

Методи дослідження

УДК 312.1+612.46

В.В.Буждиган, О.В.Слободян, М.В.Шаплавський

АПРОБАЦІЯ БЕЗЕЛЕКТРОДНОГО АНАЛІЗУ В'ЯЗКОСТІ КРОВІ

Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики (зав. – проф. М.В.Шаплавський)
Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці

Резюме. Наводяться дані апробації нового методу визначення в'язкості крові. Вперше виявлено генетичні відмінності цього реологічного параметру. Автори пояснюють основний критерій технічного рішення методу – усунення напруги зсуву за аналізу в'язкості.

Вступ. Реологічні властивості крові розглядаються як комплекс біофізичних параметрів, що характеризують її опір за кровообігу. При цьому наріжним гемореологічним показником є в'язкість – емпіричне поняття, що водночас декларується як інтегральний показник вмісту в крові білків, ліпідів, еритроцитів та тромбоцитів [1].

В основі технічних рішень тривіальних і сучасних методів визначення в'язкості [2, 3] лежать ньютонівські уявлення механічного опору, що переносять, зокрема, на дослідження крові. Тобто, умовою таких фізичних аналізів, зокрема електролітів, є змочування штучних поверхонь віскозиметрів (електростатичне зчеплення), що *in vivo* в капілярах не спостерігається [4].

Матеріал і методи. Ми розробили електрофізичний безелектродний метод мікроаналізу в'язкості [5] за реєстрацією швидкості течії рідин у штучних капілярах в умовах застосування гідروفобних (біоінертних) матеріалів останніх, тобто звівши до мінімуму електростатичне притягання рідини і поверхні каналу. Автоматизований запис динаміки фізичних параметрів нативної крові проводився на основі її електромагнітних властивостей (повне теоретичне і експериментальне обґрунтування методу наведено в праці [5]). Іншими словами, тут відтворена модель, де кров розглядається як рідкокристалічна система водного матриксу [6], що рухається в капілярах без тертя (σ – ефект) завдяки властивостям дисипативної структури [7, 8, 9].

За апробації методу проведено порівняння в'язкості крові донорів чотирьох груп крові (число варіант кожної групи – 7; об'єм крові – 1 мл).

Для проведення статистичного аналізу експериментальних даних обрано один із додатків MS Office – процесор електронних таблиць MS Excel 2003.

Результати дослідження та їх обговорення. Проведене порівняння в'язкості крові різних груп крові у донорів виявило відмінність в'язкості крові людини в нормі по групах:

- О(I) – $5,88 \pm 0,16$ мПа·с;
- А(II) – $4,53 \pm 0,02$ мПа·с; $P < 0,01$
- В(III) – $3,68 \pm 0,04$ мПа·с; $P < 0,01$
- АВ(IV) – $4,80 \pm 0,03$ мПа·с. $P < 0,01$

Ключові слова: напруга зсуву, в'язкість крові, генетичні відмінності.

Мінімальним значення в'язкості крові виявилося в В(III) групі крові, де середнє значення становить $3,68 \pm 0,04$ мПа·с, а максимальним в О(I) групі, де цей параметр сягає $5,88 \pm 0,16$ мПа·с (рис. 1).

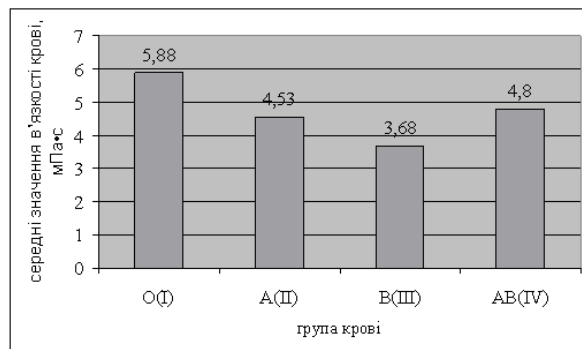


Рис. 1. Порівняльна гістограма середнього значення в'язкості крові для чотирьох груп крові здорових людей (пояснення в тексті)

Проведено також вимірювання в'язкості плазми крові в тих же донорів, де виявилися значущі відмінності:

- О(I) – $1,14 \pm 0,03$ мПа·с;
- А(II) – $1,13 \pm 0,02$ мПа·с; $P > 0,05$
- В(III) – $1,66 \pm 0,04$ мПа·с; $P < 0,001$
- АВ(IV) – $1,39 \pm 0,03$ мПа·с. $P < 0,01$

Максимальне значення в'язкості плазми крові людини спостерігалось в В(III) групі – $1,66 \pm 0,04$ мПа·с, а мінімальне в А(II) – $1,13 \pm 0,02$ мПа·с. Спостерігалася достовірність відмінності (P) О(I) групи з В(III) та АВ(IV) $< 0,01$, проте групи О(I) та А(II) практично не відрізнялись (рис. 2).

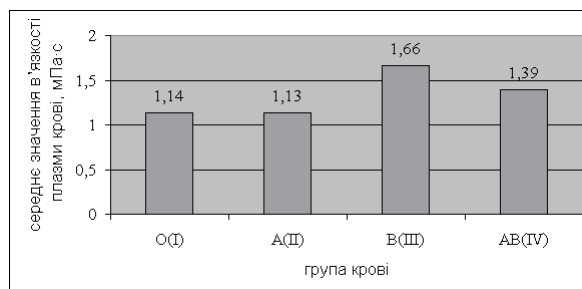


Рис. 2. Порівняльна гістограма середніх значень в'язкості плазми крові для чотирьох груп крові здорових людей (пояснення в тексті)

При порівнянні в'язкості крові тих же донорів (чотирьох груп) з використанням тefлонового капіляра та тefлонового капіляра, обробленого гепарином (1 мл розчину містив 5000 МО) практично повторилася картина аналогічних попередніх досліджень. Середні значення в'язкості крові людини для тих самих чотирьох груп у тefлоновому капілярі з гепарином наступні:

O(I) – $5,24 \pm 0,23$ мПа·с;

A(II) – $4,35 \pm 0,17$ мПа·с; $P < 0,01$

B(III) – $3,38 \pm 0,17$ мПа·с; $P < 0,01$

AB(IV) – $6,89 \pm 0,32$ мПа·с. $P < 0,001$

Отже гепарин суттєво не змінив картини в'язкості крові по групах (рис. 3).

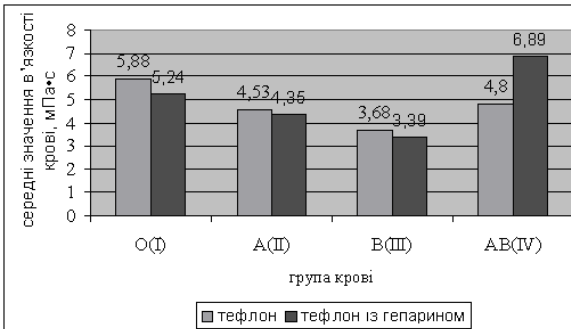


Рис. 3. Порівняльна гістограма середніх значень в'язкості крові здорових людей чотирьох груп крові (пояснення в тексті)

Неважко помітити, що максимальною в'язкість плазми крові характерна для B(III) групи, натомість наявність аутологічних (власних) еритроцитів за нормального їх вмісту зумовила мінімальну в'язкість цільної крові порівняно з іншими групами. Отже, дійсно існують інтегральні, генетично зумовлені молекулярні механізми, що регулюють взаємне притягання та відштовхування компартментів крові, механізми, які ще слід розшифрувати, спираючись на обґрунтовані робочі гіпотези.

Треба зауважити, що використання тривіальних методів визначення в'язкості крові чи її складових не дозволило раніше диференціювати генетичний спектр цього параметра тому, що в таких методах взаємодія потоку з каналом призводила до напруги зсуву [4]. Саме вона за Ньютоном зумовлює градієнт швидкості, що абсолютно вірно для «мертвих» електролітів. У такий електроліт перетворюється і кров за контакту зі штучним матеріалом, що легко поляризується, бо згадана напруга неминує призводить до виникнення нового перерозподілу електричного поля (п'єзоелектричний ефект), достатнього за енергією для руйнації векторних енерготрансформаційних процесів [8] дисипативної структури. Згаданий ефект має місце *in vivo*, але там він має інший вектор і призначення [9], а не спрямований на тертя.

Щодо такої напруги зсуву, то вона передбачена природою лише у випадку будь-якої травми (відповідь всього каскаду системи згортання крові, або такий же локальний стаз як наслідок вивільнення катіонних білків за імунних реакцій).

Спираючись на результати випробувань нового методу можна дійти висновку, що нам вдалося позбавитися напруги зсуву, що нівелює фізіологічну в'язкість.

Отже, ми маємо підстави стверджувати, що тунус судин зростає за умов адаптації не для того, щоб збільшити тертя (периферійний опір в емпіричному змісті), а для того, щоб трансформувати ньютонівську силу серця (механічну і електричну складові), у шляхи структурованої дисипації енергії (без втрат), яка зрештою сягає квантованого (метаболічного) рівня мембранного масо- і енергопереносу, тобто, квантовомеханічного рівня електромагнетизму, де діють ті ж ньютонівські сили. За елементарною логікою виходить, що при симптоматичному лікуванні, скажімо, артеріальної гіпертензії, відрізавши макрофізичні ньютонівські вхідні ми наражаємося на небезпеку знесилити в кінцевому рахунку живлення клітин, наприклад, того ж серця.

Ньютонівська сила, яку зустрічає серце в артеріальній системі, виникає, зокрема, за неминучої дії релаксаційних молекулярних процесів, що мають часову складову в механізмі енерготрансформації. Проводити паралель між рівнем в'язкості і тиском крові в межах адаптаційних змін недоцільно, бо занадто багато елементарних питань, щодо біологічного змісту взаємодії складових системи крові, залишаються відкритими.

Щодо гепарину, то напевно його функція полягає у формуванні молекулярної архітекtonіки пристінкового шару течії крові [8]. Принаймні, як зазначалося, він принципово не змінював сил притягання та відштовхування, що діють в об'ємі дисипативної структури крові.

Не зайве зауважити, що формування теорії в'язкості рідин, здійснене свого часу А.Ейнштейном [10], базувалося на молекулярно-кінетичній теорії. Але такий фізичний рівень пояснює незворотні процеси руху (дифузії), що ведуть до стану термодинамічної рівноваги. У протизагу цьому в біологічних системах стаціонарний стан підтримується утилізацією вільної енергії, що забезпечує функцію масо- і енергопереносу, функцію, яка здатна здійснюватися лише в активному водному матриці (кристалогідратна, кластерна та ниткоподібна надмолекулярні структури). Ефективний розвиток молекулярної біології без розробки адекватних фізичних методів аналізу цієї наріжної функції в зазначеному контексті викликає сумнів. Подібне застереження прозвучало вже давно [6].

Висновки

1. Роздільна здатність безелектродного методу реєстрації в'язкості крові дозволяє диференціювати генетичний спектр цього параметра в людини.

2. Об'єм крові для аналізу в'язкості – 1 мл сприятиме його впровадженню в клініці.

Перспективи подальших досліджень. Загалом технічне рішення методу і принципова схема вимірювального комплексу спрямовані на одно-

часну реєстрацію найбільш інформативних гемореологічних параметрів крові з метою встановлення їх біофізичних взаємозв'язків шляхом математичного аналізу. Таким чином, метою подальших досліджень є висвітлення гемореології як системної оцінки мікроциркуляції. У клінічно-експериментальному аспекті постають, зокрема, завдання ідентифікації фізичних параметрів мікрореологічного змісту та контролю ефективності лікування.

Література

1. Гуменюк Н.И. Реологические свойства крови у больных с хроническим легочным сердцем / Н.И.Гуменюк, Е.А.Ломтева // Укр. пульмонолог. ж. – 2004. – № 4. – С. 60-61.
2. Евдокимов И.Н. Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газа / И.Н.Евдокимов, Н.Ю.Елисеев. Часть I. Основные понятия. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина. 2005. – 59 с.
3. Білонога Ю.А. Залежність швидкості руху рідин у капілярах від ряду їх фізичних характеристик / Ю.А.Білонога. – Львівська державна академія ветеринарної медицини ім. С.З.Іжицького, 2007. – 22 с.
4. Шаплавський М.В. Біоінертизація як біологічна функція / М.В.Шаплавський. – Чернівці: Прут, 1996. – 184 с.
5. Шаплавський М.В. Безелектродний спосіб автоматизованого вимірювання в'язкості біологічних рідин / М.В.Шаплавський, В.П.Пішак, О.В.Слободян, П.М.Григоришин // Патент на корисну модель U 2008 02926. – Бюл. № 19. Опубл. 10.10. 2008.
6. Szent-Gyorgyi A. Bioenergetics / A.Szent-Gyorgyi // Academic Press, New York, 1957. – 143 p.
7. Електрорушійна сила судин / М.В.Шаплавський, Л.Ю.Зав'янський, М.Ю.Коломоєць [та ін.] // Бук. мед. вісник. – 2003. – Т. 7, № 3. – С. 3-7.
8. Генерація гідрат-аніонів HCO_3^- як базовий фізико-хімічний процес дисипативної структури контакту еритроцит – капіляр / М.В.Шаплавський, І.К.Владковський, В.П.Пішак [та ін.] // Бук. мед. вісник. – 2004. – Т. 8, № 3. – С. 181-185.
9. Парадокси гемодинаміки у світлі теорії біоінертизації / М.В.Шаплавський, В.П.Пішак, М.Ю.Коломоєць [та ін.] // Бук. мед. вісник. – 2007. – Т. 11, № 1. – С. 148-150.
10. Шапошник В.А. Анализ температурной зависимости вязкости воды / В.А.Шапошник // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: Химия, Биология, Фармация. – 2004. – № 1. – С. 107-109.

АПРОБАЦІЯ БЕЗЕЛЕКТРОДНОГО АНАЛІЗА В'ЯЗКОСТІ КРОВІ

В.В.Буждыган, О.В.Слободян, Н.В.Шаплавський

Резюме. Приведены данные апробации нового метода определения вязкости крови. Впервые выявлены генетические отличия этого реологического параметра. Авторы аргументируют основной критерий технического решения метода – устранение напряжения сдвига при анализе вязкости.

Ключевые слова: напряжение сдвига, вязкость крови, генетические отличия.

TESTING ELECTRODELESS ANALYSIS OF BLOOD VISCOSITY

V.V.Buzhdygan, O.V.Slobodian, N.V.Shaplavs'kyi

Abstract. The findings testing a new method of evaluating the blood viscosity are presented. For the first time the genetic distinctions of this rheologic parameter have been revealed. The authors explain the principal criterion of a technical solution of the method – an elimination of a biasing impedance when analyzing viscosity.

Key words: biasing impedance, blood viscosity, genetic distinctions.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Рецензент – проф. В.К.Ташук

Buk. Med. Herald. – 2009. – Vol.13, №3.–P.140-142

Надійшла до редакції 9.06.2009 року