ZB MED Informationszentrum Lebenswissenschaften

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Radiumtherapie

Wickham, Louis Frédéric

Berlin, 1910

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Shelf Mark: Ui VI 1619

II. Organisation und Enstehung des ersten zum Studium der Radiumtherapie geschaffenen Institutes.

urn:nbn:de:hbz:38m:1-117308

Visual Library

lingen wird, diese seltenen Phänomene in den Kreis bereits bekannter Gesetze einzureihen. Man arrangiert sich ja tatsächlich immer, und wenn die Elemente nach ihrer Definition das sind, was bei den Umwandlungen konstant bleibt, so müssen sie wohl unveränderlich sein. Aber jedenfalls handelt es sich hier um Reaktionen, die von dem, was wir bis jetzt kannten, ganz verschieden sind, und die unglaubliche Mengen von Energie in Freiheit setzen. Man ist vielleicht etwas zu weit gegangen, aber von dem, was man geträumt hat, wird immer noch genug übrig bleiben, um die ganze Lehre der Physik zu erschüttern."

Diese Zeilen geben sehr schön die verschiedenen Hypothesen wieder, die sich um die Frage des Radiums gruppieren.

Man wird wohl begreifen, daß das Studium einer so gewaltigen und mysteriösen Kraft zur Leidenschaft werden kann, namentlich wenn sie zum Zwecke der Behandlung verschiedener leicht zugänglicher Affektionen, wie der Haut und der Schleimhäute, herangezogen werden kann. Überblicken wir, um von der Hypothese zur Realität zurückzukehren, das bis jetzt auf medizinischem Gebiete Erreichte, wie ich es mit Dr. Degrais im Verlaufe dieser Arbeit darlegen werde, so wird man die Gewalt und die Variabilität der Energie, die im Radium den Ärzten nun dienstbar gemacht ist, in ihrer Bedeutung nicht verkennen können.

II. Organisation und Entstehung des ersten zum Studium der Radiumtherapie geschaffenen Institutes.

Meine ersten Studien über die therapeutische Wirkung des Radiums in der Dermatologie und besonders bei den Epitheliomen der Haut hatten die Gründung des „biologischen Radium-Laboratoriums" zur Folge. Es liegt mir daher die Pflicht ob, mit einigen Worten auf die Entstehung und Organisation dieses ersten Zentrums für therapeutische Radiumstudien einzugehen.

Im Beginne des Jahres 1905 wurde mir Radium aus der Fabrik Armet de Lisle zur Verfügung gestellt, das in Apparaten von einer neuen Konstruktion enthalten war.

Soeben hatte Danlos seine lehrreichen Arbeiten aus dem Spital Saint Louis publiziert. Das für seine Versuchszwecke nötige Radium war ihm von P. Curie geliehen worden. Wenn sich der Verfasser über die Verwertbarkeit des Radiums auch sehr zurückhaltend äußerte, so ließ er doch die Möglichkeit zu, daß, wenn der Radiumtherapie genügend zahlreiche, aktive und vervollkommnete Apparate zur Verfügung ständen, daraus sehr große Vorteile gezogen werden könnten!

Mir wurden nun 8 Apparate zur Verfügung gestellt[1]), welche eine

[1]) 1. Rund, flach, Firnis ... 500000; 0,04. 50000 (0 α; 85 p. 100 β; 15 p. 100 γ)
2. „ „ „ ... 500000; 0,03. 64000 (2 p. 100 α; 84 p. 100 β; 14 p. 100 γ)
3. „ „ „ ... 500000; 0,01. 10000 (5 — α; 80 bis 85 β; 10 bis 15 γ)
4. Apparat mit Filter ... 500000; 0,05. 48000 (0 — α; 89 — β; 11 — γ)
5. Quadratisch, Firnis ... rein 0,01. 200000 (10 — α; 75 — β; 15 — γ)
6. Zylinder 500000; 0,02.
7. und 8. Zwei Stücke Hanfstoff mit Radium von 4 cm² (Aktivität 8000 und 15000).

Verwendbare Ausstrahlung

beträchtliche äußere Radioaktivität besaßen. Sie waren vervollkommnet, hatten eine neue Form und waren bis jetzt in der Dermatologie noch nicht geprüft worden. Sie boten für die Wissenschaft große Vorteile und ermöglichten exakte Dosierungen für die Therapie.

An der Spitze des physikalischen Laboratoriums der Fabrik stand Danne, Mitarbeiter im Laboratorium der Curie in der Sorbonne. Die Fabrik selbst wurde dem Laboratorium Curie für seine Untersuchungen zur Verfügung gestellt und lieferte alle Garantie für eine ausgezeichnete wissenschaftliche Organisation.

Angesichts dieser Vorteile und durchdrungen von der hohen Bedeutung des Studiums der radioaktiven Körper für die Zukunft, unternahm ich es, Experimente mit einem Radiumpräparat zu machen, dessen wissenschaftlicher Wert außergewöhnlich und dem gewissermaßen der offizielle Stempel aufgedrückt war.

Nach mehrmonatlichen Studien war ich von dem therapeutischen Wert wie von der mannigfachen Verwendungsmöglichkeit der Apparate überzeugt.

Die Rückbildung von Neoplasmen konnte leicht erreicht werden, ohne daß die Oberfläche der Gewebe gereizt wurde, indem es gelang, die totale Radioaktivität der Apparate durch Filtrierung (mittels eingelegter Filter) zu vermindern und so mit kleinen Dosen stärker penetrierender Strahlen zu arbeiten.

Es zeigte sich deutlich, daß das Radium einerseits für die Dermatologie und verschiedene Affektionen aus dem Gebiete der äußeren Pathologie (Tumoren, gynäkologische Leiden etc.) wertvoll werden konnte, und daß sich andererseits dessen Anwendung auch auf die innere Pathologie ausdehnen ließe — dank den Eigenschaften des Gases „Emanation" (induzierte Radioaktivität verschiedener Substanzen), dank der Löslichkeit verschiedener Radiumsalze, dank endlich der Möglichkeit, das Radium pharmakologischen Produkten einverleiben zu können (wie durch die früheren Arbeiten von Jaboin gezeigt wurde). Ich war mir aber auch klar darüber, daß eine therapeutische Methode, die ernst zu nehmen und von Dauer sein sollte, nicht gefunden und daß eine auf breiter Basis ausgeführte und für den Praktiker nutzbringende Forschung nicht unternommen werden konnte ohne die energische Mitarbeit der Laboratorien der Physik, Chemie und der experimentellen Medizin, und daß dazu ein vielseitiges, zahlreiches, wohldurchdachtes Instrumentarium nötig war.

Diese Ideen fanden glücklicherweise Beifall, und die Resultate, welche ich erhalten hatte, führten im Anfange des Jahres 1906 zur Organisation eines Zentrums für radiotherapeutische Studien. Dieses Zentrum wurde fortan „biologisches Laboratorium für Radium" genannt.

In Anbetracht der Größe und der Vielseitigkeit des Forschungsgebietes war eine Verteilung der Arbeit nicht zu umgehen.

Das Laboratorium der chemischen Untersuchungen wurde Jaboin übertragen; das physikalische Laboratorium mit seinen sehr empfindlichen Meßapparaten (Elektrometer von Curie, spezielle Elektroskope etc.)

sollte von Danne geleitet werden; später wurde es von Beaudoin, Ingenieur der Physik- und Chemieschule, dirigiert.

Dr. Dominici, der sich bis dahin in keiner Weise mit Radium beschäftigt hatte, wurde die Direktion des physiologischen Laboratoriums und der therapeutischen Untersuchungen in der inneren Pathologie übergeben.

Die Leitung der Forschungen auf dem Gebiete der äußeren Pathologie wurde mir reserviert, da ich Spezialstudien in der Dermatologie und Gynäkologie gemacht hatte. Ich bat meinen Freund, Dr. Degrais, mich bei der Lösung der großen Aufgabe zu unterstützen.

Am 1. Juli 1906 begann das Institut mit seiner Arbeit, wohlversehen mit einer bedeutenden Quantität Radium. Bis die Organisation der Laboratorien vollendet war, hatte ich meine Untersuchungen, die mit den 8 ersten Apparaten unternommen wurden, fortgesetzt, und das Ergebnis dieser Vorarbeiten (vom März 1905 an) ist in einem Aufsatz in den Annales de Dermatologie niedergelegt (Oktober 1906).

Ich gebe hier die Schlußfolgerungen dieser ersten Arbeit wieder:

1. Messungen. — Methodische Anwendung des Radiums. Bis dahin begnügten sich die Radiumforscher die Radioaktivität des Radiumsalzes anzugeben, welches in den Apparaten enthalten war; man sagte z. B. der oder jener Apparat enthält 0,05 Radiumbromid mit einer Aktivität von 500000. Da nun aber das Radium notwendigerweise in einer andern Substanz eingeschlossen sein muß, so werden die Strahlen, wenn sie durch diese Substanz durchfiltrieren, quantitative und qualitative Veränderungen erleiden. Für eine wissenschaftliche Therapie ist es also nützlicher zu wissen, wieviel der Apparat an Strahlen herausläßt als wieviel er deren enthält. Es genügt für die Zukunft nicht mehr zu sagen, ein Apparat enthält 0,05 Salz à 500000, sondern man muß angeben, was der Apparat abgibt. Man sagt z. B. der Apparat repräsentiert eine Radioaktivität von 45000, zusammengesetzt wie folgt: 10 Proz. α-Strahlen, 85 Proz. β-Strahlen, und 5 Proz. γ-Strahlen.

Was also, um zu resümieren, wichtig ist zu kennen, das ist die Kraft — Quantität und Qualität — welche in die Gewebe eintritt und so verwendbar wird.

Es folgen hier einige Beispiele wie man die therapeutische Dosierung ausdrücken kann:

Schwund eines wuchernden Epithelioms in 22 Tagen nach 13 Sitzungen, jede von einer Stunde Dauer, mittelst eines Apparates, der 50000 verwendbare Aktivitäten ausstrahlt; darin sind enthalten α-Strahlen gleich Null, β-Strahlen 85—90 Proz., γ-Strahlen 10—15 Proz.

Heilung eines ulzerierten Epithelioms der Nase mittels der gleichen Radioaktivitätskraft in 8 Sitzungen von je 1 Stunde, jeden zweiten Tag eine Sitzung.

Vollständiger Schwund von 2 Keloiden nach 3 Sitzungen von 30 Minuten mit dreitägigem Intervall mit einem Apparate, der 48000 Aktivitäten ausstrahlt, davon α-Strahlen 0, β-Strahlen 89 Proz., γ-Strahlen 11 Proz.

Heilung einer Neurodermitis nach 4 Sitzungen von 20 Minuten Dauer,

in Intervallen von 14 Tagen mittels eines Apparates von 20000 Aktivitäten, enthaltend 15 Proz. α-Strahlen, 73 Proz. β-Strahlen und 12 Proz. γ-Strahlen.

2. Filter und Filtrierung. Bis jetzt wurde zu therapeutischen Zwecken ein Filtrieren der Strahlen noch nicht versucht. Da das Radium nur, wenn es zum Schutze in eine andere Substanz eingeschlossen ist, auf die Gewebe gebracht werden kann, so müssen die Strahlen vorerst diese Substanz passieren, werden also filtriert. Aber die Idee, durch Einschieben von Filtern zwischen den einmal gegebenen Apparat und das zu behandelnde Gewebe die Ausstrahlung zu modifizieren, war noch nicht aufgetaucht. Ich habe gleich bei meinen ersten Versuchen Filter eingeschoben, die aus aufeinander gelegten Wattelagen bestanden, ungefähr 1 cm dick und mit zwei Goldschlägerhäutchen und mit Aluminiumblättchen umhüllt waren, um so die Radioaktivität meiner Apparate zu vermindern. In der früher zitierten Arbeit habe ich darauf hingewiesen, wie wichtig und nützlich es ist, alle diese verwendbaren Einlagen genau zu kennen.

3. Irritation („revulsion") und Zerstörung. Ich habe gezeigt, wie es möglich ist, Epitheliome, Keloide und Neurodermitiden zur Heilung zu bringen ohne entzündliche Reizung der Oberfläche selbst bei unmittelbarer Applikation mit großen Dosen von Radioaktivität. Die Radioaktivität kann die Heilung herbeiführen, entweder durch Zerstörung der kranken Gewebe — es entsteht eine Ulzeration, welche sich später wie eine gewöhnliche Wunde verhält — oder durch „einfache Modifikation" der Zellen, indem die Gewebe ohne Ulzeration in den normalen Zustand zurückgeführt werden oder in Narbenbildung übergehen. Zwischen diesen beiden Phänomenen der Geschwürsbildung und der einfachen Modifikation kommen alle möglichen Übergangsstadien vor. In gewissen Fällen beobachtet man ein eigentliches „Schmelzen" der wuchernden Gewebe oder eine Heilung der durch die Krankheit verursachten Ulzerationen mit Narbenbildung selbst bei der Anwendung sehr aktiver Dosen, ohne daß es dabei zu einer neuen Phase der Geschwürsbildung kommt. In zwei Fällen von kleinen Keloiden trat Schwund der Tumoren ein ohne Alteration der Haut.

4. Analgesie ohne Irritation („revulsion") der Oberfläche. Sicherlich wirken die Strahlen auf Schmerzen und auf oberflächliche Formen des Pruritus. In einem Fall von Hyperästhesie der Haut in der Zervikalgegend nach Zoster wurde die Schmerzempfindung nach der ersten Sitzung fast vollständig aufgehoben. Nach acht Sitzungen schien Heilung erfolgt zu sein. An den behandelten Partien zeigte sich in der Folge nichts von Erythem. Bei verschiedenen Fällen von Neurodermitiden wurde ebenfalls Schmerzlosigkeit erreicht. Ich bitte zu beachten, daß bei allen unseren Versuchen kaum ein Erythem erzeugt wurde, obschon wir mit sehr intensiv penetrierenden Dosen gearbeitet haben; das rührt von der besonderen Applikationsweise her. Wir haben das Salz nacheinander auf eine ganze Reihe benachbarter Punkte appliziert und so die Strahlen nach schmerzhaften, tieferen Partien hin zur Konvergenz zu bringen versucht, ohne daß die Haut mehrfach der Bestrahlung an derselben Stelle

ausgesetzt wurde. Die Sitzungsdauer darf nicht so groß sein, daß es zu einem Erythem kommt. Seither habe ich stark penetrierende Strahlen verwendet und die Apparate direkt appliziert, ohne Irritationen an der Oberfläche zu erzeugen.

Diese Technik hat uns später zur Methode des „Kreuzfeuers" („feu croisé") geführt.

5. Differenz in der Resistenz der Gewebe. Die Resistenz der gesunden und kranken Gewebe ist je nach der Gegend und Struktur äußerst verschieden. Ein wucherndes Epitheliom läßt sich viel leichter beeinflussen als ein ulzeriertes Epitheliom oder ein Lupusgewebe. Die kranken Hautgewebe leisten im Grunde stärkeren Widerstand als die gesunde Haut. Drei Sitzungen haben ein kleines Papillom der Kopfhaut zum Schwinden gebracht, ohne die geringste Erosion zu erzeugen, während die gleiche Prozedur an uns selbst (Vorderfläche des Vorderames) eine ziemlich starke Ulzeration erzeugt hatte. Auch die Schleimhäute scheinen resistenter zu sein, wovon wir uns anläßlich der gynäkologischen Applikationen überzeugen konnten. Ein Fall von chronischem Zervikalkatarrh mit beträchtlichem Ektropium wurde in unserer Abteilung in St. Lazare behandelt und ohne bemerkenswerte Zerstörung geheilt. Es wurden dazu Dosen verwendet, welche zweifellos jede gesunde Haut zur Ulzeration gebracht hätten.

6. Strahlenwirkung durch Diffusion außerhalb der Applikationsstellen der Apparate. Die Strahlen können auf Distanz wirken, ohne die Gewebe zur Ulzeration zu bringen. Auf das ulzerierte Zentrum eines ausgedehnten Tuberkuloseherdes der Haut wurde das Radium in zerstörenden Dosen appliziert. Es bildete sich an der betreffenden Stelle eine noch tiefere und ausgedehntere Ulzeration, worauf eine langsame Narbenbildung eintrat. Unerwarteterweise stellte sich dann in der nicht direkt behandelten, nicht ulzerierten kranken Umgebung eine Modifikation ohne Ulzeration ein, und nach etwa 3 Monaten war die ganze tuberkulöse Plaque in eine feine glatte Narbe umgewandelt.

7. Die Epitheliome waren Gegenstand meiner ersten Untersuchungen. Es folgt hier die Liste der Affektionen, die ich bis damals zum Teil unter Mithilfe des Dr. Degrais behandelt und geheilt hatte:

Epitheliome 11 Fälle (ulzerierte Epitheliome der Nase 3 Fälle, des Handrückens 2 Fälle, der Wangen 3 Fälle, wuchernde Epitheliome der Pubes 2 Fälle, der Schläfe 1 Fall);

Papillome des behaarten Kopfes 2 Fälle, der Zunge 1 Fall;

Keloide 2 Fälle;

Lupus vulgaris 5 Fälle, Lupus erythematodes discoides 1 Fall;

Tuberculosis verrucosa cutis et ulcerosa 3 Fälle;

Gummata scrophulo-tuberculosa 3 Fälle;

Naevi vasculosi 2 Fälle;

Hartnäckige syphilitische Ulzerationen 4 Fälle;

Blennorrhoe des Anus mit Ulzeration 1 Fall;

Parakeratosis psoriasiformis 1 Fall;

Hyperaesthesia gravis nach Herpes cervicalis 1 Fall;
Chronische katarrhalische Metritiden 2 Fälle.

8. Injektionen von radiumhaltigem und radioaktiviertem Wasser. In einem Falle von Lupus am Hals, der uns von unserem Lehrer, Dr. Hallopeau, überwiesen wurde, machten wir Injektionen von 1—2 cm^3 radioaktivierten Wassers (0,001 reines Radiumsulfat auf 1 L.) und radiumhaltigen Wassers (0,001 reines Radiumbromid auf 1 L.) ins Lupusgewebe; sie wurden vom Patienten sehr gut vertragen. Es sind damit für die Untersuchungen ganz neue Bahnen eröffnet, und es dürfte mit der Möglichkeit, radioaktive Energie in alle Teile des menschlichen Körpers einbringen zu können, eine kostbare Quelle für die Therapie erschlossen sein.

9. Bakterizide Wirkung. Mit den Strahlen der Apparate mit aufgeklebten Radiumsalzen hat man in gewissen Fällen ein rasches Versiegen von staphylogenen und gonorrhoischen Eiterungen erzielt. Die Strahlen schienen also bakterizide Kraft zu besitzen. Durch unsere Laboratoriumsversuche zeigte es sich aber, daß eine solche bakterizide Kraft nur scheinbar vorlag, und daß es sich dabei in Wirklichkeit um Modifikationen des Terrains handelte. Die Strahlen, welche die Apparate abgeben, haben im Brutschrank auf kräftige Staphylokokken- und Gonokokkenkulturen keine Wirkung, wenigstens nicht in der Zeit, die für die Klinik in Betracht kommt. (Die Experimente wurden im Laboratorium von Leysin mit Staphylococcus aureus und Gonokokken unternommen).

Dagegen scheint das radiumhaltige Wasser, selbst 1:1000000 (reines Radium), auf die Kulturen zu wirken. Es spielen also wohl die α-Körperchen eine speziellere Rolle bei der bakteriziden Wirkung, da diese Körperchen zum großen Teil vom Firnis der Apparate absorbiert werden, während sie im Gegenteil in jeder radiumbromidhaltigen Flüssigkeit in großer Menge vorhanden sind und abgegeben werden. Man wird also, wenn man eine direkte bakterizide Wirkung erhalten will, zu radioaktiv gemachten und radiumhaltigen Substanzen seine Zuflucht nehmen müssen, welche die α-Strahlen passieren lassen. —

Das waren die z. T. neuen Schlußfolgerungen, zu denen mich meine ersten Arbeiten geführt hatten. Seither sind in meiner Abteilung unter Mithilfe des Dr. Degrais neue Fortschritte in bezug auf Technik, Dosierung und klinische Resultate erzielt worden. Auch in den anderen Abteilungen sind seit der Eröffnung des biologischen Laboratoriums für Radium bis zur Stunde große Erfolge erreicht worden. Die Chemie hat einen guten Teil dazu beigetragen, indem sie der inneren Pathologie radiumhaltige Produkte zur Prüfung lieferte. Ebenso hat uns das physikalische Laboratorium sehr reichlich unterstützt. Den Arbeiten und Ratschlägen von Beaudoin verdanken wir die Fortschritte in der Dosierung und in den physikalischen Studien betreffs Filtrierung. Die Beiträge aus dem Laboratorium für Physiologie und aus der Abteilung für innere Pathologie waren zahlreich und sehr interessant. Kurz die bisherigen Arbeiten haben der Radiumtherapie einen kräftigen Impuls gegeben und sie von dem tastenden Vorgehen, das sehr langsam vorwärts führte, abgebracht; sie haben der Radiumtherapie ihre Daseinsberechtigung und

ihre wissenschaftliche Stellung verschafft. Das biologische Laboratorium hatte indessen noch eine andere Aufgabe zu erfüllen. Es mußte in weitherziger Weise den Patienten und Ärzten offen stehen und Schule machen. So ist es denn gekommen, daß eine Anzahl französischer und fremder Kollegen, welche sich bei uns die Resultate mitangesehen hatten, überzeugte Anhänger der Radiumtherapie geworden sind. Zur Zeit sind in verschiedenen Ländern ähnliche Institute im Entstehen begriffen.[1])

Das Radiumlaboratorium mußte seine Hilfsmittel auch einigen Spitalabteilungen zur Verfügung stellen, und es liegt mir die Pflicht ob, unsern Lehrern und Freunden im Spital St. Louis und anderer Spitäler noch speziell dafür zu danken, daß sie uns die Kranken ihrer Abteilungen anvertraut haben; ebenso danke ich Herrn Armet de Lisle, der es uns ermöglichte, unsere Methoden der Radiumtherapie in diesen Spitalabteilungen zu erproben, indem er uns ein Supplement von Radium zur Verfügung stellte. In den Spitälern war auf dem offiziellen Wege dieses interessante neue Mittel noch nicht zu bekommen. Meine persönlichen Untersuchungsresultate, ebenso diejenigen, welche unter Mitarbeit von Dr. Degrais zustande kamen, sind in kleinen Aufsätzen zerstreut niedergelegt, so wie sie in den wissenschaftlichen Sektionen mitgeteilt wurden. Unsere Freunde haben uns deshalb gebeten, sie zu sammeln und zu einem Ganzen zu vereinen. So übergeben wir heute dieses Werk der Öffentlichkeit — trotz der Schwierigkeiten, welche der Ausführung einer Arbeit entgegenstehen, in der viele Punkte neu sind und den Stempel persönlicher Auffassung tragen. Wir verfolgen keinen anderen Zweck als die Resultate klar zu legen, zu denen wir gelangt sind.

[1]) Ein Institut für Radiumtherapie wird nächstens in London eröffnet werden. An der Spitze desselben stehen: Sir Frédérick Treves, Sir William Ramsay, Sir Malcolm Morris usw.

Erster Teil.

Physik.

Wir bezwecken in diesem Abschnitte nur die Wiedergabe elementarer Tatsachen, denn die vorliegende Arbeit ist für Mediziner, nicht für Physiker bestimmt.

Bei einem so neuen und komplizierten Stoff muß der Wunsch nach Klarheit dahin führen, die Darstellung möglichst einfach und oft schematisch zu gestalten.

I. Die Entdeckung der Radioaktivität und der radioaktiven Stoffe.

Becquerelstrahlen und Uran. Bei der Untersuchung der Phosphoreszenz der Uransalze entdeckte H. Becquerel 1896, daß die unsichtbaren spontanen Strahlen, welche von phosphoreszierenden Salzen des Uranoxyds ausgehen, auch an Salzen des Uranoxyduls, an den Uranoxyden und am Uran selbst wahrnehmbar sind, obschon diese Körper sämtlich keine Phosphoreszenz zeigen.

Er schloß daraus, daß die spontanen Strahlen von der Phosphoreszenz unabhängig und lediglich an das Uranatom gebunden sind.

In der Folge stellte Becquerel fest, daß die unsichtbaren Strahlen geeignet sind, nicht allein auf photographische Platten durch undurchsichtige Schirme hindurch zu wirken, sondern auch elektrische Körper, wie z. B. das Elektroskop zu entladen.

Dieser neuen, von der Phosphoreszenz und der Fluoreszenz verschiedenen Erscheinung wurde die Bezeichnung „Becquerelstrahlen“ gegeben.

Thorium. Im Jahre 1898 entdeckten Frau Curie und Schmidt, unabhängig voneinander, ähnliche Strahlen im Thorium, einem ebenso wie das Uran schon längst bekannten Metalle.

Im Verlauf ihrer Untersuchungen gelang es Frau Curie, die Wirkungsstärke der Uranstrahlen festzustellen und zu bestimmen, und als sie die verschiedenen Uranverbindungen, insbesondere die Pechblende (ein Uranoxyderz) näher studierte, bemerkte sie zu ihrer Überraschung, daß von denselben deutlich kräftiger wirkende Strahlen ausgingen, als vom Uran selbst.

Der Schluß lag nahe, daß diese Verbindungen außer Uran noch einen anderen radioaktiven Körper enthalten müssen.