и почек.

У больных ПА интегральное состояние АРСК зависит от пола, степени активности патологического процесса, кожной формы псориаза и наличия онихопатии. Половой диморфизм ПА проявляется различиями релаксационных свойств сыворотки, степень активности патологического процесса влияет на вискозность крови, пустулезный вариант кожного псориаза — на параметры η и λ , степень костно-деструктивных изменений в суставах — на ϵ и τ . Степень активности болезни прямо коррелирует с показателем η .

С учетом гендерных особенностей АРСК мы выполнили дополнительный анализ в отношении параметров τ . Оказалось, что у женщин, страдающих ПА, релаксационные свойства сыворотки крови на 46 % достоверно выше, чем у мужчин. Кроме того, при пустулезном варианте кожного псориаза значения η больше на 57 % по сравнению с остальными пациентами. Как свидетельствует выполненный ANOVA/MANOVA, на интегральное состояние АРСК при ПА ока-

зывает существенное воздействие распространенность суставного синдрома. По результатам ANOVA установлено, что поражение дистальных межфаланговых суставов пальцев связано с вязкоэластичными свойствами сыворотки крови, а плюснефаланговых — с релаксационными. На значения ϵ влияет наличие у больных энтезопатий, субхондрального склероза, остеоузур, остеолиза и артроанкилозов, на τ — только узураций суставных поверхностей костей, на ϕ — спондилопатии, тендовагинитов и остеопороза.

В контексте влияния АРСК на патогенетические построения ПА необходимо отметить следующее. Уровень η влияет на сумму пораженных суставов, развитие остеолиза и артроанкилозов, τ — на поражение проксимальных суставов стоп, возникновение тендовагинитов и костного дистального суставного остеолиза, λ — на артрит дистальных межфаланговых суставов кистей и формирование выраженного остеокистоза, ϕ — на проксимальные сочленения пальцев рук, тендовагиниты, энтезопатии и костные кисты.

По результатам многофакторного дисперсионного анализа, на интегральное состояние АРСК у больных АС оказывают воздействие пол и степень активности патологического процесса. ANOVA демонстрирует связь с половым диморфизмом параметров η , ϵ и σ , а с активностью заболевания — λ и ϕ . У женщин достоверно большие (на 32 %) значения η . Вискозные свойства сыворотки крови прямо коррелируют со степенью активности АС, а релаксационные наоборот соотносятся с темпами прогрессирования суставного синдрома. Как указывает ANOVA/MANOVA, на интегральные АРСК оказывают достоверное воздействие число болезненных суставов, индексы Ричи и Лансбури, поражение коленных и тазобедренных сочленений, наличие тендовагинитов, крупного остеокистоза и остеопороза. С поражением верхнечелюстных суставов достоверно связаны показатели σ и ϕ , грудинно-ключичных — η и ϵ , лучезапястных и плечевых — σ , тазобедренных — τ , крестцово-подвздошных — ϕ . Поражения кожи определяют значения η и ϵ , наличие энтезопатий и выраженного субхондрального склероза — τ , крупных костных кист и внутрисуставных кальцинатов — λ .

Распространенность артикулярного синдрома при АС определяют уровни σ и λ , а последний

физико-химический показатель крови оказывает достоверное воздействие также на индексы Ричи и Лансбури. От значений η зависит развитие артрита грудинно-ключичных суставов и тендовагинитов, от ϵ — межфаланговых сочленений пальцев рук, от σ — локтевых и крестцово-подвздошных, от τ — тазобедренных суставов и воспаление энтезисов. Интегральные углы тензиограмм существенно влияют на частоту поражения и степень тяжести локтевых, плечевых, коленных и тазобедренных суставов, то есть средних и крупных сочленений. В этой связи по изменению показателей λ и ϕ можно прогнозировать характер суставного синдрома. Релаксационные свойства сыворотки крови оказывают воздействие на дальнейшее формирование субхондрального склероза, а возникновение внутрисуставных кальцинатов тесно связано с параметрами ϕ . Существует негативное достоверное влияние показателей η на характер поражения кожи, а ϕ — на тяжесть кардиопатии.

Выводы

1. При воспалительных болезнях суставов (РА, ЮИА, РХА, ПА, АС) наблюдается повышение η , σ и ϕ тензиограмм сыворотки крови, причем изменения первого реологического показателя характерны для всех заболеваний.

2. Особенности АРСК являются уменьшение межфазной активности и повышение релаксационных характеристик при РА, изменения модуля вязкоэластичности — при ЮИА и АС.

3. Нарушения АРСК участвуют в патогенетических построениях артритов, тесно связаны со степенью активности и темпами прогрессирования болезней, тяжестью костно-деструктивных изменений и экстраартикулярными (системными) проявлениями.

Перспективы дальнейших исследований. Полученные данные позволят в будущем разработать надежные дифференциально-диагностические и прогностические критерии в отношении РА, ЮИА, РХА, ПА и АС, усовершенствовать медицинскую технологию лечения воспалительных заболеваний суставов путем коррекции изменений АРСК, успешно контролировать ход терапевтических мероприятий.

Список литературы

1. Брыжата Ю.О., Лукашенко Л.В., Сняченко О.В., Гончар Г.А. Адсорбционно-реологические свойства сыворотки крови при артритах // Міжнарод. вісн. мед.— 2011.— Т. 4, № 1—2.— С. 17—20.
2. Арбузова С.Б., Думанский Ю.В., Игнатенко Г.А. и др. Физико-химические адсорбционно-реологические исследования в медицине.— Донецк: Донеччина, 2011.— 385 с.
3. Казаков В.Н., Сняченко О.В., Игнатенко Г.А. и др. Физико-химические свойства биологических жидкостей в ревматологии.— Донецк: Донеччина, 2003.— 279 с.

- Синяченко О.В. Адсорбционно-реологические свойства биологических жидкостей в ревматологии.— Донецк: Донеччина, 2011.— 286 с.
- Синяченко О.В., Делятин О.В. Изменения реологических свойств сыворотки крови при псоріатическом артриті // Укр. ревматол. журн.— 2012.— Т. 47, № 1.— С. 30—34.
- Benjamins J., Lucassen-Reynders E.H. Surface dilatational rheology of proteins adsorbed at air/water and oil/water interfaces // *Proteins Liquo Interfac.*— 2008.— Vol. 7.— P. 241—284.
- Brzozowska A.M., Spruijt E., de Keizer A., Cohen Stuart M.A. On the stability of the polymer brushes formed by adsorption of ionomer complexes on hydrophilic and hydrophobic surfaces // *J. Colloid Interface Sci.*— 2011.— Vol. 353, N 2.— P. 380—391.
- Collins G.W., Patel A., Dille A., Sarker D.K. Molecular modeling directed by an interfacial test apparatus for the evaluation of protein and polymer ingredient function in situ // *J. Agric. Food Chem.*— 2008.— Vol. 56, N 10.— P. 3846—3855.
- Fainerman V.B., Aksenenko E.V., Petkov J.T., Miller R. Adsorption layer characteristics of mixed oxyethylated surfactant solutions // *J. Phys. Chem. B.*— 2010.— Vol. 114, N 13.— P. 4503—4508.
- Kazakov V.N., Syniachenko O.V., Fainerman V.B., Miller R. Dynamic surface tensiometry in medicine.— Amsterdam: Elsevier, 2000.— 373 p.
- Kazakov V.N., Syniachenko O.V., Fainerman V.B. Interfacial rheology of biological liquids: Application in medical diagnostics and treatment monitoring // *Interfacial Rheology* [Ed. R. Miller and L. Liggieri].— Leiden: Brill Publ., 2009.— P. 519—566.
- Kotsmar C., Pradines V., Alahverdijeva V.S., Aksenenko E.V. Thermodynamics, adsorption kinetics and rheology of mixed protein-surfactant interfacial layers // *Adv. Colloid Interface Sci.*— 2009.— Vol. 150, N 1.— P. 41—54.
- Lorentz H., Heynen M., Kay L.M., Dominici C.Y. Contact lens physical properties and lipid deposition in a novel characterized artificial tear solution // *Mol. Vis.*— 2011.— Vol. 17.— P. 3392—3405.
- Reis P., Miller R., Krogel J., Leser M. Lipases at interfaces: unique interfacial properties as globular proteins // *Langmuir.*— 2008.— Vol. 24, N 13.— P. 6812—6819.
- Ren H., Xu S., Wu S.T. Deformable liquid droplets for optical beam control // *Opt. Express.*— 2010.— Vol. 18, N 11.— P. 11904—11910.
- Van Steijn V., Kleijn C.R., Kreutzer M.T. Predictive model for the size of bubbles and droplets created in microfluidic T-junctions // *Lab. Chip.*— 2010.— Vol. 10, N 19.— P. 2513—2518.
- Wei X.E., Markoulli M., Millar T.J., Willcox M.D. Divalent cations in tears, and their influence on tear film stability in humans and rabbits // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*— 2012.— Vol. 53, N 7.— P. 3280—3285.

О.В. Синяченко, Л.В. Лукашенко, А.К. Павлюченко, Ю.В. Новікова

Донецький національний медичний університет імені Максима Горького

Адсорбційно-реологічні властивості сироватки крові при артритах

Мета роботи — оцінити клініко-патогенетичну та прогностичну значущість порушень адсорбційно-реологічних властивостей сироватки крові (АРВК) при ревматоїдному (РА), ювенільному ідіопатичному (ЮІА), реактивному хламідійному (РХА), псоріатичному (ПА) артритах і анкілозивному спондилоартриті (АС).

Матеріали та методи. За допомогою ротаційного віскозиметра «Low Shear-30» і комп'ютерних тензіометрів «ADSA-Toronto» та «PAT2-Sinterface» обстежено 448 хворих, серед яких було 113 осіб, що страждають на РА, 61 — на ЮІА, 99 — на РХА, 76 — на ПА і 79 — на АС. Визначали об'ємну в'язкість, поверхневий натяг, модуль в'язкоеластичності, стан релаксації, кут нахилу та фазовий кут тензіограм.

Результати та обговорення. Виявлено підвищення об'ємної в'язкості, статичного (рівноважного) поверхневого натягу й фазового кута тензіограм сироватки крові, до того ж зміни першого реологічного показника виявилися характерними для всіх захворювань. Особливостями фізико-хімічних параметрів крові стали зменшення міжфазної активності й підвищення релаксаційних характеристик при РА, зміни модуля в'язкоеластичності — при ЮІА та АС. Порушення АРВК беруть участь у патогенетичних побудовах артритів, тісно пов'язані зі ступенем активності й темпами прогресування хвороб, тяжкістю кістково-деструктивних змін і екстраартикулярними (системними) виявами.

Висновки. Встановлено спільність та відмінності клініко-патогенетичної і прогностичної значущості змін АРВК при запальних хворобах суглобів.

Ключові слова: артрити, кров, сироватка, адсорбція, реологія.

O.V. Syniachenko, L.V. Lukashenko, A.K. Pavlyuchenko, Yu.V. Novikova

Donetsk National Medical University of Maxim Gorky

Adsorption-rheological properties of blood serum at arthritis

Objective. To estimate the clinic-pathogenic and predictive importance of violations of adsorptive and rheological properties of blood serum (ARPBS) at rheumatoid arthritis (RA), juvenile idiopathic (YuIA), reactive chlamydial (RHA), psoriatic arthritis (PA) and ankylosing spondylitis (AS).

Materials and methods. With the use of rotation viscosity analyzer «Low Shear-30» and computer tensiometer «ADSA-Toronto» and «PAT2-Sinterface», 448 patients have been investigated, from them 113 subjects with RA, 61 with YuIA, 99 with RHA, 76 with PA, and 79 with ankylosing spondylitis (AS). The following parameters have been measured: volume viscosity, a superficial tension, the viscosity-elasticity module, a condition of a relaxation, a tilt angle and a tensiogram phase corner.

Results and discussion. The increase in volume viscosity, static (equilibrium) superficial tension and tensiogram phase corner blood serums and changes of the first rheological indicator were characteristic for all diseases. Reduction of interphase activity and increase of relaxation characteristics at RA, changes of the viscosity-elastance module at YuIA and at AS became features of physical and chemical parameters of blood. Violations of ARPBS participate in pathogenetic creation of arthritis, they are closely connected with degree of activity and rates of progressing of diseases, weight of bone and destructive changes and extra-articular (systemic) manifestations.

Conclusions. The common features and differences have been established for the clinical and pathogenetic and prognostic ARPBS values at the inflammatory joints' diseases.

Key words: arthritis, blood, serum, adsorption, rheology.