

**ІСТОРИЯ РОЗВИТКУ ВЧЕННЯ ПРО ІМУННУ СИСТЕМУ****В.В. Мельник<sup>1</sup>, Д.В. Проняєв<sup>2</sup>, В.В. Кривецький<sup>2</sup>, Н.Р. Ємельяненко<sup>2</sup>, О.П. Кучук<sup>2</sup>, В.Л. Волошин<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна<sup>2</sup>Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

**Ключові слова:** імунна система, історія медицини, імунітет, патогени, вакцина.

Буковинський медичний вісник. 2023. Т. 27, № 3 (107). С. 115-121.

**DOI:** 10.24061/2413-0737.27.3.107.2023.19

**E-mail:**  
kryvetskyj@bsmu.edu.ua

**Резюме.** Імунна система — це велика мережа органів, лейкоцитів, білків (антитіл) і хімічних речовин. Ця система працює злагоджено, щоб захистити організм від чужорідних патогенів (бактерій, вірусів, паразитів і грибків), які спричиняють інфекцію, хвороби та захворювання. Імунна система людини наполегливо працює, щоб зберегти здоров'я. Її завдання полягає в тому, щоб запобігати інвазіям патогенів, знищувати їх або обмежувати ступінь їхньої шкоди, якщо вони потраплять. Коли імунна система працює належним чином, вона може розрізняти, які клітини є «своїми», а які речовини є чужорідними для організму. Вона активує, мобілізує, атакує та вбиває чужорідні організми, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини. Вважається, що вперше термін «імунітет» використаний ще Фуکیدом — визначним давньогрецьким філософом, істориком, політологом та полководцем. Він вперше виявив стійкість одужалої людини до повторного захворювання. З того часу сотні видатних науковців присвятили своє життя вивченню надскладних процесів, що відбуваються в імунній системі людини при інвазії. Значним поштовхом у розвитку імунології, як науки, стало винайдення вакцини. У 1885 році Пастер увів першу вакцину людині, молодому хлопчику, якого неодноразово кусала скажена собака. Імунологія досягла значного прогресу наприкінці XIX століття завдяки швидким розробкам у вивченні гуморального імунітету та клітинного імунітету. У 1903 році було відкрито гуморальний компонент, відомий як опсонін, який робить цільові бактерії придатними для фагоцитозу. Особливо важливою була робота Пауля Ерліха, який запропонував теорію бічного ланцюга для пояснення специфічності реакції антиген-антитіло. Його внесок у розуміння гуморального імунітету був визнаний присудженням спільної Нобелівської премії в 1908 році разом із засновником клітинної імунології російським зоологом Іллею Мечніковим, який вперше у 1880 році сформулював фагоцитарну теорію. Сучасні імунологи, використовуючи інструменти молекулярної та клітинної біології, геноміки, протеоміки, зроблять крок у запобіганні смерельним хворобам. Очікується, що світ стане свідком подальшого вибуху знань у галузі імунології в найближчі десятиліття. Потрібні спільні зусилля, спрямовані на такі предмети, як імунологія пухлин, аутоімунітет і вакцинологія, щоб розробити стратегії захисту від багатьох хвороб.

**HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF THE SCIENCE OF THE IMMUNE SYSTEM****V.V. Melnyk, D.V. Proniaiev, V.V. Kryvetskyi, N.R. Emelianenko, O.P. Kuchuk, V.L. Voloshyn**

**Key words:** immune system, history of medicine, immunity, pathogens, vaccine.

Bukovinian Medical Herald.

2023. V. 27, № 3 (107). P. 115-121.

**Resume.** The immune system is a large network of organs, white blood cells, proteins (antibodies), and chemicals. This system works in concert to protect the body from foreign pathogens (bacteria, viruses, parasites, and fungi) that cause infection, disease, and illness. The human immune system works hard to stay healthy. Its task is to prevent the invasion of pathogens, destroy them or limit the extent of their damage if they enter. When the immune system is working properly, it can distinguish which cells are "own" and which substances are foreign to the body. It activates, mobilizes, attacks and kills foreign organisms that can harm human health. It is believed that the term "immunity" was used for the first time by Thucydides - a prominent ancient Greek philosopher, historian, political scientist and military leader. For the first time, he discovered the resistance of a recovered person to a recurrence of the disease. Since that time, hundreds of outstanding scientists have devoted their lives to the study of extremely complex processes that occur in the human immune system during invasion. The invention of the vaccine became a significant impetus in the development of immunology as a science. In 1885, Pasteur administered the first vaccine to a human, a young boy who had been repeatedly

*bitten by a rabid dog. Immunology made significant progress in the late 19th century due to rapid developments in the study of humoral immunity and cellular immunity. In 1903, a humoral component known as an opsonin was discovered that makes target bacteria suitable for phagocytosis. Particularly important was the work of Paul Ehrlich, who proposed the side chain theory to explain the specificity of the antigen-antibody reaction. His contribution to the understanding of humoral immunity was recognized by awarding a joint Nobel Prize in 1908 together with the founder of cellular immunology, the Russian zoologist Ilya Mechnikov, who first formulated the phagocytic theory in 1880. Modern immunologists, using the tools of molecular and cellular biology, genomics, and proteomics, will take a step towards preventing fatal diseases. The world is expected to witness a further explosion of knowledge in the field of immunology in the coming decades. Collaborative efforts across subjects such as tumor immunology, autoimmunity, and vaccinology are needed to develop strategies to protect against multiple diseases.*

**Вступ.** Імунологія – наука, яка вивчає структуру та функції імунної системи. Перше посилання на термін «імунітет» відоме під час афінської чуми у 430 році до нашої ери. Фуکیدід зазначив, що люди, які одужали від попереднього нападу хвороби, могли доглядати за хворими, не захворюючи вдруге. У Х столітті перський лікар Абу Бакр Мухаммад Ібн Закарія Аль Разі (також відомий як Разес) написав першу зареєстровану теорію набутого імунітету, зазначивши, що напад віспи захищає тих, хто вижив, від майбутніх інфекцій. Хоча він пояснював імунітет наявністю «надлишкової вологи», яка видається з крові, що запобігає повторному виникненню хвороби. Ця теорія пояснила багато відомих у той час спостережень щодо віспи. У XVIII столітті П'єр-Луї Моро де Мопертюї експериментував з отрутою скорпіона і помітив, що певні собаки та миші мають імунітет до цієї отрути.



Фуکیدід

П'єр-Луї Моро  
де Мопертюї

Разес

Перші зареєстровані спроби навмисно викликати імунітет, шляхом вдихання здоровою людиною через ніздрі або занурення в її рани на шкірі, висушених кірок із пустул хворих людей (техніка, що називається варіоляцією), здійснені в Китаї та Туреччині ще в XV столітті. У 1718 році леді Мері Вортлі Монтегю, дружина британського посла в Константинополі, англійська письменниця - мандрівниця, відома «Турецькими листами» – першим твором світської жінки про мусульманський схід, спостерігала позитивний вплив варіоляції на місцеве населення та застосувала цю техніку до своїх дітей, і першою поширила в Європі таку методику вакцинування. Методика була значно вдосконалена англійським лікарем Едвардом Дженнером у 1798 році. Учених заінтригував той факт, що ті доярки, які перехворіли на коров'ячу віспу (легке захворювання), згодом мали імунітет до віспи.



Едвард Дженнер

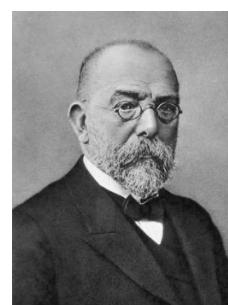


Мері Вортлі Монтегю

Дженнер міркував, що введення рідини з пустули коров'ячої віспи людям може захистити їх від віспи. Щоб перевірити цю ідею, він прищепив 8-річному хлопчику рідину з пустули коров'ячої віспи, а пізніше навмисно заразив дитину віспою. Як і передбачалося, віспою дитина не захворіла. Техніка Дженнера – щеплення коров'ячою віспою для захисту від віспи швидко поширилася Європою. Незважаючи на те, що імунологічними процедурами користувались ще у XVIII столітті – практика варіотерапії та вакцинації Дженнера, справжньою наукою імунологія стала лише у XIX столітті. Починаючи з 1880 року, світ став свідком справжнього потоку прогресу, стимульованого як Пастером і його учнями, так і Робертом Кохом і його колегами. Величезний внесок у розвиток імунології зробили Пастер, Ру, Мечников, Борде, Кох, Пфайффер, Ерліх та інші. Луї Пастер у своїй роботі, присвяченій дослідженню холери птахів, сибірської виразки та сказу показав, що ці організми після ослаблення можуть бути використані спеціально для захисту людини від хвороби, яку вони спричинили. З цього народилася надзвичайна серія досліджень, які стали основою сучасної імунології



Луї Пастер



Роберт Кох

## Наукові огляди

як науки.

У 1885 році Пастер вів першу вакцину людині, молодому хлопчику, якого неодноразово кусала скажена собака.

Еміль фон Берінг і Кітасато в 1890 році прищепили тваринам токсини дифтерії та правця для отримання нейтралізуючої антитоксинової сироватки. Вони запровадили пасивну імунізацію в сучасній медицині, за що фон Берінг був удостоєний Нобелівської премії в 1901 році і став першим нобелівським лауреатом із фізіології або медицини. Ці та інші спостереження щодо набутого імунітету були пізніше використані Луї Пастером при його розробці концепції вакцинації та запропонованій ним теорії мікробів. Теорія Пастера була в прямій опозиції до сучасних тоді теорій хвороб, таких як теорія міазмів. Лише після доказів Роберта Коха 1891 року, за які він був удостоєний Нобелівської премії у 1905 році, мікроорганізми були підтверджені як причина інфекційних захворювань. Віруси підтверджені як патогени для людини в 1901 році, коли Вальтер Рід відкрив вірус жовтої лихоманки.



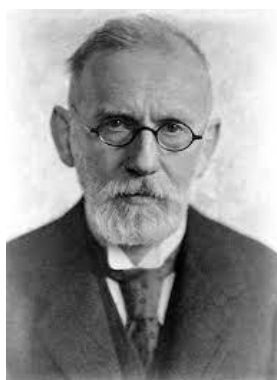
*Еміль Адольф фон Бєрінг*



*Кітасато Сибасабуру*



*Вальтер Рід*



*Пауль Ерліх*

Імунологія досягла значного прогресу наприкінці XIX століття завдяки швидким розробкам у вивченні гуморального імунітету та клітинного імунітету. У 1903 році Алмрот Райт і Стюарт Дуглас відкрили гуморальний компонент, відомий як опсонін, який робить цільові бактерії придатними для фагоцитозу.

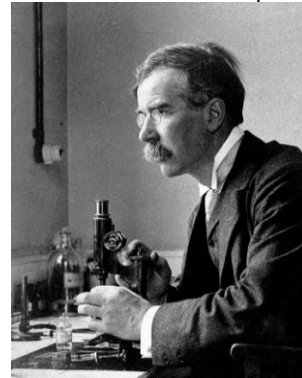
Особливо важливою була робота Пауля Ерліха, який запропонував теорію бічного ланцюга для пояснення специфічності реакції антиген-антитіло. Його внесок у

розуміння гуморального імунітету був визнаний присудженням спільної Нобелівської премії в 1908 році разом із засновником клітинної імунології російським зоологом Іллею Мечніковим, який вперше у 1880 році сформулював фагоцитарну теорію. Він припустив, що основою запалення є клітинна реакція. Судинні та нервові реакції є вторинними. Далі він припустив, що усунення або знищення патогенів було єдиною функцією фагоцитарних клітин. Згодом багато науковців припускали наявність розчинних речовин (гуморальних факторів), які мають бактерицидну дію.

У 1905 році Клеменс фон Пірке і Бела Шик опублікували блискучу серію досліджень дітей, яких лікували протидифтерійною сироваткою коней, що призвело до небажаної реакції. Потім вони представили концепцію, згідно з якою всі процеси імунологічної реактивності можуть бути не корисними для хазяїна, і вони назвали хворобу, спричинену імунною відповіддю на кіньський білок, терміном «сироваткова хвороба», який все ще використовується. У тому ж десятилітті Ніколас Моріс Артїос і Чарльз Ріше описали шкірний



*Ілля Мечніков*



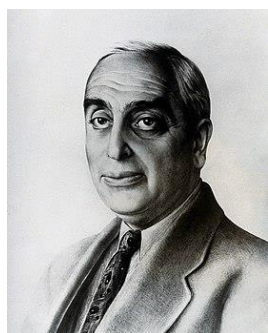
*Алмрот Райт*



*Стюарт Дуглас*



*Клеменс фон Пірке*



*Бела Шик*



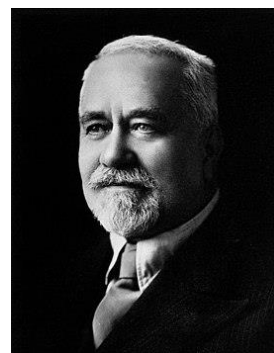
*Чарльз Ріше*



Ніколас Моріс Артїбс

Ріхард Фрідріх  
Йоганн Пфейффер

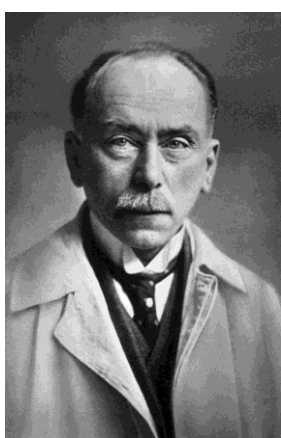
Еміль Адольф фон Бєринг



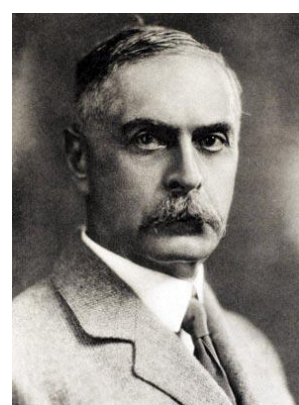
Альберт Кальметт



Ганс Ернст Август Бюхнер

Жюль Жан-Батїст  
Венсан Бордє

Каміль Герен



Карл Ландштейнер

васкулїт і анафілаксію у тварин. У 1913 році Чарльз Рїше отримав Нобелівську премію за його роботу з анафілаксії.

Ріхард Фрідріх Йоганн Пфейффер виявив *in vivo* явище цитолізу *Vibrio cholerae* (1894-1895), після внутрішньочеревної інюкуляції *V. Cholerae*, імунізованій морській свинці. Цей ранній експеримент дозволив Пфейфферу, а пізніше Бюхнеру і Борде зрозуміти механізм цитолізу, опосередкованого комплементом. У 1919 році Жюль Борде був удостоєний Нобелівської премії за роботу над комплементом.

Досягнувши успіху в пасивній імунізації проти дифтерії та правця, фон Беринг застосував цю концепцію до туберкульозу та зазнав невдачі. Роберту Коху також довелося змиритися з невдачею у створенні імунітету проти туберкульозу. Зрештою, французькі вчені Альберт Кальметт і Каміль Герен виявили ефективну вакцину *Bacille Calmette-Guérin* (БЦЖ) проти туберкульозу (1921). Вакцина була виготовлена з атенуйованого штаму *Mycobacterium bovis*.

XX століття стало свідком феноменального прогресу в розумінні імунологічних концепцій. Практика переливання крові від людини до людини була ризикованою та непередбачуваною до відкриття Карлом Ландштейнером груп крові. На знак визнання його видатної роботи зі з'ясування груп крові та резус-фактора йому була присуджена Нобелівська премія в 1930 році.

Концепція імунокомплексів та їх важливий внесок в імунопатологію з'явилися разом із розробкою радіоактивних індикаторів та імунофлуоресцентних

барвників. За допомогою цих індикаторів і барвників чужорідні білки позначали та відстежували після їх уведення в організм і досліджували їхні остаточні патологічні наслідки. Неможливо було зрозуміти функцію клітин в імунній відповіді за допомогою обмежених методів, доступних на початку століття. Помічено лімфоцити та припущено їх важливість, але ці монотонно схожі на вигляд клітини було важко вивчити. Розробка імунофлуоресцентних методів (Кунс та його колеги, 1942), що дозволяють локалізувати унікальні продукти, запровадження сучасної білкової хімії та використання методів клітинних культур значною мірою допомогло зрозуміти величезну складність системи захисту.

Час від часу висувалася низка теорій, щоб пояснити специфіку, пам'яті та інші особливості імунної відповіді. Інструктивні теорії, такі як пряма шаблонна теорія (Брейл та Хауровіц, 1930; Александр, 1931; Мадд, 1932) і непрямі теорії (Бернет та Феннер, 1949) були предметом критики Нільса Джерне та Бернета. Пропозиція Бернета щодо теорії клонального відбору була загально визнаною, оскільки ця теорія перенесла імунологічну специфічність на клітинний рівень. Теорія клонального відбору також пояснювала толерантність, оскільки видалення або пригнічення цілого клону клітин відбувалося до або незабаром після народження. Бернет отримав Нобелівську премію в 1960 році, яку він розділив з Пітером Медаваром.

У роз'ясненні структури антигїл основна заслуга належала Родні Р. Портеру та Джеральду М. Едельману. Едельман показав, що молекула імуноглобуліну має поліпептидні ланцюги, два важких і два легких. За видатний внесок вони були удостоєні Нобелівської

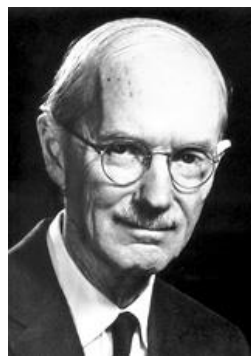
## Наукові огляди



Альберт Гьюетт Кунс



Сер Френк Макфарлейн Бернет



Джордж Дейвіс Снелл



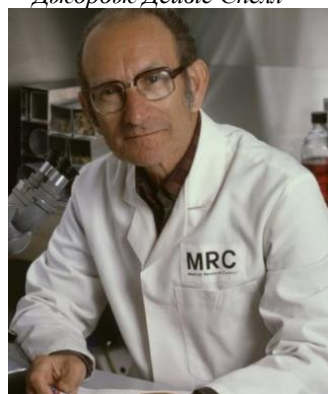
Нільс Кай Ерне



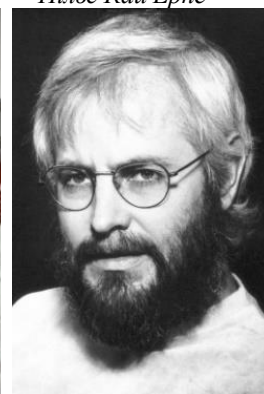
Родні Портер



Джеральд Едельман



Сезар Мільштейн



Георг (Жорж Жан Франц) Келер

премії в 1972 році.

Існування маркерів біологічної індивідуальності (антигенів гістосумісності) вперше було припущено Гором у 1937 році. Снелл у 1948 році показав, що локус H-2 миші є генетично складним. Доссе ідентифікував локус людського лейкоцитарного антигену (HLA) або головний комплекс гістосумісності (MHC). Бенасерраф показав, що гени локусів, що визначають HLA, можуть контролювати імунну відповідь. У 1980 році Снелл, Доссе і Бенасерраф отримали Нобелівську премію за відповідний внесок у цій галузі.

У 1984 році Нільс Ерн був удостоєний Нобелівської премії за внесок в імунологію – найважливішу роль у розробці концепції клональності та за опис мережі ідіотипів у регуляції імунної відповіді.

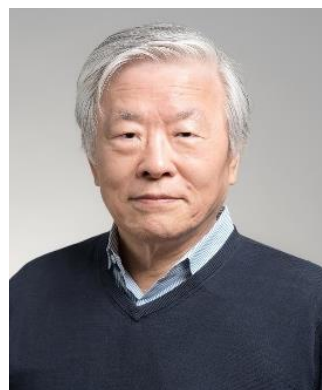
Геніальний метод великомасштабного виробництва моноклональних (моноспецифічних) антитіл (mAb) проти будь-якого бажаного антигену був розроблений Сезаром Мільштейном, Георгом (Жорж Жан Франц) Келером та Нільсом Кайом Ерне у 1975 році. Вони



Жан Доссе



Барух Бенасерраф



Сталварт (Сусуму Тонегава)

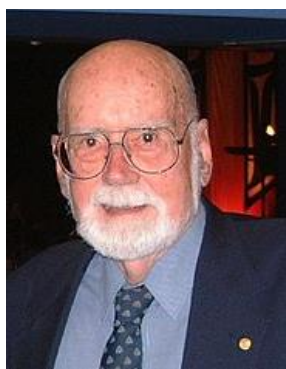


Джозеф Мюррей

створили гібридну клітину за допомогою злиття антитілоутворюючої клітини з мієломною клітиною. Виробництво mAb за допомогою гібридомної техніки створило революцію в галузі імунології, відкривши різноманітні дослідження, діагностичні та терапевтичні процедури. На знак визнання їхньої роботи вони були удостоєні Нобелівської премії в 1984 році.

Сталварт (Сусуму Тонегава) був удостоєний Нобелівської премії в 1987 році за дослідження генетики та виробництва антитіл.

Мюррей і Томас були удостоєні Нобелівської премії в 1990 році за роботу «Використання імуносупресивних препаратів у трансплантації». Доєрті та Зінкернагель також були удостоєні Нобелівської премії в 1996 році за роботу «Роль комплексу гістосумісності у розпізнаванні антигену Т-клітинами». У 2002 році Сідней Бреннер, Роберт Хорвіц і Дж. Е. Салстон отримали Нобелівську премію за «Генетичну регуляцію розвитку органів і загибель клітин (апоптоз)».



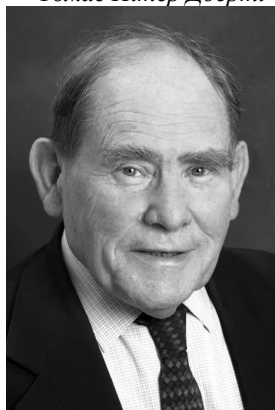
Едвард Доннал



Томас Пітер Доєрті



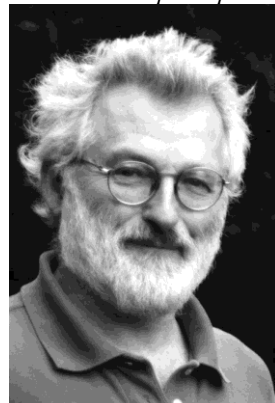
Рольф Мартін Цинкернагель



Сідней Бреннер



Роберт Хорвіц



Джон Едвард Салстон

Імунологія як предмет надзвичайно зросла за останні 100 років. Луї Пастер, Мечников, Ерліх, Борде та багато інших зробили важливий і вирішальний внесок у народження та потужний розвиток науки імунології. Обсяг накопиченого детального знання вже досяг пароксизмальної пропорції, і швидкість накопичення, навіть не зменшуючись, сама по собі зростає. Але найбільш невтішним фактом є те, що теоретичний вибух знань не зміг внести значний внесок у вирішення таких важливих ситуацій, як алергія, трансплантація органів та аутоімунні захворювання та навіть, за іронією долі, протиінфекційні захворювання.

Якщо і був певний прогрес, який є результатом практичного аспекту чистих наукових знань, то це сфера вакцинології. Контроль над кількістю захворювань, які спричиняють значну смертність і захворюваність, досягнув надзвичайного прогресу, але залишається

гостра потреба у вакцині проти інших хвороб. Щорічно мільйони смертей у всьому світі спричинені туберкульозом, малярією та синдромом набутого імунодефіциту (СНІД) – захворюваннями, проти яких не існує ефективних вакцин. Є надія, що сучасні імунологи, використовуючи інструменти молекулярної та клітинної біології, геноміки, протеоміки, зроблять крок у запобіганні цим хворобам. Очікується, що світ стане свідком подальшого вибуху знань у галузі імунології в найближчі десятиліття. Потрібні спільні зусилля, спрямовані на такі предмети, як імунологія пухлин, аутоімунітет і вакцинологія, щоб розробити стратегії захисту від багатьох хвороб, які калічать. Зрештою те, що перетворилося на точний і потужний інструмент, створений природою для забезпечення тривалого виживання виду, можливо, буде використано для покращення якості життя.

#### References

1. Waldmann H. Reprogramming the immune system. *Immunol Rev.* 2002 Jul;185:227-35. DOI: 10.1034/j.1600-065x.2002.18519.x.
2. Kay NE, Ackerman SK, Douglas SD. Anatomy of the immune system. *Semin Hematol.* 1979 Oct;16(4):252-82.
3. Yoo BB, Mazmanian SK. The Enteric Network: Interactions between the Immune and Nervous Systems of the Gut. *Immunity.* 2017 Jun 20;46(6):910-26. DOI: 10.1016/j.immuni.2017.05.011.
4. Cohen IR, Efroni S The Immune System Computes the State of the Body: Crowd Wisdom, Machine Learning, and Immune Cell Reference Repertoires Help Manage Inflammation. *Front Immunol.* 2019 Jan 22;10:10. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00010. eCollection 2019.
5. Canoui E, Launay O. History and principles of vaccination. *Rev Mal Respir.* 2019 Jan;36(1):74-81. DOI: 10.1016/j.rmr.2018.02.015.
6. Ribatti D, Tamma R, Elieh Ali Komi D. The morphological basis of the development of the chick embryo immune system. *Exp Cell Res.* 2019 Aug 15;381(2):323-29. DOI: 10.1016/j.yexcr.2019.05.027.
7. Sanders VM, Kohm AP. Sympathetic nervous system interaction with the immune system. *Int Rev Neurobiol.* 2002;52:17-41. DOI: 10.1016/s0074-7742(02)52004-3.
8. Gasisova AI, Atkenova AB, Ahmetzhanova NB, Murzabekova LM, Bekenova AC. Morphostructure of Immune System Organs in Cattle of Different Age. *Anat Histol Embryol.* 2017 Apr;46(2):132-42. DOI: 10.1111/ah.12245.
9. Dobosz P, Dzieciatkowski T. The Intriguing History of Cancer Immunotherapy. *Front Immunol.* 2019 Dec 17;10:2965. DOI: 10.3389/fimmu.2019.02965.
10. Ribatti D. The Staining of Mast Cells: A Historical Overview. *Int Arch Allergy Immunol.* 2018;176(1):55-60. DOI: 10.1159/000487538.
11. Liu X, Wu J. History, applications, and challenges of immune repertoire research. *Cell Biol Toxicol.* 2018 Dec;34(6):441-57. DOI: 10.1007/s10565-018-9426-0.
12. Goldman AS, Chheda S. The Immune System in Human Milk: A Historic Perspective. *Ann Nutr Metab.* 2021;77(4):189-96. DOI: 10.1159/000516995.
13. Moulin AM. The immune system: a key concept for the history of immunology. *Hist Philos Life Sci.* 1989;11(2):221-36.
14. Ribatti D. Historical overview of lymphangiogenesis. *Curr Opin Immunol.* 2018 Aug;53:161-66. DOI: 10.1016/j.coi.2018.04.027.
15. Igea JM. The history of the idea of allergy. *Allergy.* 2013 Aug;68(8):966-73. DOI: 10.1111/all.12174.

---

---

**Наукові огляди**

---

---

**Відомості про авторів**

**Мельник Вероніка Василівна** – студентка Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна.

**Кривецький Віктор Васильович** – д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <http://orcid.org/0000-0002-9902-1113>.

**Проняєв Дмитро Володимирович** – д-р мед. наук, доцент, професор кафедри анатомії людини імені М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0001-8096-4640>.

**Смельяненко Наталія Романівна** – асистент кафедри анатомії людини імені М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-7610-3474>.

**Волошин Володимир Леонідович** – канд. біол. наук, асистент кафедри медичної біології та генетики Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

**Кучук Олег Петрович** – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедри офтальмології Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

**Information about the authors**

**Melnyk Veronika Vasylivna** – student of Ivano-Frankivsk National Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**Kryvetskyi Viktor Vasyliovych** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Human Anatomy named after M.H. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <http://orcid.org/0000-0002-9902-1113>

**Proniaiev Dmytro Volodymyrovych** – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Human Anatomy named after M.H. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0001-8096-4640>

**Yemelianenko Nataliya Romanivna** – assistant at the Department of Human Anatomy named after M.H. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-7610-3474>

**Voloshyn Volodymyr Leonidovych** – Assistant at the Department of Medical Biology and Genetics, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**Kuchuk Oleh** – Assistant Professor at the Department of Ophthalmology, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

*Надійшла до редакції 29.09.23*

*Рецензент – проф. О.Б. Боднар*

*© В.В. Мельник, Д.В. Проняєв, В.В. Кривецький,  
Н.Р. Смельяненко, О.П. Кучук, В.Л. Волошин, 2023*