



УДК 533.9.08

**USE OF THE TEST WITH DOUBLE HYPOXIA OF THE UPPER  
EXTREMITY IN PATIENTS WITH ATHEROSCLEROSIS AS A METHOD  
OF ASSESSING THE STATE OF THE HEMOSTASIS SYSTEM**  
**ВИКОРИСТАННЯ ПРОБИ З ДВОКРАТНОЮ ГІПОКСІЄЮ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ У  
ПАЦІЄНТІВ ХВОРИХ НА АТЕРОСКЛЕРОЗ ЯК МЕТОДА ОЦІНКИ СТАНУ  
СИСТЕМИ ГЕМОСТАЗУ**

**Tarabrin O.O. / Тарабрін О.О.***Dr, prof. / д.мед.н., проф.***Suslov O.S. / Суслов О.С.***assistant / асистент*

ORCID: 0000-0003-3070-313X

**Sukhonos R.E. / Сухонос Р.Є.***assistant / асистент***Kirpichnikova K.P. / Кірпічнікова К.П.***s.m.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Bugaenko E.P. / Бугаєнко Є.П.***assistant / асистент*

*International Humanitarian University, Odesa, Fontanskaya Rd., 33, 65000  
Міжнародний гуманітарний інститут, Одеса, Фонтанська дор., 33, 65000*

**Анотація.** Робота присвячена оцінці стану гемостатичного потенціалу у пацієнтів, яким під час профілактичного огляду виявлено безсимптомний перебіг атеросклерозу судин; демонстрації змін, які виникають при проведенні проби з двократною гіпоксією верхньої кінцівки у цій групі пацієнтів та здорових добровольців за даними низькочастотної п'єзоелектричної тромбоеластографії; можливим варіантам корекції патології у регуляції агрегатного стану крові.

**Ключові слова:** тромбоеластографія, атеросклероз, проба, двократна локальна гіпоксія верхньої кінцівки, НПТЕГ.

**Вступ.** За даними ВОЗ, атеросклероз судин є причиною понад 50% смертей у країнах західного світу [1]. Патологія пов'язана з відкладанням ліпідів низької щільності та рештків ліпопротеїнових часток у зонах активного запального процесу в артеріях, переважно з фізіологічно порушеним ламінарним кровотоком (місця розгалуження) та формуванням атеросклеротичних бляшок. В подальшому, розвиток захворювання може призвести до інфаркту міокарду, інсульту та облітерації периферичних судин [2, 3, 4].

Наведені вище зміни у судинах призводять не лише до атеросклеротичної хвороби, але й до можливості формування тромбів, що підвищує ризик тромбозів та тромбоемболічних ускладнень у судинному руслі.

Та основною небезпекою атеросклеротичної хвороби є її частий безсимптомний перебіг, що ускладнює діагностику та призводить до виявлення лише під час маніфестації [5].

**Мета дослідження:** порівняння стану системи гемостазу у пацієнтів з безсимптомним перебігом атеросклеротичної хвороби, котрий був виявлений під час профілактичних оглядів, та здорових добровольців за допомогою низькочастотної п'єзоелектричної тромбоеластографії (НПТЕГ) при використанні проби з двократною локальною гіпоксією верхньої кінцівки.



**Матеріали та методи.** У якості контрольної групи для порівняння було обрано здорових добровольців чоловіків ( $n = 30$ ) віком 35-45 років, атеросклеротичні зміни за даними лабораторно-інструментальних тестів у яких на момент проведення дослідження не фіксувалися; досліджувану групу ( $n = 42$ ) склали пацієнти чоловіки віком 35-45 років у яких під час проведення профілактичних медичних оглядів за даними лабораторно-інструментальних тестів виявлено зміни характерні для атеросклеротичної хвороби на фоні відсутності суб'єктивних скарг. За допомогою НПТЕГ оцінювалася реакція на пробу з локальною двократною гіпоксією верхньої кінцівки.

Проба з локальною двократною гіпоксією верхньої кінцівки проводиться з метою безпечного моделювання стану ішемізації тканини та оцінки компенсаторних механізмів організму у відповідь на даний стрес-тест. Методологія проведення проби полягає у оклюзії артеріальних та венозних судин верхньої кінцівки шляхом накладання турнікету шириною 3 см на 5-6 хвилин двічі з інтервалом у 20-25 хвилин. Оцінка якості накладання турнікету проводилася за визначенням відсутності пульсації а. radialis та характерними змінами кольору шкіри ішемізованої кінцівки на мармуровий.

Використання вищезазначеного тесту допомагає змодельовати тріаду тромбоутворення Р.Вірхова (1865 р.): 1) стаз; 2) пошкодження ендотелію; 3) зміну властивостей крові у бік гіперкоагуляції. Таким чином, оцінка стану РАСК до проби та після її проведення допомагає оцінити можливість компенсації гіперкоагуляційних змін.

**Результати та обговорення.** В літературі описані наступні варіанти реакції на пробу з локальною двократною гіпоксією верхньої кінцівки [6]:

Тип 1 – Компенсований – характеризується зменшенням константи тромбінової активності (КТА) у пацієнтів;

Тип 2 – Субкомпенсований – характеризується збільшенням КТА;

Тип 3 – Декомпенсований – характеризується досить вираженими змінами гемокоагуляційного потенціалу в бік гіперкоагуляції у всіх його складових компонентах;

Тип 4 – Виснажений – характеризується помірними змінами гемокоагуляційного потенціалу в бік гіперкоагуляції та вираженої активації фібринолізу.

Під час проведення проби у здорових добровольців виявлені наступні значення показників НПТЕГ (табл. 1.) :

**Таблиця 1. Результати НПТЕГ у здорових добровольців при проведенні проби з локальною двократною гіпоксією верхньої кінцівки**

Показник	До проби	Після проби
Агрегатний стан крові (A0)	220,67±13,22	206,02±18,07
Час контактної фази коагуляції (Rt1)	2,33±0,13	2,27±0,13
Інтенсивність контактної коагуляції (ІКК)	83,89±1,06	78,09±1,14
Константа тромбінової активності (КТА)	14,67±0,36	13,47±0,41



Час згортання крові (t3)	8,27±0,19	8,87±0,21
Інтенсивність коагуляційного драйву (ІКД)	21,33±0,54	20,13±0,39
Інтенсивність полімеризації згустку (ІПЗ)	13,89±0,39	13,33±0,48
Максимальна щільність згустку (МА)	523,52±29,79	508,22±30,98
Інтенсивність ретракції та лізису згустку (ІРЛЗ)	17,01±0,47	19,74±0,47

Наведені показники дозволяють говорити про посилення ферментативної та неферментативної ланок системи фібрinolізу, на що вказують зміни у МА та ІРЛЗ. Це дозволяє нам віднести добровольців до типу 1 реакції на стрес-тест.

Зміни у показниках НПТЕГ досліджуваної групи наведені у табл. 2 :

**Таблиця 2. Результати НПТЕГ у пацієнтів з безсимптомним перебігом атеросклерозу при проведенні проби з локальною двократною гіпоксією верхньої кінцівки**

Показник	До проби	Після проби
Агрегатний стан крові (А0)	423,98±24,11	477,33±24,01
Час контактної фази коагуляції (Rt1)	1,69±0,21	1,65±0,21
Інтенсивність контактної коагуляції (ІКК)	139,41±2,61	187,31±1,69
Константа тромбінової активності (КТА)	28,01±0,54	34,07±0,67
Час згортання крові (t3)	5,52±0,38	5,42±0,41
Інтенсивність коагуляційного драйву (ІКД)	39,01±0,82	43,22±0,45
Інтенсивність полімеризації згустку (ІПЗ)	24,01±0,55	33,01±0,51
Максимальна щільність згустку (МА)	731,11±33,29	753,39±35,01
Інтенсивність ретракції та лізису згустку (ІРЛЗ)	13,26±0,56	11,88±0,68

Пацієнтів, що прийняли участь у дослідженні, можна віднести до типу 3 порушень регуляції системи гемостатичного потенціалу. Увагу на себе звертають наступні показники: підвищена тромбогенність судинної стінки, про що свідчить реакція показника ІКК на пробу з двократною локальною ішемією та його початково високе значення; початково високий рівень показників КТА та ІКД, їх значущі зміни у відповідь на пробу як свідчення тривалого знаходження у процесі гіперкоагуляції, з підтвердженням у вигляді помірному підвищення показника МА на фоні помірному зниження показників щодо лізису згустку; вихідні показники ІРЛЗ відповідають пригніченню ферментної літичної системи.

Наведені дані для пацієнтів з безсимптомним перебігом атеросклерозу відносять їх до пацієнтів у стані так званої тромбонебезпеки, що може реалізуватися у подальші тромбоемболічні події при відсутності належного профілактичного лікування.



## Висновки

Були отримані вищезазначені дані, та на їх підставі можна сформулювати наступні твердження:

1. Проба з локальною подвійною гіпоксією верхньої кінцівки може використовуватися як стрес-тест у пацієнтів з безсимптомним перебігом атеросклерозу судин.

2. При проведенні зазначеного тесту здорові добровольці віднесені до типу 1 компенсованого, а пацієнти з атеросклерозом – до типу 3 декомпенсованого відносно реакції системи гемостазу на подразник.

3. Моделюваний випадок ішемії підсилює вихідні порушення РАСК у пацієнтів на безсимптомний атеросклероз судин, а саме: гіперагрегацію тромбоцитів, активація прокоагуляційних механізмів, пригнічення ланок антикоагуляції та фібрінолізу.

4. Дані НПТЕГ у досліджуваній когорті пацієнтів дають цінну інформацію для планування профілактичної терапії щодо розвитку тромбоемболічних подій.

## Література

1. Roma Pahwa, Ishwarlal Jialal. Atherosclerosis. // StatPearls. - StatPearls Publishing; 2023 Jan. [Інтернет-видання] Посилання: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507799/> (дата останнього входу 11.11.2023).

2. Dichgans M, Pulit SL, Rosand J. Stroke genetics: discovery, biology, and clinical applications. *Lancet Neurol.* 2019 Jun;18(6):587-599. [PubMed]

3. Mohd Nor NS, Al-Khateeb AM, Chua YA, Mohd Kasim NA, Mohd Nawawi H. Heterozygous familial hypercholesterolaemia in a pair of identical twins: a case report and updated review. *BMC Pediatr.* 2019 Apr 11;19(1):106. [PMC free article] [PubMed]

4. Paul S, Lancaster GI, Meikle PJ. Plasmalogens: A potential therapeutic target for neurodegenerative and cardiometabolic disease. *Prog Lipid Res.* 2019 Apr;74:186-195. [PubMed]

5. Tarabrin O., Shcherbakov S., Gavrychenko D., Saleh O., Lyoshenko I., Kushnir O. Can we use the low-frequency piezoelectric tromboelastography for diagnosis coagulation disorders? *European Journal of Anaesthesiology.* 2013. 30(51). 92.

6. Тарабрин О. А. Использование пробы с двукратной локальной гипоксией верхней конечности для определения риска тромбоопасности / О. А. Тарабрин, С. С. Щербаков, Д. Г. Гавриченко // Біль, знеболювання та інтенсивна терапія. – 2010. – № 3. – С. 9–12.

## References

1. Roma Pahwa, Ishwarlal Jialal. Atherosclerosis. // StatPearls. - StatPearls Publishing; 2023 Jan. [Інтернет-видання] Посилання: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507799/> (дата останнього входу 11.11.2023).

2. Dichgans M, Pulit SL, Rosand J. Stroke genetics: discovery, biology, and clinical applications. *Lancet Neurol.* 2019 Jun;18(6):587-599. [PubMed]

3. Mohd Nor NS, Al-Khateeb AM, Chua YA, Mohd Kasim NA, Mohd Nawawi H.



Heterozygous familial hypercholesterolaemia in a pair of identical twins: a case report and updated review. BMC Pediatr. 2019 Apr 11;19(1):106. [PMC free article] [PubMed]

4. Paul S, Lancaster GI, Meikle PJ. Plasmalogens: A potential therapeutic target for neurodegenerative and cardiometabolic disease. Prog Lipid Res. 2019 Apr;74:186-195. [PubMed]

5. Tarabrin O., Shcherbakov S., Gavrychenko D., Saleh O., Lyoshenko I., Kushnir O. Can we use the low-frequency piezoelectric thromboelastography for diagnosis coagulation disorders? European Journal of Anaesthesiology. 2013. 30(51). 92.

6. Tarabrin, O. O. Using a sample with two-fold local hypoxia of the upper extremity to determine the risk of thrombosis [Ispolzovanie probyi s dvukratnoy lokalnoy gipoksiyey verhney konechnosti dlya opredeleniya riska tromboopasnosti] / O. A. Tarabrin, S. S. Shcherbakov, D. G. Havrychenko // BIl, zneboluyvannya ta Intensivna terapiya. – 2010. – Vol. 3. – S. 9–12.

**Abstract.** *The work is devoted to the evaluation of the state of hemostatic potential in patients who, during a preventive examination, were found to have an asymptomatic course of vascular atherosclerosis; demonstration of the changes that occur during the test with double hypoxia of the upper extremity in this group of patients and healthy volunteers according to the data of low-frequency piezoelectric thromboelastography; possible variants of correction of pathology in the regulation of the aggregate state of the blood.*

**Key words:** *thromboelastography, atherosclerosis, test, double local hypoxia of the upper extremity, LPTEG.*