

Л.Д. Линденбратен, Ф.М. Лясс

Медицинская радиология

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 61
ББК 5
Л11

Л11 **Л.Д. Линденбрaten**
Медицинская радиология / Л.Д. Линденбрaten, Ф.М. Лясс – М.: Книга по Требованию, 2023. – 384 с.

ISBN 978-5-458-38969-3

В третьем издании учебника изложены основы радионуклидной диагностики и лучевой терапии. Описаны новые важнейшие лечебные и диагностические методы, основанные на использовании ионизирующих излучений. Каждая глава содержит задания для контроля усвоения материала.

ISBN 978-5-458-38969-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

«Развитие и образование ни одному человеку не могут быть даны или сообщены. Всякий, кто желает к ним приобщиться, должен достигнуть этого собственной деятельностью, собственными силами, собственным напряжением. Извне он может получить только возбуждение...»

А. Дистервег

ВВЕДЕНИЕ В МЕДИЦИНСКУЮ РАДИОЛОГИЮ

Медицинская радиология — одна из важнейших медицинских дисциплин атомного века. Она родилась тогда, когда человек узнал, что, помимо привычного для него повседневного мира, существует незримый атомный мир — таинственный и странный мир фантастических скоростей и энергий, исчезающе малых длительностей и необычайных превращений.

ПЕРВАЯ ВЕСТЬ ИЗ АТОМНОГО МИРА

*И в небе и в земле сокрыто больше,
чем снится Вашим мудрецам, Горацио»*

В. Шекспир

Поздним вечером 8 ноября 1895 г., когда на улицах маленького баварского города Вюрцбурга встречались лишь отдельные запоздавшие прохожие, в физической лаборатории местного университета еще горел огонь. Известный физик Вильгельм Конрад Рентген заканчивал очередные опыты. Он изучал катодные лучи, которые возникают при прохождении электрического тока высокого напряжения через вакуумный стеклянный сосуд — катодную трубку. Трубка находилась перед ученым и была завернута в черную бумагу, а неподалеку на столе лежали кристаллы платино-цианистого бария.

Собираясь уходить, Рентген выключил свет и вдруг заметил, что кристаллы светятся в темноте. Оказалось, что ученый забыл выключить высокое напряжение, подведенное к катодной трубке. Рентген остановился, как вкопанный. Почему светятся кристаллы? Катодные лучи, как известно, полностью поглощаются стеклом трубки.

Обычное свечение стекла не может пройти через черную бумагу. Не становится ли сама трубка источником неизвестного излучения?

В то мгновение Рентген, естественно, не мог знать, что он первый человек, прислушивающийся к сигналу из неведомого атомного мира. Десятки физиков работали с катодными лучами и, следовательно, получали рентгеновское излучение. Некоторые даже замечали странное свечение экрана или обнаруживали непонятные отпечатки на фотопластинках во время работы с катодными трубками. Многие видели феномен рентгеновского излучения, но у видел его только Рентген.

*Was ist das Schwerste von allem?
Was Dir das Leichteste dünkt.
Mit den Augen zu sehen,
Was vor den Augen Dir Liegt.*

W Goethe¹

В течение 2 недель Рентген не выходил из лаборатории, неотступно исследуя новое явление. Здесь же он произвел первые рентгеновские снимки и, потрясенный, убедился в возможности через мягкие ткани видеть кости человеческой руки. Скромный и осторожный, педантичный и придирчивый к показаниям эксперимента, ученый не спешил и лишь 28 декабря 1895 г. передал научному обществу краткий доклад «Новый род лучей».

23 января 1896 г. Рентген выступил с докладом в научном обществе и перед изумленной аудиторией произвел рентгеновский снимок кисти. Председательствующий, видный анатом Р. Келликер, пораженный и взволнованный, заявил, что за 48 лет его пребывания членом научного общества он впервые присутствовал при столь великом открытии. Он провозгласил троекратно «ура» в честь Рентгена и предложил назвать новые лучи его именем.

На протяжении 15 месяцев Рентген опубликовал три статьи общим объемом в 37 страниц. В них суммированы его данные о поглощении, рассеянии, преломлении и отражении рентгеновского излучения, указаны способы его измерения по ионизации воздуха и по степени почернения фотопластинок, приведены сведения о поглощении

¹ Что труднее всего? То, что тебе кажется самым легким: видеть глазами то, что лежит перед глазами.— В. Гете.



Вильгельм Конрад Рентген

излучения в разных веществах. За выдающийся вклад в науку Рентген получил первую Нобелевскую премию по физике.

Не подумав, торопливый читатель может сказать, что Рентгену повезло, что ему помог случай. На это ответил Лагранж: «На случай при великих открытиях наталкиваются те, кто его заслуживает». Научные открытия неслучайны. Они связаны с развитием производительных сил и представляют собой закономерное завершение целой серии предшествующих научных исследований.

Для второй половины XIX столетия характерно бурное развитие естествознания. Сметая препятствия, распространилось учение Дарвина об эволюции органического мира. И. М. Сеченов разработал материалистическую теорию психических явлений. С. Канницаро и А. М. Бутлеров сформулировали основные положения о строении химических веществ и соединений. В 1859 г. Ю. Плюкер открыл катодные лучи. В 1869 г. Д. И. Менделеев опубликовал работу о периодическом законе химических элементов. В 70-х годах Дж. Максвелл и другие ученые разработали теорию электромагнитного поля. В 1895 г. А. С. Попов изобрел радио. В том же году в Париже засветился экран первого кинематографа, а на улицах европейских городов появились первые автомобили. Открытие Рентгена было одним из важных этапов научной революции, одним из необходимых звеньев в великой революционной цепи развития науки.

По решению Советского правительства Рентгену за его заслуги перед человечеством был воздвигнут памятник в Ленинграде на улице имени Рентгена. Памятник

торжественно открыл народный комиссар просвещения А. В. Луначарский в 1920 г. Обращаясь к собравшимся, он сказал: «Социализм не был бы мыслим, если бы сотни и тысячи людей не отдали свои силы для победы человека над природой. Рентген, быть может, не задумывался о социализме и не произносил этого слова. Но в том пантеоне, где золотыми буквами будут начертаны имена строителей социализма, придется вписать имена ученых, подобных Рентгену».

ЕЩЕ ОДИН СИГНАЛ ИЗ МИКРОМИРА

«Как бы ни было разнообразно воображение человека, природа еще в тысячу раз богаче».

А. Пуанкаре

Стокгольм, 10 декабря 1903 г. В зале шведской Академии наук, на том месте, где 2 года назад стоял Рентген, невысокому человеку, тоже физику, но из Франции — Анри Беккерелю король Швеции вручил диплом лауреата Нобелевской премии. О чем думал Анри Беккерель в эти минуты высокого душевного волнения?

Может быть, в памяти Анри Беккереля возник на мгновение образ деда — члена Парижской Академии наук Антуана Сезара Беккереля. Красота светящегося ночного моря в Венеции заставила его еще в молодости задуматься над удивительным явлением люминесценции, и эта загадка природы с тех пор стала чуть ли не семейной проблемой Беккерелей. Или мысль Анри Беккереля обратилась к тем далеким уже дням, когда вместе с отцом — профессором Александром Эдмоном Беккерелем — он ставил опыты по изучению люминесценции солей урана? Еще тогда он знал, что эти соли светятся в темноте, если их предварительно подвергнуть действию солнечных лучей. А может быть, вспомнился ему период научного ажиотажа, который охватил физиков всего мира после открытия Рентгена и заставил многих ученых возвратиться к загадочной люминесценции и предположить, что фосфоресцирующие вещества тоже испускают невидимые лучи. Ведь именно тогда и сам Беккерель начал опыты, обессмертившие его имя.

Научный мир после сообщения Рентгена был словно наэлектризован и заражен лихорадкой открытий — поисками новых таинственных излучений. Анри Беккерель начал искать их, работая с солями урана, хранившимися



Анри Беккерель

в лаборатории еще со старых времен. Он был страстный, но строгий искатель, и даже сильное волнение не могло нарушить педантичности эксперимента. Проследите за чистотой его опытов! Анри Беккерель ставит исходный эксперимент: в полной темноте берет фотопластинку, окутывает ее двойным слоем черной бумаги, не пропускающей лучи видимого света, и выставляет на окно. Затем он проявляет пластинку и убеждается, что она не экспонирована. На следующий день Анри Беккерель повторяет опыт, но сверху на пластинку помещает металлическую фигуру наподобие креста, покрытую солью урана. Под действием инсоляции (солнечного облучения) урановая соль должна сильно светиться. Если она, кроме видимого света (люминесценции), испускает невидимое проникающее излучение, то через несколько часов ... Успех! На пластинке получено изображение креста — урановая соль, следовательно, дает излучение, проходящее через черную бумагу и разлагающее соли серебра в фотоэмульсии, подобно рентгеновскому излучению. Значит, люминесцирующие вещества испускают не только видимый свет, но и невидимое излучение, как полагали уже некоторые ученые?

Анри Беккерель продолжает опыты и убеждается в постоянстве и достоверности полученных факторов. Он еще не знает, что глубоко заблуждается, связывая люминесценцию и невидимое излучение, но к нему на помощь спешит случай, который он заслужил!

26 и 27 февраля 1896 г. в Париже было пасмурно, и Беккерелю не пришлось выставлять подготовленные фотопластины с солями урана на окно. До 1 марта они пролежали в ящике стола. Но затем Беккерель — остановимся на мгновение, ибо здесь кульминация драмы и торжество мастера! — не выставляет пластинки на окно, а проявляет их. Ведь они пролежали несколько дней вместе с солями урана, а это не соответствует условиям прежних опытов. Вот оно — господство над случаем. Впрочем, Анри Беккерель скажет позднее: «Я сделал новый опыт, который я все равно провел бы рано или поздно, когда я систематически изучил бы формы действия и их продолжительность для фосфоресцирующих веществ через непрозрачные тела на фотографическую пластинку». Значит, и случай может быть пойман в ловушку искусного и последовательного экспериментатора.

Но вернемся к результатам неожиданного эксперимента. На пластинках было такое же изображение креста, как и на первых снимках. И это — без инсоляции! Однако тогда надо проверить те соли урана, которые не люминесцируют. И оказалось, все они испускают невидимое излучение, «невидимую фосфоресценцию», как писал в то время Беккерель. Бесконечной вереницей тянутся новые и новые опыты. Источником излучения оказался сам уран. 23 ноября 1896 г. на заседании Парижской Академии наук Беккерель окончательно прощается с мыслью о люминесценции и называет новый вид материи урановыми лучами. А в следующем году Э. Резерфорд установил, что в состав излучения урана входят альфа- и бета-частицы.

Нужно ли убеждать Вас, читатель, что «случаем может воспользоваться только тот, кто к нему подготовлен»? (Луи Пастер).

А вот к изучению биологического действия ионизирующих излучений Беккерель был явно не подготовлен, хотя еще в 1901 г. он сообщил о том, что действие лучей радия тормозит прорастание семян горчицы. В апреле 1902 г. Беккерель по просьбе Пьера Кюри подготовил препарат радия для демонстрации его свойств на конференции. Он положил стеклянную трубочку с радием в карман жилета, где она находилась почти 6 ч. Спустя 10 дней на коже под карманом появилось покраснение, а еще через несколько дней образовалась язва, которая долго не заживала. Так физики впервые столк-

нулись с влиянием лучей радия на организм человека. Встретившись с Пьером и Марией Кюри, Беккерель сказал: «Я очень люблю радий, но я на него в обиде». Обобщающую работу по радиоактивности Беккерель написал в 1903 г. и назвал ее «Исследование нового свойства материи».

Открытие рентгеновского излучения и естественной радиоактивности — звенья одной цепи, первые камни фундамента, на котором были построены и ядерная физика, и медицинская радиология.

НАСТУПЛЕНИЕ РАЗВИВАЕТСЯ. ВРАЧИ СЛЕДУЮТ ЗА ФИЗИКАМИ

«Самое большое достоинство хорошо выполненной работы в том, что она открывает путь другой, еще лучшей работе... Цель научно-исследовательской работы — продвижение не ученого, а науки».

Ловелл

Сообщение Беккереля определило научную судьбу Марии Склодовской-Кюри. Она исследовала на «радиоактивность» (предложенный ею термин) все известные в то время химические элементы и установила, что только соединения тория испускают лучи, подобные урановым. Было лишь непонятно, почему урановая и ториевая руда являются более радиоактивными, чем чистый уран или торий. Кюри предположила, что в урановой руде должны быть весьма радиоактивные примеси.

В оборудованной на собственные скудные средства примитивной лаборатории супруги Кюри 2 года с поразительным упорством искали эти примеси. «В этом скверном сарае прошли лучшие счастливые годы нашей жизни, целиком посвященные работе, — писала позднее М. Кюри. — Часто я тут же готовила себе и Пьеру что-нибудь покушать, чтобы не прерывать опытов. Иногда целый день размешивала кипящую массу штангой... К вечеру я падала от усталости». В 1898 г. супругам Кюри удалось выделить из 8 т смоляной урановой руды около 1 г нового химического элемента, радиоактивность которого оказалась в миллион раз выше, чем урана. Мария и Пьер назвали его «радий», что в переводе на русский означает «лучистый». Открытие радия явилось новым скачком в развитии физики. «Великий революционер — радий» — так называли его ученые в начале XX века. В последующие 20 лет были



Пьер и Мария Кюри

обнаружены все элементы, обладающие свойством самопроизвольно испускать невидимые лучи. Эти элементы были названы естественными радиоактивными веществами.

Следом за авангардом физиков продвигался фронт врачей, инженеров и техников, пытавшихся использовать достижения теории для практических медицинских целей. Применение в медицине рентгеновского излучения началось уже в 1896 г. Первоначально рентгеновские снимки производились главным образом для распознавания металлических инородных тел, переломов и заболеваний костей. В дальнейшем были разработаны способы рентгенодиагностики болезней сердца, легких и других органов. Но уже в начале 1896 г. появились тревожные сообщения о повреждениях, возникающих у врачей и физиков, экспериментирующих с новым видом излучения. Немало энтузиастов рентгенологии и радиотерапии стали жертвой своей профессии. С уважением и скорбью отметило человечество их память. Перед больницей имени Альберс-Шенберга в Гамбурге воздвигнут обелиск чести и славы рентгенологов, на котором высечены имена жертв науки — немецкого рентгенолога Альберс-Шенберга, русского ученого С. В. Гольдберга, французского радиотерапевта Ж. Бергонье и многих других.

Обелиск памяти рентгено-
логов, погибших от луче-
вых поражений

Однако трагический опыт первого поколения рентгенологов не пропал даром. Началась разработка мероприятий по защите от радиационной опасности — зародилась радиационная гигиена. Наряду с этим приступили к изучению биологического действия ионизирующих излучений — возникла радиобиология. Почетное место среди первых работ по радиобиологии занимают исследования И. Р. Тарханова, проведенные на лягушках, домашних мухах и бабочках. Установив действие рентгеновского излучения на ряд систем живого организма, И. Р. Тарханов уже в 1896 г. высказал прозорливую мысль о том, что влияние этого излучения «должно распространяться и на обмен веществ в сложных организмах, а отсюда и на ход всех функций». Он уверенно заявил, что рентгеновские лучи «могут служить не только для фотографирования и для диагноза, как это думали до сих пор, но и для воздействия на организм, и мы не удивимся, если в недалеком будущем лучами этими будут пользоваться с лечебной целью». В 1896—1899 гг. появились первые сообщения об успешном применении рентгеновского облучения для удаления волос и лечения некоторых дерматозов, о попытках рентгенотерапии опухолей внутренних органов.

Открытие естественной радиоактивности дало дополнительный толчок развитию радиобиологии и лучевой



И. Р. Тарханов

терапии. Среди многочисленных исследований выделялись работы русского ученого Е. С. Лондона. Он подверг систематическому изучению действие радия на ферменты и различные ткани живых организмов. В его опытах была продемонстрирована высокая чувствительность кроветворной системы и клеток половых желез к гамма-излучению радия. На собственную руку Е. С. Лондон помещал предметы, обработанные эманацией радия, и получал «ожоги» кожи и язвы. В 1911 г. была опубликована фундаментальная сводка Е. С. Лондона «Радий в биологии и медицине» — первая в мире монография по радиобиологии. С. В. Гольдберг, последователь Е. С. Лондона, изучал на самом себе действие излучения радия на нормальную кожу. На месте возникших повреждений кожи через несколько лет развился лучевой рак, послуживший причиной гибели ученого. Большое значение для прогресса радиобиологии и клинической радиологии имели также исследования Т. Кинбека, Г. Гольцкнехта, А. Лакассаня и др.

В первые годы лучевые методы лечения применялись преимущественно при кожных заболеваниях. Но постепенно все большее распространение получило лучевое воздействие на опухоли внутренних органов. Впрочем, в этот период прибегали не столько к лучевой терапии, сколько к «лучевой хирургии», потому что лечение проводилось под флагом уничтожения опухоли посредством однократного массивного облучения.