

## Вплив температури на в'язкість крові: аналіз зв'язку між температурою та кровообігом

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*У цій темі розглядається вплив температури на в'язкість крові та аналізується зв'язок між температурою тіла та динамікою кровообігу. Дослідження засноване на вивченні властивостей крові при різних температурних умовах і їх зв'язку з фізіологічними параметрами. Проаналізовано, як зміни температури впливають на різні аспекти в'язкості крові, такі як рівень згортання, розширення або звуження кровоносних судин, а також інші фактори, які можуть відігравати ключову роль у регуляції кровообігу в організмі.*

**Ключові слова:** в'язкість крові, гемодинаміка крові, кровообіг.

Якщо кровоносну систему людини розглядати як замкнуту систему, яку можна виразити законом Пуазейля. Цей закон описує зв'язок між потоком в'язкої рідини через циліндричну трубу (або кровоносну судину в даному випадку) враховуючи такі фактори, як різниця тиску, в'язкість рідини та розміри посудини.

Гемодинамічна рівновага визначається параметрами, такими як тиск, в'язкість крові, швидкість потоку, швидкість кровотоку та діаметр судин. В'язкість крові описується як опір рідини течії. Це означає, що є певні опори у кровообігу, які пов'язані з тертям між елементами крові та між стінками судин та кров'ю. Для того щоб кров можна було транспортувати через судини, необхідно витратити енергію.

Таким чином, енергія, яку витрачає кровоносна система, залежить від рівня в'язкості крові. Тиск крові та швидкість кровотоку розглядаються як форми енергії в системі кровообігу. Це вказує на те, що для забезпечення потоку крові і підтримання гемодинамічної рівноваги потрібна енергія, яка витрачається через різні фактори, включаючи в'язкість крові[1].

Швидкість і тиск кровотоку можна визначити за допомогою закону Пуазейля як:

$$v = \frac{1}{4\eta L} (F_1 - F_2)(a^2 - r^2)$$

а також артеріальний тиск можна виразити через наступне рівняння:

$$Q = \frac{\pi a^4}{8\eta L} (F_1 - F_2)$$

де  $\eta$  – в'язкість рідини,  $F_1$  і  $F_2$  – початковий і кінцевий поперечний тиск крові,  $L$  – довжина,  $a$  – радіус судини,  $r$  – відстань від центру для текучої частинки.

Таким чином, щоб зберегти рівновагу рівняння сталою в системі кровообігу, артеріальний тиск буде зростати, коли в'язкість крові збільшується [2,3].

Температура тіла людини знижується у холодному середовищі. Зниження температури крові може призвести до зниження швидкості кровотоку через підвищення в'язкості крові, це пояснює труднощі при навантаженнях, що спостерігаються в холодному середовищі. Оскільки основною метою системи контролю кровообігу є підтримання об'єму кровотоку на постійному та достатньому рівні, високий артеріальний тиск, може бути наслідком фізіологічної компенсації зниження швидкості кровотоку.

Підсумовуючи, вплив зміни температури має глибокий вплив на розподіл рідини внаслідок зміни в'язкості крові в моделі розподілу рідини *in vitro*. Знання про такі зміни кровотоку може допомогти у визначенні оптимальних стратегій перфузії у випадках звуження судин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yildirim Çinar, A. Mete Şenyol, Kamber Duman, Blood viscosity and blood pressure: role of temperature and hyperglycemia, American Journal of Hypertension, Volume 14, Issue 5, May 2001, Pages 433–438
2. Li P, Pan Q, Jiang S, Yan M, Yan J, Ning G. Development of Novel Fractal Method for Characterizing the Distribution of Blood Flow in Multi-Scale Vascular Tree. *Front Physiol.* 2021 Jul 29;12:711247. doi: 10.3389/fphys.2021.711247. PMID: 34393827; PMCID: PMC8358817.
3. Stammers AH, Vang SN, Mejak BL, Rauch ED. Quantification of the effect of altering hematocrit and temperature on blood viscosity. *J Extra Corpor Technol.* 2003 Jun;35(2):143-51. PMID: 12939024.

**Снядовський Владислав Юрійович** – аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем. факультету інформаційних електронних систем. Вінницький національний технічний університет м. Вінниця, e-mail: ra15b.sniadovskyi@gmail.com.

**Тимчик Сергій Васильович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем. факультету інформаційних електронних систем. Вінницький національний технічний університет м. Вінниця, e-mail: tymchyk@vntu.edu.ua

## The effect of temperature on blood viscosity: analysis of the relationship between temperature and blood circulation

### Abstract

*This topic examines the effect of temperature on blood viscosity and analyzes the relationship between body temperature and circulatory dynamics. The study is based on the study of blood properties at different temperature conditions and their relationship with physiological parameters. It analyzed how changes in temperature affect various aspects of blood viscosity, such as the level of coagulation, dilation or constriction of blood vessels, as well as other factors that can change the key role of blood circulation regulation in the body.*

**Key words:** blood viscosity, blood hemodynamics, blood circulation.

**Vladyslav Y. Sniadovskyi** – a graduate student at the Department of Biomedical Engineering and Optical-Electronic Systems. Faculty of Information Electronic Systems. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ra15b.sniadovskyi@gmail.com.

**Serhiy V. Tymchuk** – Cand. Sc., Assistant Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optical-Electronic Systems. Faculty of Information Electronic Systems. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tymchuk@vntu.edu.ua