

БІОЛОГІЧНИЙ ГОДИННИК: ЯК КЛІТИНИ РЕАГУЮТЬ НА ЗМІНИ У ЧАСІ ТА ОСВІТЛЕНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі коротко охарактеризована важливість вивчення особливостей функціонування біологічного годинника, а також взаємозв'язків між деякими патологіями та функціонуванням біологічного годинника.

Ключові слова: нейродегенеративні захворювання, циркадні ритми, біологічний годинник, супрахіазматичне ядро.

Abstract

This work briefly characterizes the importance of studying the features of the biological clock's functioning, as well as the interconnections between certain pathologies and the functioning of the biological clock.

Keywords: neurodegenerative diseases, circadian rhythms, biological clock, suprachiasmatic nucleus.

Вступ

Біологічний годинник – узагальнена назва внутрішніх механізмів або регуляторів, завдяки яким організми орієнтуються у часі доби, порах року тощо. Ця орієнтація базується на суворій періодичності фізико-хімічних процесів, що відбуваються у клітинах (ендогенних біологічних ритмах). Здатність до відліку часу властива будь-якій клітині еукаріотів [1].

Дослідження показали, що пацієнти з нейродегенеративними розладами мозку, такими як хвороба Альцгеймера (БА), хвороба Паркінсона (ХП) і хвороба Хантінгтона (ХН), мають певні порушення біологічного годинника [2]. Аномалії біологічного годинника включали затримку сну, порушення ритму кортизолу та терморегуляції, зниження рівня мелатоніну вночі та порушення експресії генів біологічного годинника (наприклад, *Bmal1*, *Rev-Erb*, *Per1*, *Per2*, *Cry1* та *Cry2*). Таким чином, вивчення особливостей реакції клітин на світло є перспективним.

Основна частина

Клітини реагують на світло шляхом зміни експресії таких генів: *BMAL1*, *BMAL2*, *CLOCK*, *CRY1*, *CRY2*, *PER1*, *PER2*, *PER3*, які регулюють і контролюють транскрипцію та трансляцію. Шляхом зміни експресії цих генів можна впливати на багато сигнальних шляхів, і таким чином на фізіологію клітини [3].

Так, на популяції нейронів *SCN* (в супрахіазматичному ядрі) було показано, що при низькій інтенсивності (0,1 люкс у щурів і 1 люкс у хом'яків) світла може пригнічуватися електрична активність нейронів, тоді як висока інтенсивність світла збільшує швидкість активації нейронів залежно від інтенсивності. Цю активність пов'язують зі зміною активності генів *PER1*, *PER2* [4].

Цікаво, що гени біологічного годинника також регулюють безліч інших процесів, зокрема, наприклад *BMAL1* регулює адипогенез, дифференціацію адипоцитів, метаболізм вуглеводів. У мишей, дефектних за геном *BMAL1* з'являються аритмії, погіршується обмін вуглеводів [5].

Таким чином, взаємозв'язок між патофізіологією деяких захворювань і біологічними ритмами може бути наслідком того, що гени біологічного годинника виконують і інші функції.

Окрім цього, певні молекули, що знаходяться у клітині можуть служити свого роду біологічним годинником. Іони, метаболіти, мікроРНК були запропоновані як компоненти біологічного годинника, але дослідження приписують відстеження хронометражу білкам. Таким чином, стан посттрансляційної модифікації, кількості, конформації або комплексоутворення білка модулюється з часом, щоб служити часовим маркером [6].

Висновки

Клітини реагують на світло шляхом зміни експресії генів, та відстежують час за зміною стану відповідних білків (рецепції їх конформації, змін у посттрансляційній модифікації). Гени, що реагують на світло часто виконують також й інші функції, таким чином пов'язуючи розвиток деяких захворювань, зокрема нейродегенеративних, із циркадними ритмами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лановенко О. Г., Остапішина О. О. Словник–довідник з екології : навчально-методичний посібник. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. 22 с.
2. Gaikwad S. The biological clock: Future of neurological disorders therapy. *Neural Regen Res.* 2018. Vol. 13 (3). P. 567-568. URL : <https://doi.org/10.4103/1673-5374.228764>
3. Reddy S, Reddy V, Sharma S. Physiology, Circadian Rhythm. [Updated 2023 May 1]. *StatPearls.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024 Jan. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519507/>
4. Ramkisoensing A, Meijer J. H. Synchronization of Biological Clock Neurons by Light and Peripheral Feedback Systems Promotes Circadian Rhythms and Health. *Front Neurol.* 2015 Jun 5;6:128. URL : <https://doi.org/10.3389%2Ffneur.2015.00128>
5. Marcheva B, Ramsey K. M, Peek C. B, Affinati A, Maury E, Bass J. Circadian clocks and metabolism. *Handb Exp Pharmacol.* 2013. Vol. 217. P. 127-155. URL : https://doi.org/10.1007/978-3-642-25950-0_6
6. Gliech C. R, Holland A. J. Keeping track of time: The fundamentals of cellular clocks. *Journal of Cell Biology.* 2020. Vol 219 (11). Article e202005136. URL : <https://doi.org/10.1083/jcb.202005136>

Попович Марія Олексіївна — студентка групи БМІ-22б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: asyna1406@gmail.com

Науковий керівник: **Штофель Дмитро Хуанович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Maria Oleksiivna Popovych — student of BMI-22b group, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: asyna1406@gmail.com

Supervisor: **Shtofel Dmytro Kh.** — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor at the Department of Biomedical engineering and optical-electronic systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia