

Наследие доктора Saul Hertz

М.С. Шеремета, М.О. Корчагина[✉], А.А. Трухин, Г.А. Мельниченко

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Москва, Россия

Аннотация

Saul Hertz – врач-эндокринолог, который придумал и воплотил в реальность использование радиоактивного йода (РЙ) в медицинских целях. История развития данного неинвазивного и эффективного метода лечения началась в 1936 г., когда Saul Hertz в рамках научной сессии спросил у президента Массачусетского технологического института Karl Compton о том, можно ли искусственно сделать йод радиоактивным. Положительный ответ стал началом научных исследований Saul Hertz. Вместе с физиком Arthur Roberts он изучал фармакокинетику радиоактивных изотопов йода и возможность их использования для диагностики и лечения заболеваний щитовидной железы (ШЖ). В 1938 г., с выделением ¹³¹I, испускающего γ- и β-лучи, имеющего период полураспада 8 дней, РЙ смогли применять не только в экспериментах, но и в клинической практике. 31 марта 1941 г. доктор Saul Hertz провел первую в истории терапию РЙ тиреотоксикоза. В настоящее время этот день именуется Всемирным днем тераностики. Впоследствии Saul Hertz стал основоположником радионуклидного лечения карциномы ШЖ, а по результатам его трудов разработаны принципы терапии РЙ дифференцированного рака ШЖ. В настоящее время в Гринвиче, штат Коннектикут, США, существуют Архивы доктора Saul Hertz (Dr. Saul Hertz Archives), которые хранят труды этого великого врача и ученого.

Ключевые слова: Saul Hertz, радиоактивный йод, история открытия, тераностика, тиреотоксикоз, рак щитовидной железы

Для цитирования: Шеремета М.С., Корчагина М.О., Трухин А.А., Мельниченко Г.А. Наследие доктора Saul Hertz. Терапевтический архив. 2024;96(10):1012–1016. DOI: 10.26442/00403660.2024.10.202885

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2024 г.

HISTORY OF MEDICINE

Legacy of Dr. Saul Hertz

Marina S. Sheremeta, Maria O. Korchagina[✉], Alexey A. Trukhin, Galina A. Mel'nichenko

Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

Abstract

Saul Hertz was a physician and scientist who invented and implemented the use of radioactive iodine (RAI) for medical purposes. The history of the development of this new non-invasive and effective method of treatment began in 1936, when Saul Hertz asked Karl Compton, president of the Massachusetts Institute of Technology: "Is it possible to artificially make iodine radioactive?" at the scientific session. The positive response was the beginning of Saul Hertz's research in the field of nuclear medicine. Together with physicist Arthur Roberts, he studied the pharmacokinetics of radioactive isotopes of iodine and the possibility of using them for the diagnosis and treatment of thyroid disease (TD). In 1938, with the release of ¹³¹I, which emits gamma and beta rays and has a half-life of 8 days, RAI could be used not only in experiments, but also in clinical practice. On March 31, 1941, Dr. Saul Hertz performed the first RAI therapy for thyrotoxicosis. Nowadays, March 31 is called World Theranostics Day. Subsequently, Saul Hertz became the founder of the radionuclide treatment of TD, and based on the results of his work, the principles of RAI therapy for differentiated TD were developed. Currently, there are Dr. Saul Hertz Archives in Greenwich (Connecticut, USA) that store the works of this great physician and scientist.

Keywords: Saul Hertz, radioactive iodine, history of the discovery, theranostics, hyperthyroidism, thyroid cancer

For citation: Sheremeta MS, Korchagina MO, Trukhin AA, Mel'nichenko GA. Legacy of Dr. Saul Hertz. Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.). 2024;96(10):1012–1016. DOI: 10.26442/00403660.2024.10.202885

Введение

Одним из быстро развивающихся направлений ядерной медицины (ЯМ) является тераностика – технология, обеспечивающая персонализированную радионуклидную терапию, которая, в частности, позволяет определить характеристики молекулярной терапевтической мишени и снизить радиационную нагрузку.

ЯМ – область медицины, использующая медицинские изотопы в составе радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП) для диагностики, лечения и мониторинга патологических процессов.

Первым РФЛП, одобренным Управлением по контролю пищевых продуктов и лекарств в США для лечения заболе-

ваний щитовидной железы (ЩЖ), стал радиоактивный йод (РЙ) ¹³¹I. Первые шаги в медицинском применении ¹³¹I сделаны доктором Saul Hertz и его коллегой, физиком Arthur Roberts [1].

Saul Hertz, врач-эндокринолог и отец тераностики, родился 20 апреля 1905 г. в Кливленде, штат Огайо, в семье ортодоксальных евреев (рис. 1). Его отец, Aaron Daniel Hertz, иммигрировал из Dobrzyń, Российская Империя (в настоящее время территория называется Golub-Dobrzyń, Польша). В 1929 г. Saul Hertz получил диплом врача в Гарвардской медицинской школе, после чего прошел интернатуру и ординатуру в Mount Sinai Hospital. В 1931 г. Saul Hertz принят на работу в Клинику щитовидной железы и Лабораторию

Информация об авторах / Information about the authors

[✉]Корчагина Мария Олеговна – аспирант.
E-mail: mashulia96@list.ru

Шеремета Марина Сергеевна – канд. мед. наук

Трухин Алексей Андреевич – канд. техн. наук

Мельниченко Галина Афанасьевна – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., зав. каф. клинической эндокринологии Института высшего и дополнительного профессионального образования, зам. дир. Центра по научной работе

[✉]Maria O. Korchagina. E-mail: mashulia96@list.ru;
ORCID: 0000-0002-6954-1126

Marina S. Sheremeta. ORCID: 0000-0003-3785-0335

Alexey A. Trukhin. ORCID: 0000-0001-5592-4727

Galina A. Mel'nichenko. ORCID: 0000-0002-5634-7877

метаболизма в Массачусетской больнице общего профиля (Massachusetts General Hospital), а в последующем стал директором Клиники Щитовидной Железы [2].

В то время вопрос о возможности лечения заболеваний ЩЖ стоял чрезвычайно остро. С 1870-х по 1930-е годы произошел прорыв в хирургии ЩЖ. Швейцарский хирург Emil Theodor Kocher разработал технику резекции ЩЖ, используя антисептические методы. Во время операции он производил точное и аккуратное рассечение капсулы ЩЖ и прибегал к лигированию артерий. Новый хирургический подход значительно повысил выживаемость после тиреоидэктомии (ТЭ). За свой вклад в изучение физиологии, патологии и хирургии ЩЖ он получил Нобелевскую премию [3]. В последующем американский хирург Frank Howard Lahey усовершенствовал технику ТЭ. Он выполнял операцию в 2 этапа и производил боковую перевязку нижней щитовидной артерии, выделяя возвратный гортанный нерв (ВГН). Последнее позволяло избежать повреждения ВГН во время операции и снижало частоту паралича мышц гортани [4].

Однако оперативное лечение оставалось дорогостоящим, а успех его во многом зависел от мастерства хирурга. Поиск других методов лечения привел к созданию нового, экономически более выгодного и безопасного терапевтического подхода. Первые упоминания о применении альтернативных радикальных методов с использованием радиоактивности в лечении заболеваний ЩЖ датируются 1904 г. [5]. Основными предпосылками для нехирургического лечения заболеваний ЩЖ стали изучение роли йода в синтезе тиреоидных гормонов, крупные события в области ЯМ, включая явление радиоактивности, открытое Antoine Becquerel, Marie и Pierre Curie, феномен искусственной радиоактивности, подробно описанный французскими физиками Frederic и Irene Joliot-Curie, а также синтез множества радиоактивных изотопов (РИ) итальянским физиком Enrico Fermi [6–9].

Отправная точка в исследовании РЙ

В 1936 г. Karl Compton, американский физик и президент Массачусетского технологического института, выступил с докладом «Что физика может сделать для биологии и медицины?» в Вандербильт-холле Гарвардской медицинской школы. Saul Hertz присутствовал на презентации и спросил Karl Compton о том, можно ли искусственно сделать йод радиоактивным? К тому моменту Saul Hertz уже активно изучал роль йода в физиологии ЩЖ в поисках нового неинвазивного и эффективного метода лечения токсического зоба [1, 10].

На заданный вопрос Karl Compton ответил лишь спустя месяц. В письме, адресованном Saul Hertz, он писал: «...Йод можно сделать радиоактивным искусственно. Он имеет период полураспада 25 минут и испускает гамма-лучи и бета-лучи (электроны) с максимальной энергией 2,1 миллиона вольт» (имеется в виду мегаэлектронвольт. – Прим. авт.) [11]. В ответном письме Saul Hertz выдвинул свое предположение: «Тот факт, что йод избирательно поглощается щитовидной железой при его введении в организм, позволяет надеяться, что йод, который можно сделать радиоактивным и который теряет свою радиоактивность так быстро, как вы описываете, будет ценным методом лечения в случае гиперактивной щитовидной железы» (рис. 2).

В 1937 г. Saul Hertz совместно с молодым физиком из Массачусетского технологического института Arthur Roberts приступил к изучению применения РЙ в качестве тераностика (радионуклида, подходящего и для терапии, и для диагностики) при заболеваниях ЩЖ. Основываясь на

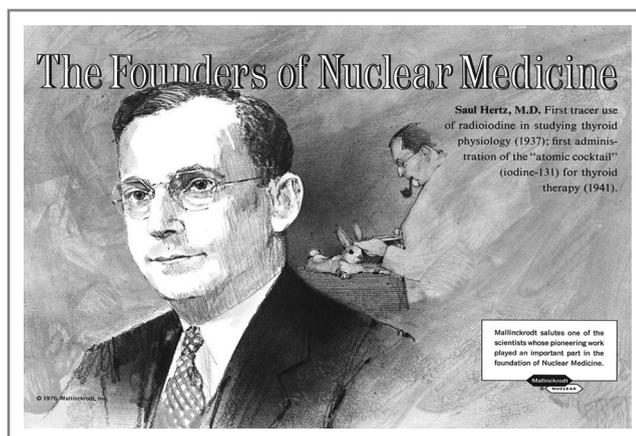


Рис. 1. Памятный плакат компании Mallinckrodt.

Надпись на плакате гласит: «Доктор Saul Hertz. Первое трейсерное использование радиоактивного йода в изучении физиологии щитовидной железы (1937 г.); первое введение “атомного коктейля” для лечения щитовидной железы (1941 г.)». Любезно предоставлено Dr. Saul Hertz Archives Greenwich, CT USA.

Fig. 1. Commemorative poster of Mallinckrodt.

The inscription on the poster reads: “Saul Hertz, M.D. First tracer use of radioiodine in studying thyroid physiology (1937); first administration of the “atomic cocktail” (iodine-131) for thyroid therapy (1941)”. Courtesy of The Dr. Saul Hertz Archives Greenwich, CT USA.

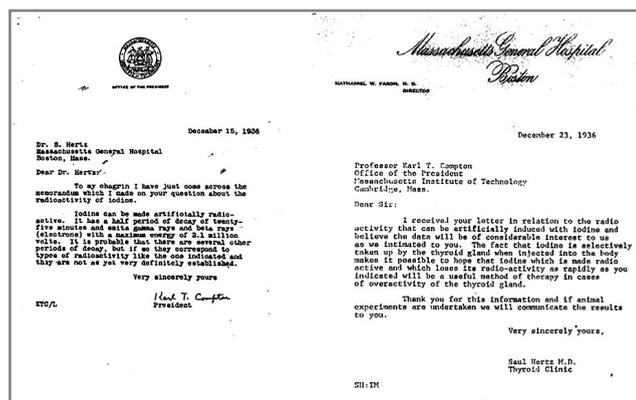


Рис. 2. Ключевые письма Karl Compton и Saul Hertz.

Любезно предоставлено Dr. Saul Hertz Archives Greenwich, CT USA.

Fig. 2. Key letters of Karl Compton and Saul Hertz. Courtesy of The Dr. Saul Hertz Archives Greenwich, CT USA.

работе E. Fermi, Arthur Roberts построил радий-бериллиевый источник нейтронов для создания ^{128}I – изотопа РЙ, период полураспада которого составлял 25 мин [10]. Именем ^{128}I упоминал Karl Compton в письме.

Первые доклинические исследования с использованием ^{128}I проведены на кроликах. Индекс накопления РЙ оценивали при различной функциональной активности ЩЖ, а излучение от тканей детектировали с помощью счетчика Гейгера–Мюллера. Результаты данных экспериментов позволяли на начальном уровне исследовать фармакокинетику йода. Оказалось, что индекс накопления РЙ в ЩЖ зависит от степени ее гиперплазии, а сам РЙ может быть использован для оценки функции ЩЖ (рис. 3).

РЙТ была резко снижена, тогда как хирургическое лечение оставалось дорогостоящим и обходилось в сотни долларов.

В 1945 г. Saul Hertz вернулся домой, а в 1946 г. присоединился к врачам больницы Beth Israel и продолжил свои исследования. 11 мая 1946 г. рукопись о первой РЙТ, авторами которой были Saul Hertz и Arthur Roberts, опубликована в журнале Американской медицинской ассоциации (JAMA). С тех пор эффективность РЙТ стала достоянием общественности [20].

РЙТ при раке щитовидной железы

Первые шаги в применении РЙТ при дифференцированном раке ЩЖ (ДРЩЖ) сделаны несколькими группами ученых, причем доктор Saul Hertz задумался над использованием РЙТ для лечения карциномы ЩЖ уже в 1937 г., во время своих доклинических исследований. Калифорнская команда во главе с доктором J. Hamilton и доктором M. Soley, а также доктор Reid и Albert S. Keston, эндокринолог Samuel M. Seidlin, врач и пионер радиотерапии рака David Waldron Smithers и, конечно, доктор Saul Hertz исследовали возможность использования РЙ при РЩЖ [21–23].

В 1942 г. Saul Hertz провел РЙТ по поводу РЩЖ [12]. Он писал: «В начале вышеупомянутых экспериментов (исследования на животных. – Прим. авт.) в 1937 г. возникла мысль о перспективных терапевтических возможностях радиоактивного йода в лечении карциномы щитовидной железы». В 1946 г. Saul Hertz сообщил о том, что его дальнейшая работа будет посвящена РЩЖ, который, по его мнению, является ключом к более важной проблеме – онкологии в целом. В 1946 г. Saul Hertz основал Научно-исследовательский институт РИ с клиниками и лабораториями в Бостоне и Нью-Йорке [24]. Журнал American Weekly Magazine цитировал Saul Hertz: «...ожидается спрос на РЙ и, по мере развития исследований в области рака и лейкемии, на другие радиоактивные препараты».

Заголовок статьи в The Harvard Crimson от 24 мая 1949 г. гласил: «Hertz собирается использовать ядерный распад в лечении рака». Saul Hertz отметил важность тесного взаимодействия технических наук и медицины для успешного развития обоих направлений. В этом же году Saul Hertz основал первое отделение ЯМ в Массачусетской женской больнице.

Доктор Saul Hertz умер в 1950 г. Только после его смерти, в 1957 г., американский врач William Henry Beierwaltes, основываясь на достижениях Saul Hertz, создал алгоритм лечения пациентов с ДРЩЖ. Он поддержал гипотезу Saul Hertz о сочетании хирургического вмешательства и РЙТ. Так, РЙТ стала рекомендоваться в качестве послеоперационного лечения: «Целесообразно назначить радиоактивный йод, чтобы завершить работу, которую начал хирург». Цель РЙТ при карциноме ЩЖ определена как полная абляция остаточной тиреоидной ткани для упрощения последующего мониторинга за состоянием пациента [10].

Один пациент, успешно прошедший лечение РЩЖ, описал РЙТ следующим образом: «...Лекарство, доставленное на крыльях молитвы, было открытием доктора Saul Hertz, чудом радиоактивного йода. Мало что может сравниться с таким мощным и ценным даром» [25].

Архивы доктора Saul Hertz

В настоящее время в Гринвиче, штат Коннектикут, США, располагаются Архивы доктора Saul Hertz (Dr. Saul Hertz Archives), которыми заведует его дочь, Barbara Hertz. В них хранятся первоисточники, включая корреспонденцию, данные клинических исследований, публикации, фотографии и другие исторические документы, подтверждающие, что Saul

Hertz стоял у истоков использования РЙ в медицине. Изначально часть материалов находилась в семейном доме Hertz. В 2020 г. силами историков медицины, архивариусов, специалистов ЯМ и тиреоидологов все данные о трудах Saul Hertz собраны, распределены по бескислотным папкам и коробкам и определены на хранение в Архивы доктора Saul Hertz.

Создан веб-сайт Saul Hertz, M.D., чья миссия заключается в предоставлении доступа к содержимому оригинальной коллекции Hertz и сохранении его наследия [2].

РЙТ в России

Внедрение РЙТ в России началось в 1950-х годах. С 1950 по 1954 г. проведены исследования фармакокинетики ^{131}I более чем в 200 случаях тиреотоксикоза. К 1967 г. команда исследователей во главе с В.Г. Спесивцевой пролечили около 500 человек с помощью РЙ [26]. В 1964 г. Ленинской премией была отмечена научно-исследовательская работа врача-эндокринолога и ученого Р.К. Исламбекова, посвященная РЙТ при заболеваниях ЩЖ. Терапию ДРЩЖ стали активно применять с 1982 г. на базе Института медицинской радиологии АМН СССР. В книгах В.И. Дедова и И.И. Дедова обобщены современные знания на 1993–1996 гг. о воздействии источников ионизирующего излучения на эндокринную систему человека и подходы к лечению РЙ [27, 28]. К сожалению, Чернобыльская авария и распад СССР привели к снижению интереса к РЙТ и частичной потере академической составляющей ЯМ России. К активному изучению вопроса вернулись уже ближе к 2010-м годам. В настоящее время Россия обладает специалистами и технологиями, которые не уступают зарубежным аналогам, а в некоторых ситуациях даже превосходят. ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» ведет активную просветительскую деятельность в вопросах получения, сохранения, передачи фундаментальных знаний и развития академической вертикали в области ЯМ.

Заключение

Первым успешным примером тераностической технологии стало использование РЙТ для лечения заболеваний ЩЖ более 80 лет назад. Доктор Saul Hertz подарил миру первый тераностический РФЛП и новый эффективный, безопасный метод лечения доброкачественных и злокачественных заболеваний ЩЖ. Основы применения РЙ, введенные Saul Hertz, неизменны в настоящее время. Мир чтит и хранит память о Saul Hertz и работу, которую он и другие ученые проделали для развития ЯМ.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Работа выполнена в соответствии с планом государственного задания. Регистрационный номер 123021000041-6.

Funding source. The work was carried out in accordance with the plan of the state assignment. Registration number is 123021000041-6.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Barbara Hertz за подачу идеи для статьи, редактирование

рукописи, предоставление архивных материалов для публикации.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to Barbara Hertz for submitting an idea for the article, editing the manuscript, and providing archival materials for publication.

Список сокращений

ВГН – возвратный гортанный нерв
ДРШЖ – дифференцированный рак щитовидной железы
РИ – радиоактивный изотоп
РЙ – радиоактивный йод
РЙТ – терапия радиоактивным йодом / радиойодтерапия
РФЛП – радиофармацевтический лекарственный препарат

РЩЖ – рак щитовидной железы
ТЭ – тиреоидэктомия
ЩЖ – щитовидная железа
ЯМ – ядерная медицина
BMR (Basal Metabolism Rate) – определение основного обмена

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Fahey FH, Grant FD, Thrall JH. Saul Hertz, MD, and the birth of radionuclide therapy. *EJNMMI Phys.* 2017;4(1):15. DOI:10.1186/s40658-017-0182-7
- Saul Hertz MD 1905–1950. Available at: <https://saulhertzmd.com>. Accessed: 13.05.2023.
- Kopp P, Theodor Kocher (1841–1917) Nobel prize centenary 2009. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2009;53(9):1176–80. DOI:10.1590/s0004-27302009000900015
- Do K, Ruan D, Frank Lahey. *Surgical Endocrinopathies.* 2015:113–6. DOI:10.1007/978-3-319-13662-2_18
- Румянцев П.О., Трухин А.А., Дегтярев М.В. Персонализированный подход к лечению тиреотоксикоза: история развития дозиметрических концепций. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2017;98(4):214–8 [Rumyantsev PO, Trukhin AA, Degtyarev MV. Personalized approach to thyrotoxicosis treatment: the history of dosimetric concepts development. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2017;98(4):214–8 (in Russian)]. DOI:10.20862/0042-4676-2017-98-4-214-218
- Kendall E. The isolation in crystalline form of the compound containing iodine, which occurs in the thyroid. *J Am Med Assoc.* 1915;LXIV(25):2042. DOI:10.1001/jama.1915.02570510018005
- Radanyi P, Villain J. The discovery of radioactivity. *Comptes Rendus Physique.* 2017;18(9–10):544–50. DOI:10.1016/j.crhy.2017.10.008
- Joliot F, Curie I. Artificial Production of a New Kind of Radio-Element. *Nature.* 1934;133(3354):201–2. DOI:10.1038/133201a0
- Fermi E. Radioactivity Induced by Neutron Bombardment. *Nature.* 1934;133(3368):757. DOI:10.1038/133757a0
- Ehrhardt JD Jr, Güleç S. A Review of the History of Radioactive Iodine Theranostics: The Origin of Nuclear Ontology. *Mol Imaging Radionucl Ther.* 2020;29(3):88–97. DOI:10.4274/mirt.galenos.2020.83703
- Compton K. Letter to Saul Hertz. In: Hertz Family Archive. 1936.
- Hertz B. A tribute to Dr. Saul Hertz: The discovery of the medical uses of radioiodine. *World J Nucl Med.* 2019;18(1):8–12. DOI:10.4103/wjnm.WJNM_107_18
- Hertz S, Roberts A, Evans R. Radioactive Iodine as an Indicator in the Study of Thyroid Physiology. *Experimental Biology and Medicine.* 1938;38(4):510–3. DOI:10.3181/00379727-38-9915p
- Oesper RE. An American genius the life of Ernest Orlando Lawrence, father of the cyclotron (childs, Herbert). *Journal of Chemical Education.* 1968;45(10). DOI:10.1021/ed045pa844
- Kauffman GB. Lawrence, Ernest Orlando (1901–1958), physicist. American National Biography Online. Available at: <https://www.anb.org/display/10.1093/anb/9780198606697.001.0001/anb-9780198606697-e-1300960>. Accessed: 13.05.2023.
- Livingood J, Seaborg G. Radioactive Iodine Isotopes. *Physical Review.* 1938;53(12):1015. DOI:10.1103/physrev.53.1015.2
- Шеремета М.С., Трухин А.А., Корчагина М.О. Применение радиоактивных веществ в медицине – история и перспективы развития. *Проблемы Эндокринологии.* 2021;67(6):59–67 [Sheremeta MS, Trukhin AA, Korchagina MO. The use of radioactive substances in medicine – history and development prospects. *Problems of Endocrinology.* 2021;67(6):59–67 (in Russian)]. DOI:10.14341/probl12824
- Taylor A. The secret city. The Atlantic. Available at: <https://www.theatlantic.com/photo/2012/06/the-secret-city/100326>. Accessed: 13.05.2023.
- Borges de Souza P, McCabe CJ. Radioiodine treatment: an historical and future perspective. *Endocr Relat Cancer.* 2021;28(10):T121–4. DOI:10.1530/ERC-21-0037
- Hertz S, Roberts A. Radioactive iodine in the study of thyroid physiology; the use of radioactive iodine therapy in hyperthyroidism. *J Am Med Assoc.* 1946;131:81–6. DOI:10.1001/jama.1946.02870190005002
- Hamilton J. The Use of Radioactive Tracers in Biology and Medicine. *Radiology.* 1942;39(5):541–72. DOI:10.1148/39.5.541
- Frantz VK, Ball RP, Keston AS, Palmer WW. Thyroid Carcinoma with Metastases: Studied with Radioactive Iodine. *Ann Surg.* 1944;119(5):668–89. DOI:10.1097/0000658-194405000-00003
- Seidlin SM, Oshry E, Yalow AA. Spontaneous and experimentally induced uptake of radioactive iodine in metastases from thyroid carcinoma; a preliminary report. *J Clin Endocrinol Metab.* 1948;8(6):423–32. DOI:10.1210/jcem-8-6-423
- Obaldo JM, Hertz BE. The early years of nuclear medicine: A Retelling. *Asia Ocean J Nucl Med Biol.* 2021;9(2):207–19. DOI:10.22038/aojnmb.2021.55514.1385
- Hertz B. Dr. Saul Hertz (1905–1950) Discovers the Medical Uses of Radioactive Iodine: The First Targeted Cancer Therapy. In: *Thyroid Cancer – Advances in Diagnosis and Therapy.* 2016. DOI:10.5772/64609.
- Румянцев П.О., Корнев С.В. История появления терапии радиоактивным йодом. *Клиническая и экспериментальная тиреоидология.* 2015;11(4):51–5 [Rumyantsev PO, Korenev SV. The history of radioiodine therapy beginnings. *Clinical and Experimental Thyroidology.* 2015;11(4):51–5 (in Russian)]. DOI:10.14341/ket2015451-55
- Дедов В.И., Дедов И.И., Степаненко В.Ф. Радиационная эндокринология. М.: Медицина, 1993 [Dedov VI, Dedov II, Stepanenko VF. *Radiatsionnaya endokrinologiya.* Moscow: Meditsina, 1993 (in Russian)].
- Дедов В.И., Дедов В.И. Чернобыль: радиоактивный йод – щитовидная железа. М.: Типография МПГУ, 1996 [Dedov II, Dedov VI. *Chernobyl: radioaktivnyi iod – schitovidnaya zheleza.* Moscow: Tipografiya MPGU, 1996 (in Russian)].

Статья поступила в редакцию / The article received: 16.05.2023