

ІСТОРІЯ РАДІОЛОГІЇ В КОНТЕКСТІ ДОСЯГНЕНЬ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

Тетяна БІРЮКОВА, Володимир ФЕДІВ,
Олена ОЛАР, Оріся МИКИТЮК,

ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет»,
м. Чернівці (Україна),
tanokbir@mail.ru; vfediv@ukr.net;
elena.olar@mail.ru, orusia2@gmail.com

Надія ГАЙДИЧУК,

Державний вищий навчальний заклад
"Чернівецький політехнічний коледж", м. Чернівці (Україна),
nadejda2016@gmail.com

THE HISTORY OF RADIOLOGY IN THE CONTEXT OF THE ACHIEVEMENT OF SCIENCE

Tatyana BIRIUKOVA, Volodymyr FEDIV,
Olena OLAR, Orysiya MYKYTYUK,

Higher State Educational Establishment of Ukraine
„Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi (Ukraine),
RESEARCHER ID C-3855-2017, ORCID 0000-0003-4112-7246
RESEARCHER ID D-1027-2017, ORCID 0000-0002-5033-1356
RESEARCHER ID C-3084-2017, ORCID 0000-0002-2467-6932
RESEARCHER ID C-3687-2017, ORCID 0000-0001-8514-7092

Nadiya HAYDYCHUK,

State higher educational establishment
"Chernivtsi Polytechnic College", Chernivtsi (Ukraine),

Бірюкова Татьяна, Федив Владимир, Олар Елена, Гайдичук Надежда, Микитюк Оріся. История радиологии в контексте достижений естественных наук. В статье рассмотрены основные исторические этапы развития радиологии. Приведены примеры достижений различных направлений развития, использования для диагностических и лечебных целей методик рентгенодиагностики, радионуклидной диагностики; рентгеновской компьютерной томографии.

Ключевые слова: рентген, радионуклид, излучения, томография, диагностика, лечение.

Вступ. Радіологія – галузь знань, яка вивчає використання іонізуючого та неіонізуючого випромінювання в медицині. Медична радіологія включає в себе дві основні медичні дисципліни: променевою діагностику (діагностичну радіологію) і променевою терапію (радіаційну терапію).

На сьогоднішній день розрізняють такі основні види променевої діагностики: рентгенодіагностику, радіонуклідну діагностику, ультразвукову діагностику, магніто-резонансну візуалізацію, а також термографію, інтервенційну радіологію (виконання лікувальних процедур із одночасним контролем променевою діагностикою). Променевою терапією вивчає застосування іонізуючих випромінювань для лікування хвороб.

Основна частина. Розвиток радіології, як самостійної дисципліни, визначається досягненнями фізики, хімії, техніки та біології. Виникненню радіології спонукали відкриття рентгенівських або X-променів (1895) і природної радіоактивності (1896).

У 1895 р. В.К.Рентген,¹ працюючи з катодною трубкою, виявив світіння флуоресцентних кристалів, що знаходилися на столі недалеко від трубки. Трубка була екранована чорним папером, тому Рентген прийшов до висновку про існування невидимих променів, що здатні проходити через папір і скло. Так були відкриті X-

промені, що стало відомо з публікації В.К.Рентгена від 28 грудня 1895 року. Відкриттю X-променів передувало дослідження катодних променів у розріджених газах вченим українського походження І. Пулюєм за допомогою створеної ним «лампи Пулюя» у 80-х роках XIX століття. І.Пулюй опублікував дві статті під назвою “Про виникнення катодних променів і їх фотографічну дію” на сторінках “Доповідей Віденської Академії наук” 13 лютого та 5 березня 1896 р. і тільки 9 березня 1896 р. та 29 квітня В.К.Рентген опублікував у європейських журналах свої результати досліджень X-променів. У 1901 році Рентген за відкриття X-променів став першим лауреатом Нобелівської премії в галузі фізики.

Відразу після відкриття X-променів почали використовувати для діагностики, а згодом і з лікувальною метою. 20 січня 1896 р. у Дортмунді (штат Нью-Гемпшир, США) за допомогою рентгенівських променів лікарі проводили медичне обстеження пацієнта з переломом руки. Спочатку рентгенівські знімки робили для розпізнавання металевих чужорідних тіл, переломів і захворювань кісток. У подальшому були розроблені способи рентгенологічного дослідження серця, легень, шлунка та інших органів. У 1896-1899 рр. з'явилися перші повідомлення про успішне застосування рентгенівського випромінювання для епіляції та лікування дерматозів, а

¹ Bekman I.N. Radiohimia [Radiochemistry], Tom VII, Radiatsionnaya i yadernaya meditsina: fizicheskie i himicheskie aspekty, Moskva, Shelkovo, 2012, 400 p.

а також про спроби провести рентгенотерапію пухлин внутрішніх органів. Під керівництвом Ю.П. Тесленка – Приходька у 1918 р. у Києві було організовано «Київську міську Рентген допомогу».

У 1896 р. Беккерель, вивчаючи мінеральний зразок урану, виявив промені з подібною до рентгенівських променів проникаючою здатністю (їх назвали беккерелівськими променями). Беккерель став першовідкривачем природної радіоактивності. У 1898 р. Резерфорд виявив, що нове випромінювання неоднорідне за складом, відкривши альфа- та бета- промені, а через рік Пол Віллард відкрив гамма-промені. У 1898 р. Марія Складовська-Кюрі та П'єр Кюрі виділили дві радіоактивні речовини: полоній і радій. У 1903 році Беккерель, а також П'єр і Марія Кюрі стали лауреатами Нобелівської премії з фізики за відкриття природної радіоактивності². У наступні 20 років були виявлені всі інші радіоактивні елементи природного походження. На сьогодні відомо біля 40 природних радіоактивних елементів. Необхідно відзначити, що дослідженнями природної радіоактивності займався і наш співвітчизник з Тернопільщини всесвітньо відомий професор Олександр Смакула, який за межами України, в Німеччині, де вчився і працював, в 1927 року завершив наукову працю “Земля і радіоактивність”.

Радій, першим із радіоактивних нуклідів, використовується для лікування злоякісних пухлин і діагностики захворювань серця. У 1899 р. у Швеції була проведена перша успішна спроба лікування ним раку.

У період з 1900-1922 рр. виявлена променева хвороба, що започаткувало вивчення біологічної дії іонізуючого випромінювання. Поширюючись у тканинах організму іонізуюче випромінювання викликає збудження та іонізацію атомів цих тканин. Розподіл іонів, які утворюються, залежить від природи і енергії випромінювання. Засновником радіаційної біології вважають автора першої в світі монографії з радіобіології - Е.С.Лондона, який досліджував гамма-випромінювання радію на ферменти, токсини та тканини тварин, показавши високу чутливість до цього опромінення кровотворної системи та статевих залоз. У 1925 році Г.С.Філіпов та Г.А. Надсон вперше встановили вплив випромінювання на спадковість, що стало початком розвитку радіаційної генетики.

У 1925 році Герман Блумгард (1895-1977)³, який був головним лікарем госпіталю у Бостоні і професором медицини у Гарвардській медичній школі, здійснив першу процедуру діагностики з використанням радіоактивних індикаторів на людях (на самому собі). Він виміряв швидкість кровотоку людини після ін'єкції фізіологічного розчину, який перебував під дією радону. Разом із Отто Єнсом, на той момент студентом 2 курсу медичного факультету, розробив перший прилад, який використовувався в діагностиці з радіоактивними індикаторами. Це була модифікована камера Вільсона. Ця подія фактично стала початком розробки інструментарію ядерної медицини, а Блумгард вважається батьком діагностичної

ядерної медицини. Перший етап використання рентгенівських променів малої потужності і природних радіоактивних ізотопів характеризувався розробкою загальних принципів і методів для радіології⁴.

Важливе значення для розвитку медичної радіології мали роботи Резерфорда. У 1908 році йому було присуджено Нобелівську премію з хімії «за проведені ним дослідження в області розпаду елементів у хімії радіоактивних речовин». У 1919 році шляхом бомбардування атомів азоту альфа-частинками він добився перетворення їх в ядра атомів кисню, тобто перетворення одного хімічного елемента в інший.

В подальшому визначним етапом у розвитку радіології стало відкриття у 1934 році штучної радіоактивності Ірен та Фредеріком Жоліо-Кюрі. За цей винахід у 1935 році вони стали лауреатами Нобелівської премії. Кюрі показали, що при опроміненні певних елементів альфа-частинками народжуються нові хімічні елементи, які володіють радіоактивністю. Вперше з'явилася можливість отримувати радіоактивні елементи штучним шляхом. У 1938 році дослідження лікаря С. Гертца та фізиків А. Робертса, Р.Еванса щодо впливу йодом-121 на функції щитоподібної залози започаткували систематичне використання радіонуклідів у клінічній медицині.

Ще один важливий крок на шляху становлення радіології зробив американський фізик Ернест Орландо Лоуренс. У 30-і роки він запропонував використовувати прискорення елементарних частинок для надання їм високих енергій і в 1931 році, побудувавши перший циклотрон, який став одним з основних джерел отримання штучних радіоактивних елементів і генерації електромагнітних випромінювань високих енергій. За винахід циклотрона в 1939 році Лоуренс став лауреатом Нобелівської премії. З'явилися циклотрони медичного призначення. Італійський фізик Фермі запропонував ефективний спосіб отримання радіоактивних елементів шляхом опромінення стабільних елементів нейтронами. У 1938 році Фермі отримав Нобелівську премію за «демонстрацію існування нових радіоактивних елементів, утворених при опроміненні нейтронами, і за пов'язані відкриття ядерних реакцій, викликані повільними нейтронами». У 1944 р. був запущений перший у світі атомний реактор, який став початком для конструювання реакторів, у яких на сьогодні отримують багато радіонуклідів медичного призначення.⁵

Першим комерційно доступним радіофармацевтичним препаратом став Йод-131. Його комерціалізація почалася у 1950 році. Наступний етап розвитку, який триває й сьогодні, був започаткований відкриттям технецію і його властивостей, спочатку він називався «елементом номер 43». Технецій сьогодні - один з найпоширеніших радіофармацевтичних засобів внаслідок здатності перебувати тривалий час у високоенергетичному стані.⁶

Процес виготовлення радіофармацевтичних препаратів, які використовуються як для діагностики, так і для лікування трудомісткий, оскільки їх неможливо виготовляти у великій кількості, враховуючи, що одна з базо-

² Chandra R. Nuclear medicine physics: The Basics [Radiology Pocket Atlas Series], 6 ed., Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 2004, 253 p.

³ Dennis D. Patton. «The Birth of Nuclear Medicine Instrumentation: Blumgart and Yens, 1925». *The journal of nuclear medicine*. 2003, Vol. 44 (8), P. 1362-1365. URL: <http://jnm.snmjournals.org/content/44/8/1362.full.pdf+html>

⁴ Davidovits P. *Physics in Biology and Medicine*, 2 ed., Elsevier, 2001, 320 p.

⁵ Goris M. *Nuclear medicine applications and their mathematical basis*, World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2011, 284 p.

⁶ Zolle I. *Technetium-99m Pharmaceuticals: Preparation and Quality Control in Nuclear Medicine*, Ed. Springer, 2007, 345 p.

вих характеристик – період напіврозпаду – може складати всього кілька годин, тому синтез препаратів часто проводиться індивідуально для кожного пацієнта. Радіофармакологія, яка займається питаннями кінетики радіоіндикаторів і розробкою та оцінкою різних радіофармацевтичних препаратів своїми успіхами завдячує методам математичного моделювання і фізичним методам аналізу.

Радіофармацевтичні препарати є основою радіонуклідної діагностики – методу візуалізації функціонального і анатомічного стану органів і тканин за допомогою випромінювання, отриманого від введеного всередину радіофармацевтичного препарату⁷. Відмінність цього методу від інших методів променевої діагностики полягає в тому, що для візуалізації випромінювання не проходить через тіло пацієнта (рентгенівські методи) і не відбивається від тканин (ультразвукові методи), а генерується всередині (емісійні методи).

Візуалізація органів відбувається за допомогою гамма-камер, у яких енергія поглинутих і розсіяних гамма-квантів перетворюється у фотони видимого випромінювання. Гамма-камера — основний інструмент радіонуклідної діагностики, який розроблений у 1957 році Хелом Енгером. Вимірювання проводять за допомогою радіографії та радіометрії. Використовується з метою ранньої діагностики серцево-судинних, онкологічних та інших захворювань.

Особливий вплив на розвиток радіології здійснила медична інформатика. Активне використання медичної інформатики призвело до виникнення принципово нових методів дослідження, які змінили медичну науку і лікарську діяльність. Створені такі прогресивні діагностичні технології: комп'ютерна, магніто-резонансна і емісійна томографія, ультразвукова та радіонуклідна діагностика. Високотехнологічні методи отримання зображень, рентгенівські методи – цифрова рентгенографія, флюорографія, ангіографія, радіонуклідна сцинтиграфія; ультразвукова візуалізація органів – сонографія, доплерівське картографування; пошарове дослідження органів - томографія^{8,9}. За допомогою комп'ютера планується і здійснюється променева терапія.

У 1972 році фізики Г. Хаунсфілд і А.Кормак запропонували метод рентгенівської комп'ютерної томографії, який базується на вимірюванні і складній комп'ютерній обробці різниці ослаблення рентгенівського випромінювання різними тканинами, і в 1979 році за цей винахід вони стали лауреатами Нобелівської премії. Цей метод започаткував сучасну томографію. З її допомогою можна визначити розмір, положення, форму, стан поверхні та будову будь-якого органу, його функції та щільність.

У зв'язку з дією іонізуючого випромінювання на організм і для пояснення його біологічної дії виникла необхідність у детальному дослідженні стимулювання іонізуючим випромінюванням різних радіаційно-хімічних процесів та розпочато детальне вивчення їх характерних закономірностей, що започаткувало нову галузь науки - радіаційну хімію. Термін був вперше введений Мілтоном Бертоном у 1945 році.

У 1946 році Фелікс Блох і Едвард Перселл вперше спостерігали явище ядерного магнітного резонансу, яке

лежить в основі діагностичного методу - магніто-резонансної томографії¹⁰. Цей неінвазивний діагностичний метод, запропонований у 1973 році професором хімії Полом Лотербуром, дозволяє отримати зображення потрібних ділянок тіла в різних площинах. Розвиток даного методу дослідження відзначені трьома Нобелівськими преміями: 1952 рік - фізики Фелікс Блох і Едвард Перселл, 1991 рік - хімік Річард Ернст, 2003 рік - хіміки Пол Лотербур і Пітер Мансфілд.

Висновок. Таким чином, розвиток медичної радіології невід'ємно пов'язаний з визначними досягненнями фізики, хімії, біології, техніки, які неодноразово були відзначені найвищою науковою нагородою – Нобелівською премією.

Biriukova Tatyana, Fediv Volodymyr, Olar Olena, Haydychuk Nadiya, Mykytyuk Orysa. The history of radiology in the context of the achievements of science. The article describes the main historical stages of Radiology, directly related to the significant achievements in physics, chemistry, biology and engineering. Radiology - discipline that studies using of ionizing and non-ionizing radiation in medicine. Medical Radiology includes two major medical disciplines: radiodiagnostics (diagnostic radiology) and radiotherapy (radiation therapy). In this article are shown major achievements of science and its application in medicine.

The establishment and development of Radiology started after X-rays (1895) and natural radioactivity (1896) discovering. X-rays were used for diagnosis and later for medical reasons immediately after discovering. Further development of radiology is linked to the following achievements: Rutherford's research led to the discovery of alpha and beta particles, and one year later Paul Villard discovered gamma rays. Studying radioactivity spouses Curie isolated two radioactive substances, polonium and radium. In the period between 1900-1922 appears notion of radiation illness, which initiated studding of biological effects of ionizing radiation. Hermann Blumgart works were the beginning of nuclear medicine instruments. Further remarkable step in the development of radiology was the discovery in 1934 of artificial radioactivity by Irene and Frederic Joliot-Curie. Another important step in the establishment of Radiology made American physicist Ernest Lawrence, who in the 30 years suggested the use of accelerating elementary particles to give them high energy. Italian physicist Fermi proposed effective method of radioactive elements getting by neutrons irradiating to stable elements. A particular influence on the development of Radiology made medical informatics. Active using of medical informatics led to the emergence of fundamentally new research methods that changed medical science and medical activities.

The contribution of Ukrainian scientists in the development of radiology is shown.

Key words: radiology, x-rays, radioactivity, ionizing radiation, imaging, diagnosis, treatment.

Бірюкова Тетяна - кандидат технічних наук, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, Вищій державній навчальній заклад України «Буковинський державний медичний університет».

Biriukova Tatyana - Ph.D., Associate Professor of the Department of Biological Physics and Medical Informatics, Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Федів Володимир - доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, Вищій державній навчальній заклад України

⁷ Nuclear medicine physics. J.J. Pedrosa de Lima, Ed. CRC PRESS, 2010, 524 p.

⁸ O'Malley C., Waxman B., Drosten S. Diagnosis imaging: nuclear medicine. Treatment: using radiopharmaceuticals, 1 ed., AMIRSYS, 2007, 200 p.

⁹ Saha G.B. Physics and radiobiology of nuclear medicine, 3 ed., Springer, 2009, 320 p.

¹⁰ Marusina M. Ya., Kaznacheeva A.O. Sovremennye vidy tomografiy [Modern types of imaging], SPbGU ITMO, 2006, 132 p.

«Буковинський державний медичний університет».

Fediv Volodymyr - Doctor of Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biological Physics and Medical Informatics, Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Олар Олена - кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет».

Olar Olena - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Biological Physics and Medical Informatics, Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Гайдичук Надія - викладач фізики та фундаментальних радіотехнічних дисциплін, спеціаліст вищої категорії, державний вищий навчальний заклад "Чернівецький політехнічний коледж".

Haydychuk Nadiya - a teacher of physics and radiotechnical fundamental disciplines, specialist of the highest category, State higher educational establishment "Chernivtsi Polytechnic College".

Микитюк Оріся - кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет».

Mykytyuk Orysiya - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Biological Physics and Medical Informatics department, Higher state educational establishment of Ukraine "Bukovinian State Medical University".

Received: 29. 03. 2017

Advance Access Published: April, 2017

© Т. Biriukova, V. Fediv, O. Olar, N. Haydychuk, O. Mykytyuk, 2017