

УДК:616-005.1:616.151

В.Г. ЛитвинчукЛьвівський національний медичний
університет ім.Д.Галицького**Ключові слова:** фізичні властивості крові; в'язкість крові, крововтрата.**РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ ТА ЇХ ДИНАМІКА ПРИ КРОВОВТРАТАХ****Резюме.** Одним із найбільш важливих патогенетичних факторів розвитку тканинної та органної гіпоксії при різних патологічних станах являються розлади мікроциркуляції, що в свою чергу обумовлено порушенням реологічних властивостей крові. Представлені результати досліджень реологічних властивостей крові та їх динаміка при крововтратах різного ступеня, що покращить результати діагностики та лікування хворих із даною патологією.**Вступ**

При аналізі факторів, які регулюють кровотік у мікроциркуляції, необхідно оцінювати біофізичні взаємодії в самому кров'яному руслі. До цього часу фізичні фактори, особливо їх зв'язок із тиском, опором та кровотоком, вивчені недостатньо.

Реологічні властивості крові знаходяться поміж властивостями двох найпростіших типів середовищ: ньютонівської рідини та гуківського твердого тіла. Кров, з точки зору біореології, є висококонцентрованою суспензією формених елементів, які володіють в'язко-пружними властивостями і знаходяться в білково-сольовому середовищі плазми, яка містить у собі ряд макрополімерних речовин. Сумарний об'єм еритроцитів приблизно в 50 разів переважає об'єм лейкоцитів і тромбоцитів. Така концентрація червоних кров'яних клітин та їх механічні властивості визначають реологічну поведінку крові (Левітов В.А., 1982) [4, 5].

Формені елементи крові та білкові молекули, які містяться в плазмі та мають велику молекулярну вагу та розміри, можуть утворювати агрегати різної структури, які міняють картину протікання рідкої фази [1, 6, 8].

В'язкість, яка не має практично ніякого значення для кровотоку у великих судинах, значно впливає в системі мікроциркуляції [2, 9].

Метод прямої візуальної віскозиметрії показав, що агрегація еритроцитів в "монетні" стовпці є фізіологічною особливістю людської крові при швидкості зсуву 50с-1. Якщо процес агрегації характеризується збільшенням об'єму агрегатів, збільшенням швидкості зсуву, необхідної для їх руйнування, включенням у структуру конгломератів (фібриногену, глобулінів), то цей процес набуває патологічний характер [7].

Мета дослідження

Вивчити фізичні (реологічні) властивості крові та їх зміни при шлунково-кишкових кровотечах.

Матеріал і методи

Дослідження проводили у 30 практично здорових пацієнтів та у 30 хворих із шлунково-кишковими кровотечами (чоловіки - 22; жінки - 8; вік хворих від 46 до 65 років). Вивчення фізичних властивостей крові проводили на ротаційному приладі, описаному В.Н.Захарченко та М.А.Луїною. Головним досягненням цього віскозиметра являється можливість визначення в'язкості крові при малих швидкостях зсуву, так як саме при них можна виявити зміну реології крові при різних захворюваннях.

Використання синхронного двигуна із генератором перемінної частоти ТЕШ-63 дозволяє міняти куту швидкість мішалки.

Задаючи при допомозі генератора певну частоту, тобто, задаючи мішалці певну швидкість обертання, і, розмішуючи між стаканами водно-глицеринову суміш, отримували калібровочний графік у координатах: час оберту внутрішнього стакана (T_c) - в'язкість розчину в зазорі (η_a мПа*с).

Калібровочні графіки для різних частот представлені на графіку (рис.1).

Отримавши серію таких графіків, приступали до обстеження зразків крові. При досліді із кров'ю, після визначення часу обертання внутрішнього стакана, на калібровочному графіку відшукували значення в'язкості. Обробка проб крові проводилась відразу після її забору. Кров для визначення її в'язкості трималась в об'ємі 18-20 мг. Після віскозиметрії визначали значення гематокриту, яке проводилось в скляних капілярах, які центрифугувались при 5000 об/хв. протягом 5 хвилин. Для більш точного визначення даного показника використовували два капіляри.

Зміни реологічних властивостей крові співставляли із розладами системної геодинаміки та мікроциркуляції. Дослідження мікросудин ока проводили із допомогою установки МТН-12 разом із механічною частиною мікроскопа, який додав можливість проводити фокусування на досліджуваній об'єкт. Всі отримані дані оброблялись із застосуванням критерію Стьюдента та методу

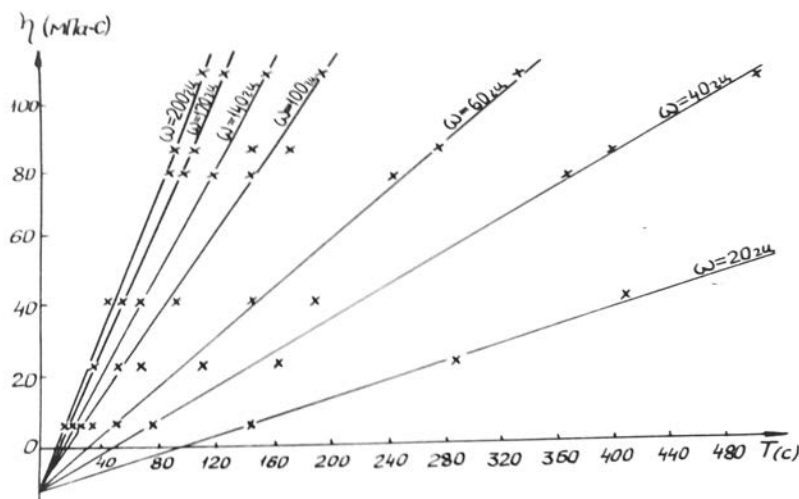


Рис 1. Калібровочні графіки водно-гліцеринових сумішей різної в'язкості при певних частотах обертання. кореляції.

Обговорення результатів дослідження

У процесі вивчення реологічних властивостей крові проводили співставлення їх розладами системної геодинаміки (артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, ОЦК, ОЦЕ, ОЦП, ОЦНв, гематокрит).

Гемореологічні показники крові для практично здорових людей мали наступні величини: гематокрит (Ht) - 46 4,7%; значення в'язкості цільної крові при швидкості зсуву 1c^{-1} - $51,3 \pm 11,2$ мПа*с.

На рис.2 представлений графік, на якому показано сімейство кривих, побудований на підставі даних практично здорових людей, залежності в'язкості цільної крові від швидкості зсуву.

Зміна в'язкості перш за все залежить від різниці гематокриту. Кров із більшим гематокритом (крива потоку 3) мала: більшу в'язкість при всіх

швидкостях зсуву в порівнянні з кров'ю, гематокрит якої менший (крива 1).

У середньому коефіцієнт агрегації у практично здорових людей $3,65 \pm 0,45 \cdot 10$ мН/м². Він відображає здатність самих еритроцитів до процесу агрегації незалежно від гематокриту, тобто від їх концентрації в цільній крові.

Одночасно, для більш ясної оцінки зміни текучості крові проведено мікроскопічне візуальне дослідження судин кон'юнктиви ока для якісного уявлення про картину кровотоку.

У практично здорових людей шар еритроцитів, який рухається вздовж течії крові, являє собою безперервний однорідний контур, в якому важливо виділити окремі еритроцити. Більші агрегати важче піддаються деформації.

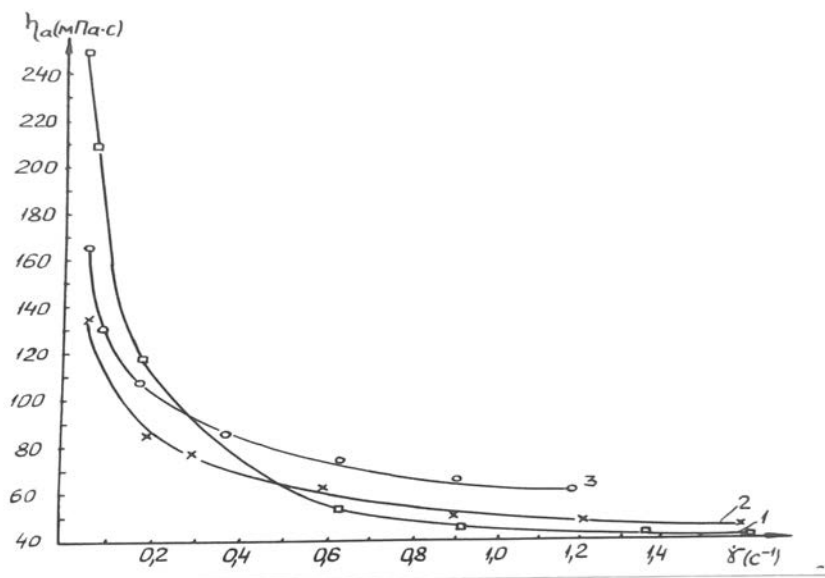


Рис.2 Зміни в'язкості крові у залежності від величини гематокриту: 1 - низький гематокрит; 2 - середні показники; 3 - нормальний рівень гематокриту

У хворих із легкою ступеню крововтрати - АТ-114,6±4,4 та 70,6±2,5мм.рт.ст., частота серцевих скорочень - 88,4±2,3ск/хв.; ОЦК - 87,7±2,4%; ОЦЕ - 81,2±2,3%; ОЦП - 94,2±2,6%; ОЦНв - 79,4±3,6% (у процентах до показників практично здорових людей, прийнятих за 100%), гемореологічні показники вказують на збільшення в'язкості крові та границі її тягучості.

На рис.3 графік 1 показує залежність в'язкості від швидкості зсуву. З нього видно, що для даної групи хворих криві течії знаходяться в межах швидкості зсуву від 0,05с⁻¹ до 1,5с⁻¹.

При швидкості зсуву 0,05с⁻¹ η_2 стає більшою в порівнянні із контрольною (крива течії 1). При збільшенні швидкості зсуву в'язкість крові зменшується і в подальшому мало змінюється (крива

йде майже паралельно осі абсцис).

Середнє значення в'язкості при швидкості зсуву 1с⁻¹ - 67,6±11,3мПа*с. Цей показник зростає. Межа текучості також зростає в порівнянні із показниками практично здорових людей - 4,45±1,35мН/м². Середнє значення граничної напруги зсуву 5,45±0,48мН/м². Причиною росту границі текучості та її в'язкості являється активізація процесу агрегації еритроцитів. Коефіцієнт агрегації еритроцитів (А) дорівнює (5,51±0,37)*10⁻⁵мН/м².

У цілому можна відмітити, що характер кровотоку в різних відділах судинного русла визначається не тільки гемодинамічними факторами, але і властивостями протікаючої в судинах крові. Зміна реологічних параметрів - ріст в'язкості ціль-

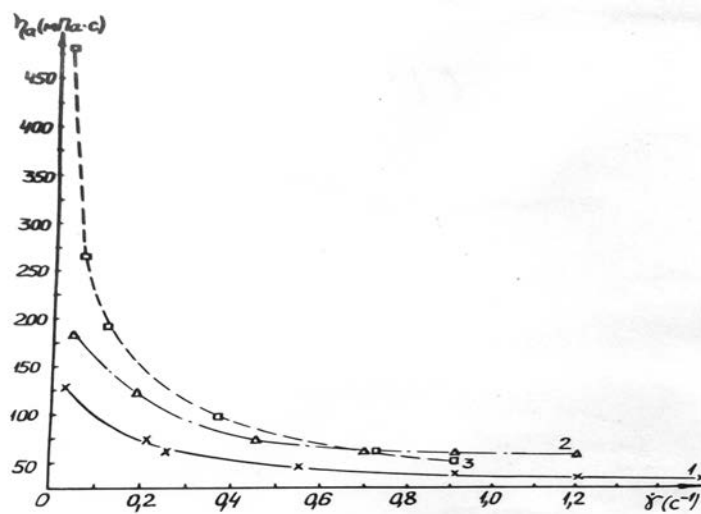


Рис.3 Криві току крові при крововтраті: 1 - вихідні дані; 2 - крововтрата легкого ступеня; 3 - середній ступінь крововтрати

ної крові при швидкості зсуву 1с⁻¹; границі текучості; викликані посиленням агрегації еритроцитів, суттєво впливають на розвиток порушень мікроциркуляції й особливо в ділянці малих швидкостей зсуву.

Середня та важка ступінь крововтрати харак-

теризується ще більшими змінами всіх параметрів гемодинаміки (табл.).

В умовах геморагії при зниженні артеріального тиску реологічні властивості крові значно впливають на кровоплин в мікросудинах, особливо в венозній частині.

Таблиця

Зміни гемореологічних показників гемодинаміки залежно від ступеню крововтрати

Групи досліджуваних хворих	Гемореологічні показники		
	τ_0 мН/м ²	η_a мПа*с	A мН/м ² *10 ⁻⁵
Практично здорові люди	4,45±1,35	51,0±9,9	3,65±0,45
Крововтрата: легкого ступеню	5,45±1,4	67,6±9,8	5,51±0,48
середнього ступеню	7,95±1,4	78,5±19,3	6,75±0,72
важкого ступеню	10,0±1,5	92,3±10,7	8,21±0,96

τ_0 - гранична напруга зсуву

η_a - в'язкість зсуву при швидкості зсуву 1с⁻¹

A - коефіцієнт агрегації еритроцитів.

Відмічається зростання границь текучості крові та її в'язкості, які обумовлені значним підсиленням агрегації еритроцитів до $(6,75 \pm 0,72) \cdot 10^{-5} \text{ мН/м}^2$ при середньому ступеню крововтрати та $(8,21 \pm 0,96) \cdot 10^{-5} \text{ мН/м}^2$ при важкій.

Кон'юктивоскопія судин ока показала, що при важкому ступеню крововтрати кровотік зберігається тільки у великих судинах. У дрібних - характерний стаз, явище внутрішньосудинної агрегації еритроцитів, спазм судин, їх фрагментація.

Збільшення в'язкості крові при важкому ступені крововтрати призводить до зростання опору протікання крові, не дивлячись на появу метаболітів, які здійснюють судинно-розширюючу дію. У результаті погіршується тканинний кровообіг, зменшується венозний приток до серця. Недостатність венозного притоку призводить до виключення "серцевого насосу" і падіння артеріального тиску, розвивається недостатність життєво-важливих органів (серця, головного мозку, печінки, нирок). При цьому варто відмітити, що збільшення в'язкості крові у зв'язку зі стазом крові, зміна кількості загального білка плазми крові, ацидоз - все це є причинами, які сприяють внутрішньосудинному згортанню крові.

Перспективи подальших досліджень

Будуть продовжені дослідження у наміченому науковому напрямку.

Висновки

1. При розвитку геморагічного шоку, в зв'язку із падінням артеріального тиску, кровообіг сповільнюється. Перфузія метаболічно-життєвих органів погіршується. Все це призводить до гіпоксії, знижується рН, з'являються стази, розвивається виражена гемореологічна патологія.

2. Зниження швидкості зсуву в різних відділах судинного русла при зниженні гематокриту призводить до значного підвищення в'язкості крові, яка в значній мірі обумовлена здатністю еритроцитів до агрегації.

3. Показник межі текучості змінюється зі збільшенням часу гіпотензії та відображає важкість шокowego синдрому.

4. Висока чутливість та простота даного тесту дозволяє рекомендувати його для дослідження із метою ідентифікації ступеню гемодинамічних порушень при геморагічному шоці. Слід відмітити, що в процесі досліджень нами не виявлено залежності між в'язкістю крові та РОЕ.

5. Характер кровотоку в різних відділах судинного русла визначається не тільки геодинамічними факторами, але й властивостями

крові, що протікає в судинах. Зміни реологічних параметрів суттєво впливають на порушення мікроциркуляції і особливо у ділянках малих швидкостей зсуву.

Література. 1. Барышев А.А. Гемодинамические плазмозаменители / А.А. Барышев // Мир медицины. - 2001. - №3-4. - С.21-23. 2. Гаврисюк В.К. Влияние реосорбилакта и реополиглокина на состояние гемоконцентрации, вязкости крови агрегационной способности тромбоцитов у больных с хроническим легочным сердцем / В.К. Гаврисюк, Н.И. Гуменюк // Кровообіг та гемостаз. - 2004. - №2. - С.39-40. 3. Гуменюк Н.И. Влияние реосорбилакта на реологические свойства крови у больных ишемической болезнью сердца и хроническим обструктивным бронхитом / Н.И. Гуменюк, В.Ю. Лишнева // Український пульмонологічний журнал. - 2003. - №3. - С.38-40. 4. Кудряшов Б.А. Биологические проблемы жидкого состояния крови и ее свертывания / Б.А. Кудряшов // М.: Медицина, 1975. - 438с. 5. Левитов В.А. Реология крови / В.А. Левитов, С.А. Регирер, Н.Х. Щедрина // М.: Медицина, 1982. - 270 с. 6. Ройтман Е.В. Влияние объемных концентраций растворов применяемых в трансфузионной терапии, на реологические свойства крови (экспериментальное исследование in vitro) / Е.В. Ройтман, Ю.А. Морозов // Гематология и трансфузиология. - 2003. - Т.48, №6. - С.19-26. 7. Dintenfass L. Viscosity of blood in normal subjects and in patients suffering from coronary occlusion and arterial thrombosis / L. Dintenfass, D.G. Julian, G.E. Miller // Am. Heart J. - 1986. - Vol.111. - P.587-600. 8. Dormandy L. Clinical evidence of link between haemostatology and thrombosis / L. Dormandy // Haemostasis. - 1982. - Vol.12, №1. - P.168-170. 9. Pribush A. The effect of low-molecular weight dextran on erythrocyte aggregation in normal and preeclamptic pregnancy / A. Pribush, D. Mankuta, H.J. Meiselman // Clin. Hemoreol. Microcirc. - 2000. - Vol.22, №2. - P.143-152.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ И ИХ ДИНАМИКА ПРИ КРОВОПОТЕРЕ

В.Г. Литвинчук

Резюме. Одним из самых важных патогенетических факторов развития тканевой и органной гипоксии при различных патологических состояниях являются расстройства микроциркуляции, в свою очередь обусловлено нарушением реологических свойств крови. Представлены результаты исследований реологических свойств крови и их динамика при кровопотере разной степени, что улучшит результаты диагностики и лечения больных с данной патологией.

Ключевые слова: физические свойства крови вязкость крови, кровопотеря.

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF BLOOD AND THEIR DYNAMICS OF BLOOD LOSS

В.Н. Лытвинчук

Abstract. One of the most important pathogenetic factors in the development of tissue and organ hypoxia in various pathological conditions are disorders of microcirculation, which in its turn is due to a violation of the rheological properties of blood. The results of studies of blood rheology and their dynamics at varying degrees of blood loss that results will improve diagnosis and treatment of this pathology.

Key words: physical properties of blood; blood viscosity, blood loss.

D. Halytsky National Medical University (Lviv)

Clin. and experim. pathol. - 2015. - Vol.14, №3 (53). - P.81-84.

Надійшла до редакції 15.09.2015

Рецензент – проф. В.Ф. Мислицький

© В.Г. Литвинчук, 2015