МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ НАН УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗООЛОГІЇ ІМ. І.І. ШМАЛЬГАУЗЕНА НАН УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
НІЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИКОЛИ ГОГОЛЯ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА
УНІВЕРСИТЕТ ГРИГОРІЯ СКОВОРОДИ В ПЕРЕЯСЛАВІ
ГІДРОЕКОЛОГІЧНЕ ТОВАРИСТВО УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКЕ НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ПАРАЗИТОЛОГІВ

Проблеми та перспективи розвитку сучасної біології та біологічної освіти

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

За матеріалами
І Всеукраїнської науково-практичної конференції
від 29-30 жовтня 2021 р.

ЖИТОМИР
Видавець ПП «Євро-Волинь»
2021

УДК 378.147:57
П 78

Рекомендовано до друку вченою радою
Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол № 22 від 26 листопада 2021 року)

Рецензенти:
Бордюг Наталія – доктор педагогічних наук, доцент, директор комунального закладу позашкільної освіти «Обласний еколого-натуралістичний центр» Житомирської обласної ради
Житова Олена – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології та захисту лісу Поліського національного університету
Поліщук Наталія – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри методики викладання навчальних предметів комунального закладу «Житомирський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» Житомирської обласної ради

Редакційна колегія:
Киричук Галина Євгеніївна – ректор ЖДУ імені Івана Франка, д. б. н., проф. (голова);
Боцян Тетяна Вікторівна – проректор з наукової і міжнародної роботи ЖДУ імені Івана Франка, к.е.н., доц.;
Корнійчук Наталія Миколаївна – проректор з навчальної роботи ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;
Афанасьєв Сергій Олександрович – директор Інституту гідробіології НАН України, д.б.н., проф.;
Гнатуш Світлана Олексіївна – завідувач кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка, к.б.н., проф.;
Грубінко Василь Васильович – завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін Тернопільського національного університету імені Володимира Гнатюка, д.б.н., проф.;
Жовнерчук Ольга Валентинівна – старший науковий співробітник відділу акарології Інституту зоології імені І.І. Шмальгаузена НАН України, к.б.н.;
Кузьменко Людмила Петрівна − доцент кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, к.б.н., доц.;
Романенко Віктор Дмитрович – почесний директор Інституту гідробіології НАН України, академік НАНУ, д.б.н. проф.;
Романенко Олександр Вікторович – завідувач кафедри біології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, академік НАНУ, д.б.н., проф.;
Харченко Віталій Олександрович – заступник директора Інституту зоології імені І.І. Шмальгаузена НАН України, д.б.н., ст.н.с.;
Шапран Юрій Петрович – завідувач кафедри біології, методології і методики навчання Університету Григорія Сковороди в Переяславі, д.пед.н., проф.;
Юришинець Володимир Іванович – заступник директора Інституту гідробіології НАН України з наукової роботи, д.б.н.;
Романюк Руслана Костянтинівна – декан природничого факультету ЖДУ імені Івана Франка, д.пед.н., к.б.н., доц.;
Павлюченко Олеся Вікторівна – завідувач кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;
Єрмошина Тетяна Вікторівна – доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;
Шевчук Світлана Юріївна – доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка, к.б.н., доц.;
Печериця Галина Дмитрівна − лаборант кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи ЖДУ імені Івана Франка.

Матеріали друкуються в авторській редакції. За достовірність фактів, власних імен та інші відомості відповідають автори публікацій. Думка редакції може не збігатися з думкою авторів.

ISBN 978-617-7992-22-5

© Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2021
© Видавець ПП «Євро-Волинь», 2021

7. Comparative histological structure of the gastrointestinal mucosa in human and white rat: a bibliographic analysis / V.H. Hryn [et al.]. *Wiadomosci Lekarskie*. 2018. T. LXXI. №7. P. 1398–1403.

8. General comparative anatomy of human and white rat digestive systems: a bibliographic analysis / V.H. Hryn [et al.]. *Wiadomosci Lekarskie*. 2018. T. LXXI. №8. P. 1599–1602.

УДК 57.043:544.722.14:612.111

МОДУЛЯЦІЯ ПОСТГІПЕРТОНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ ЕРИТРОЦИТІВ ЛЮДИНИ АМФІФІЛЬНИМИ СПОЛУКАМИ

О.Є. Ніпот[1], Н.А. Єршова[2], Н.М. Шпакова[3], С.С. Єршов[4], Н.В. Орлова[5], О.А. Шапкіна[6]

[1,2,3,4,5,6] Інститут проблем кріобіології та кріомедицини НАН України, вул. Переяславська, 23, Харків, 61016, Україна

На даний час відомо, що постгіпертонічний шок є переважною формою пошкодження еритроцитів при розморожуванні. Висока концентрація солі, що утворюється при заморожуванні, призводить до ушкодження клітин після подальшого нагрівання та розведення до ізотонічних умов внаслідок танення льоду. Сучасні уявлення про постгіпертонічний шок базуються на гіпотезі надлишкового накопичення іонів натрію у внутрішньоклітинному середовищі шляхом зв'язування його з білковими молекулами. При відтаюванні білки звільняють іони у відповідь на розведення цитоплазми, що спричиняє вхід у клітину надлишкової води, і може відбуватися лізис при перевищенні межі пружності мембрани [1]. Застосування амфіфільних речовин, що здатні впливати на такі характеристики, як площа поверхні, плинність та проникність мембрани [2–5] може привести до зменшення рівня лізису та збереження більшої кількості клітин.

Метою роботи є вивчення впливу трифторперазину та децилсульфату натрію на постгіпертонічний шок еритроцитів людини.

Для дослідження використовували еритроцити, отримані з донорської крові людини, заготовленої на гемоконсерванті «Глюгіцир» («Біофарма», Україна). Після видалення плазми еритромасу двічі відмивали шляхом центрифугування (центрифуга «ОПн-3У4.2», Киргизстан) при 1000 g протягом 3 хвилин у 10-кратному об'ємі фізіологічного розчину (NaCl 0,15 моль/л; Na-фосфатний буфер 0,01 моль/л, pH 7,4). Постгіпертонічний шок здійснювали перенесенням еритроцитів з гіпертонічного розчину (етап дегідратації, 1,65 моль/л NaCl) в ізотонічний розчин (етап регідратації, 0,15 моль/л NaCl) при 0 та 37 °С. Децилсульфат натрію у концентрації 200-1400 моль/л, трифторперазин у концентрації 50-300 моль/л додавали у середовище регідратації. Вміст гемоглобіну в супернатанті визначали спектрофотометричним методом. Кількість іонів калію визначали за допомогою іонометру ЕВ-74 з використанням іоноселективного електрода Еліс-121К і електрода порівняння ЕВЛ-1М3.1.

Для всіх зразків проводили обчислення середнього арифметичного значення і значення середньоквадратичної помилки (M±m). Статистичну обробку отриманих експериментальних результатів проводили за допомогою програми «Statistica 6.0» («StatSoft Inc.», США).

З отриманих даних видно, що додавання амфіфільної речовини у середовище регідратації при 37°С або не впливає на рівень пошкодження еритроцитів ссавців, або призводить до збільшення показників гемолізу при застосуванні децилсульфату натрію у концентраціях більш ніж 800 мкмоль/л, трифторперазину – більш ніж 50 мкмоль/л. При 0°С проявляється захисний ефект амфіфільних сполук та спостерігається зниження рівня гемолізу у певному концентраційному діапазоні кожної з досліджуваних речовин. Так у випадку децилсульфату натрію максимальний захисний ефект спостерігається у діапазоні 200-600 мкмоль/л; у випадку трифторперазину – 100-200 мкмоль/л. Максимальне зниження рівня гемолізу складає 3,4 та 3,2 рази для децилсульфату натрію та трифторперазину, відповідно.

Враховуючи загальну спроможність амфіфільних сполук неспецифічно впливати на регулювання функції іонних каналів [2] та їх здатність до формування тимчасових дефектів проникності [5], було цікаво дослідити вплив досліджуваних амфіфілів на втрату калію еритроцитами в розчинах дегідратації та регідратації. Отримані дані демонструють, що у середовищі, що містить 0,15 моль/л NaCl не спостерігається втрати іонів калію, як у відсутності, так і у присутності амфіфільних сполук при обох температурах у досліджуваному часовому діапазоні. У середовищі, що містить 1,65 моль/л NaCl втрата іонів калію складає у контрольних зразках 90±3% та 56±2%, у присутності децилсульфату натрію – 94±6% та 59%±5, у присутності трифторперазину – 90±8% та 58±5% при 37°С та 0°С, відповідно. Видно, що як трифторперазин, так і децилсульфат натрію не впливають на вихід калію з клітин людини та кролика в досліджуваних середовищах при 0 та при 37°С.

Відомо, що залежно від використовуваних концентрацій амфіфільні сполуки проявляють як захисний, так і прогемолітичний ефект в ізосмотичних [6–9] або гіпоосмотичних умовах [5, 8]. Одним з можливих пояснень захисної дії амфіфільних сполук на клітини при концентраціях нижчих за критичну концентрацію міцелоутворювання є вплив амфіфільних сполук на іонні канали [2, 6] та утворювання тимчасових дефектів проникності [5, 8]. Передбачається, що амфіфіли при інтеркаляції в ліпідний бішар мембрани швидко викликають перебудови всередині бішару і що ці перебудови пов’язані зі зміною проникності мембрани. Швидкий відтік іонів зменшує різницю в осмотичному тиску між внутрішньою та зовнішньою частиною клітини, тим самим захищаючи клітини. Але наші дослідження показали відсутність впливу досліджуваних амфіфільних сполук на вихід калію з еритроцитів людини. Отже вплив амфіфілів на проникність мембрани еритроцитів для іонів калію в досліджуваних умовах не є причиною прояву захисного ефекту. З іншого боку відомо, що інтеркаляція амфіфілів у мембрани спричиняє зміну форми клітин, збільшує її об’єм, змінює організацію та розмір ліпідних рафтів [4, 6, 10, 12, 13]. Таким чином, можна припустити, що захисний ефект досліджуваних

сполук реалізується за рахунок вбудовування молекул амфіфілів в ліпідний бішар, збільшення площі поверхні та радіусу клітини і, як наслідок, збільшення критичного гемолітичного об'єму.

Література

1. Muldrew K. The salting-in hypothesis of post-hypertonic lysis. *Cryobiology*. 2008. Vol. 57, No 3. P. 251–256.

2. Lundbæk J.A. Lipid Bilayer–mediated Regulation of Ion Channel Function by Amphiphilic Drugs. *J Gen Physiol*. 2008. Vol. 131, No 5. P. 421–429.

3. Steinkopf S., Schelderup A.K., Gjerde H.L., Pfeiffer J., Thoresen S., Gjerde A.U., Holmsen H. The psychotropic drug olanzapine (Zyprexa®) increases the area of acid glycerophospholipid monolayers. *Biophysical Chemistry*. 2008. Vol. 134, No 1-2. P. 39–46.

4. Habibi S., Lee H.Y., Moncada-Hernandez H., Gooding J., Minericka A.R. Impacts of low concentration surfactant on red blood cell dielectrophoretic responses. *Biomicrofluidics*. 2019. Vol. 13, No. 5. 054101. DOI: https://doi.org/10.1063/1.5113735.

5. Hägerstrand H., Isomaa B. Amphiphile-induced antihaemolysis is not causally related to shape changes and vesiculation. *Chemico-Biological Interactions.*1991. Vol. 79, No 3. P. 335–347.

6. Uesono Y, Toh-e A, Kikuchi Y, Araki T, Hachiya T, Watanabe CK, Noguchi K, Terashima I. Local anesthetics and antipsychotic phenothiazines interact nonspecifically with membranes and Inhibit hexose transporters in yeast. *Genetics*. 2016. Vol. 202, No 3. P. 997–1012.

7. Семионова Е.А., Чабаненко Е.А., Орлова Н.В., Зубов П.М., Шпакова Н.М. К вопросу о механизме антигемолитического действия хлорпромазина в условиях постгипертонического шока эритроцитов. *Проблемы криобиологии и криомедицины*. 2017. Т. 27, № 3. С. 219–229.

8. Malheiros S. V. P., Meirelles N. C., de Paula E. Pathways involved in trifluoperazine-, dibucaine- and praziquantel-induced hemolysis *Biophysical Chemistry* 2000. No. 83. P. 89–100.

9. Malheiros S.V.P., Brito M. A., Brites D., Meirelles N. C. Membrane effects of trifluoperazine, dibucaine and praziquantel on human erythrocytes. *Chemico-Biological Interactions*. 2000. No. 126. P. 79–95.

10. Wesołowska O., Michalak K., Hendrich A.B. Direct visualization of phase separation induced by phenothiazine-type antipsychotic drugs in model lipid membranes. *Molecular Membrane Biology*. 2011. Vol.28, No 2. P. 103–14.

11. Alvesa I., Stanevab G., Tessierac C., Salgadod G.F., Nussac P. The interaction of antipsychotic drugs with lipids and subsequent lipid reorganization investigated using biophysical methods. *Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes*. 2011. Vol. 1808, No 8. P. 2009–2018.

12. Ficarra S., Russo A., Barreca D., Giunta E., Galtieri A., Tellone E. Short-Term Effects of Chlorpromazine on Oxidative Stress in Erythrocyte Functionality: Activation of Metabolism and Membrane Perturbation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016. Article ID 2394130. P. 1–10.