126.

612.014, 481:612.41

陰極線ノ家兎卵巢, 肝臓, 甲狀腺, 脾臓ニ
及ボス影響ニ關スル研究補遺

陰極線管ヨリ發スル放射線ノ理學的検査

岡山醫科大學解剖學教室 (主任八木田教授)

守屋千代野

[昭和 12 年 6 月 16 日受稿]

Aus dem Anatomischen Institute der Medizinischen Fakultät Okayama.

(Vorstand: Prof. Dr. K. Yagita)

**Nachträge zu den Studien über den Einfluss der Kathodenstrahlen
auf den Eierstock, die Leber, die Schilddrüse
und die Milz beim Kaninchen.**

**Physikalische Untersuchungen der von der Kathodenstrahlenröhre
ausgesandten Strahlen.**

Von

Chiyono Moriya.

Eingegangen am 16. Juni 1937.

Die Verfasserin stellte physikalische Untersuchungen über die von der Kathodenstrahlenröhre ausgesandten Strahlen an, um eine sichere Bestätigung dafür zu finden, dass die Kathodenstrahlen aus der Kathodenstrahlenröhre durch deren Wand hindurch auch wirklich nach aussen dringen, nämlich der Kathodenstrahlenröhre, welche die Verfasserin ehemals bei ihren Tierversuchen zur Erforschung der biologischen Wirkung der Kathodenstrahlen benutzte. Die Ergebnisse sind folgende:

1) Die aus der Kathodenstrahlenröhre herkommenden Strahlen biegen sich in einem magnetischen Felde bzw. elektrischem Kraftfelde; sie können auch das Bromnatrium verfärben, welches auf die äussere Fläche der Antikathodenglasswand

geschmiert wurde. Diese Phänomene finden sich keineswegs bei den X-Strahlen; daraus ergibt sich ohne weiteres, dass die Kathodenstrahlen durch die dünne Antikathodenglasswand der Kathodenstrahlröhre von innen heraus ausstrahlen.

2) Es ist möglich, dass die X-Strahlen an der Stelle der Antikathodenglasswand, wo die Kathodenstrahlen austreten, entstehen; doch beträgt ihre Menge, mit dem Küstner'schen Eichstandgerät gemessen, im Antikathodenröhrenwand-Blendeabstand von 2 cm nur 0,011 HED pro Minute. 50% der totalen Dose der X-Strahlen, die von der Kathodenstrahlröhre herkommen, werden durch eine 0,1 mm dicke Aluminiumplatte resorbiert. Das bedeutet, dass die von der Kathodenstrahlröhre ausstrahlenden X-Strahlen sehr weich und schwach penetrieren sind, und dass ihre gesamte Dose nur geringfügig ist. Aus der erwähnten Tatsache geht hervor, dass es sich bei den schon berichteten histologischen Veränderungen, die durch die Bestrahlung mit der Kathodenstrahlröhre hervorgerufen werden, um die Wirkungen der Kathodenstrahlen handelt, die aus der betreffenden Kathodenstrahlröhre durch ihre Wand hindurch herausströmen. (Autoreferat)

内容目次

- 第1章 緒言
- 第2章 陰極線装置
- 第3章 實驗方法及ビ實驗成績
- 第4章 結論
- 文獻
- 附圖説明
- 附圖

第1章 緒言

Gaisler氏管内ノ氣壓ヲ10萬分ノ1以下トナシ、其ノ兩極ニ電流ヲ通ズル時ハ、陰極ニ相對スル硝子壁ハ磷光ヲ發ス。此現象ハ陰極ヨリ發スル陰極線ガ硝子壁ニ衝突スル爲メ現ルル現象ニシテ、陰極線ハ陰性ニ帶電セル微粒子、即チ電子ノ飛行ナリ。而シテ陰極線ハ透過力極メテ弱キ爲メ、管外ニ射出スル事困難ナリシモ、1892年Lenardハ自己ノ考案セル所謂Lenard氏管ヲ用ヒテ陰極線ヲ管外ニ

射出セシムル事ニ成功シ、此管外ニ出タル陰極線ヲLenard氏線ト稱ス。余ハ曩ニ陰極線管ヲ造リ、之ヲ以テ家兎ノ卵巣、肝臓、甲狀腺、脾臓ヲ放射シタル後、其ノ組織學的検査ヲナシ、陰極線ノ生物學的作用ヲ研究セシガ、更ニ動物實驗ニ使用シタル陰極線管ニ就キ、其ノ管外陰極線ヲ理學的ニ證明セン爲メ本研究ヲナセリ。

陰極線及ビX線ノ差異

陰極線並ニX線ノ理學的性質ノ主ナル相違點ヲ擧グレバ次ノ如シ。

1) 陰極線ハ陰極ヨリ直線的ニ飛行スル自由電子ニシテ、電子ノ質量ハ $9 \times 10^{-28} \text{g}$ 、其ノ陰電荷ノ量ハ靜電單位ニテ 4.77×10^{-10} 、電子ノ半徑ハ約 $1.5 \times 10^{-13} \text{cm}$ ナリ。X線ハ陰極線ガ物體ニ衝突シテ其ノ運動ヲ急ニ阻止セラレルト、其ノ所ヨリ發生スル電磁波ニシテ、X線ハ陰極線ノ電子ノ如ク質量モ荷電モナシ。而シテ「陰極線エネルギー」ノ大部分ハ熱トナリ、「陰極線エネルギー」ノ

約 $\frac{1}{1000}$ ガ Strahlenenergie トナルニ過ギズ。

2) 陰極線ハ陰極ヨリ其ノ表面ニ直角ニ出ル。
X線ハ發生場所ヨリ總テノ方向ニ向ツテ波及スル
故ニ、或ルー點ヨリ放射セル X線ハ距離ノ自乗ニ
逆比例シテ弱クナル。

3) 陰極線ハ陰性ニ荷電セル電子ノ奔流ナルガ
故ニ、電場及ビ磁場ニテ彎曲スルモ、X線ハ質量
モ、荷電モナキ故ニ電場及ビ磁場ニテ屈曲スル事
ナシ。

4) X線ハ可視光線ノ如ク反射、屈折、干涉等
ノ現象ヲ起スモ、陰極線ハ直行スルノミニテ、斯
カル現象ヲ起ス事ナシ。

5) 陰極線ハ「クロールナトリウム」及ビ「臭素
ナトリウム」ヲ變色セシムル作用アリ。

第2章 陰極線装置

1. 陰極線管 (附圖 Fig. 1) 細長梨子狀ノ管球
ニシテ、陰極ヨリ對陰極壁ニ向テ漸次膨脹シ、管
内氣壓ヲ 50000 分ノ 1mm トス。全管ノ長サ 23cm、
幅最大 8.5cm、最小 2cm ナリ。管ノ側面ニ 2 箇
ノ突起ヲ設ケ、其ノ 1 ッハ陽極ヲ導入シ、他ハ管
球ヲ支持スル用ニ供ス。管壁ハ普通硝子ヨリナリ
厚サハ大部分 2mm ナルモ、對陰極壁ハ 0.2mm ト
ナセリ。管側ノ陽極ヲ導入スル突起ハ長サ 3.5cm、
直徑 1.5cm ニシテ、其ノ内ニ硝子棒中ニ包埋セル
銅線ヲ導キ、其ノ先端ニ Aluminium ノ小桿ヲ附セ
リ。梨子形ヲナセル管ノ柄ニ相當セル部ヨリ、硝
子ニ包埋セル銅線ヲ管内ニ導キ、其ノ先端ニ長サ
3.5cm ノ Aluminium ノ小桿ヲ附シ、之ヲ莖トシテ
更ニ其ノ先端ニ直徑 2cm ノ Aluminium ノ圓盤ヲ
莖ト直角ニ連結シ、之ニ陰極ヲ導入ス。圓盤ノ後
面及ビ莖部ハ硝子ヲ以テ包埋ス。圓盤ノ前面ハ平
坦トナセリ。

2. 電源 6 Volt, 3 Amp ノ蓄電池ヲ使用セ
リ。

3. 「感應コイル」 「感應コイル」ハ火花間隙
max 12cm (管球ヲ附ケズ) 性能ノモノヲ使用シ、
實驗ニ際シテハ火花間隙ヲ 6cm (管球ヲ附ケテ)
トシテ使用セリ。

總テ實驗ヲ行フニ際シテ、常ニ「感應コイル」ノ
火花間隙其ノ他ノ條件ヲ動物實驗ノ際ト同一ニナ
シテ實驗ヲ行フ事ニ留意セリ。

第3章 實驗方法竝ニ實驗成績

1. 電場ニ於ケル實驗

此實驗ニ用フル裝置ハ前述ノ陰極線裝置ノ外、
電場裝置、Glocke 及ビ 45 Volt 乾電池 10 箇ヲ使
用セリ。

Glocke (Fig. 1, 附圖 Fig. 3)

Fig. 1 ニ示ス如ク中央ニ直徑 1cm ノ圓孔ヲ有ス

ル半球形ノ鐵板ヨリ成リ、鐵板ノ外面ハ厚サ1mmノ鉛板ヲ以テ被ヒ、Glockeノ後縁ハ「軟ゴム」ニテ包ミ、内側ヨリ「硬ゴム」輪ニテ之ヲ支持セシム。螺旋sハGlockeヲ適當ノ高サニ固定スル爲メニ備ヘリ。

電場装置 (Fig. 2 及ビ附圖 Fig. 2)

Fig. 2ニ示ス如ク(A)ハ幅1cm、長サ1cm、厚サ1mmノAluminium板ニシテ、各1本ノ細キ眞鍮桿ノ上端ニ附セリ。(I)ノ孔ハ乾電池ト連結セル電線ノ一端ヲ挿入シ、(s)ノ螺旋ニテ電線ヲ固定ス。(I)ノ部ハ電氣ノ絶縁體ナル「パークライ

ト」ニテ造リ2板ノAluminium板ヲ電氣的ニ完全ニ絶縁セリ。(S)ノ螺旋ハ2板ノAluminium板ノ距離ヲ適當ニ調節スルノ用ニ供ス。(T)ハ3脚ヲ有スル支持臺ニシテ全部眞鍮ニテ造レリ。

實 驗

Fig. 3, 附圖 Fig. 4ニ示ス如ク、陰極線管、Glocke, 電場装置ヲ配置ス。尙ホ此實驗ヲナスニハGlockeノ孔ガ大き過ぎル爲メ直径約1mmノ小孔ヲ穿テタル鉛板ヲGlockeノ前面ノ中央ニ貼

Fig. 2. 電場装置ノ圖

A = Aluminium 板 I = 孔
I = 絶縁體 T = 支持臺
s = 螺旋 S = 螺旋

Fig. 3.

Röntgenpapier

附ス。陰極線管ハ Fig. 4 ニ示ス如ク 6 Volt ノ蓄電池、「感應コイル」ト連結ス。45 Volt 乾電池 10 箇ハ並列ニ繋ギ、乾電池ノ陽極ヲ電場装置ノ一方ノ Aluminium 板ニ、乾電池ノ陰極ヲ他ノ Aluminium 板ニ接続ス。電場装置ノ前ニハ約 4 cm^2 ノ孔ヲ穿テタル鉛箱ヲ置キ、箱ノ内側ヨリ孔ニ一致シテ、

「感應コイル」ノ火花間隙(管球ヲ附ケテ) 6cm

陰極線管前壁ノ中央ト Röntgenpapier

間ノ距離 3cm

電場装置ノ兩「アルミニウム」板間ノ距離 1cm

Röntgenpapier ノ現像時間 5 分

現像液ノ温度 19°C

Fig. 4.

Röntgenpapier ヲ貼布ス。斯クシテ陰極線管ニ電流ヲ通ジテ陰極線管ヨリ Glocke ノ小孔ヲ通ジテ出ヅル放射線ニテ Röntgenpapier ヲ放射スル事 5 秒、次ニ電場装置ト乾電池トノ連結ヲ取除キテ 5 秒間放射ス。然ル後 Röntgenpapier ヲ現像シテ乾燥シタル後、之ヲ觀察ス。此實驗ニ於ケル諸條件ハ次ノ如シ。

Röntgenpapier ノ所見

附圖 Fig. 5 ニ見ル (+) ハ乾電池ノ陽極ニ連結セル電場装置ノ Aluminium 板ノ影像ニシテ、(-) ハ乾電池ノ陰極ニ連結セル電場装置ノ Aluminium 板ノ影像ナリ。而シテ兩「アルミニウム」板間ノ黒化ノ度ハ (+) = 偏スル程強シ。即チ陰極線管ヨリ出ヅル放射線中ニハ電場ニテ陽極ニ向テ屈曲スル性質アルモノ、即チ陰極線ヲ含メル事ヲ證明ス。

2. 磁場ニ於ケル實驗

此實驗ニ用フル装置ハ陰極線装置、Glocke、電場装置、螢光板及ビ $18 \times 2 \times 0.5\text{ cm}$ ノ強力ナル棒狀磁石 2 本ナリ。陰極線装置、Glocke、電場装置ノ配列ハ電場ニ於ケル實驗ノ際ト同一ニシテ、尙ホ電場装置ノ前ニ螢光板ヲ置ク。(Fig. 5)。「感應コイル」ノ火花間隙ハ 6 cm (管球ヲ附ケテ)、陰極線管前壁ト螢光板トノ距離ハ 5 cm トス。此實驗ニ於テ電場装置ヲ用フル目的ハ、電場ヲ造ル目的ニ非ラズシテ、陰極線管ヨリ出ヅル放射線ガ磁場ニテ屈曲スル時、螢光板ノ螢光ノ變位ガ、同ジク螢光板ニ寫レル電場装置ノ 2 ツノ「アルミニウム」板ノ影像ノ何レノ方ニ向ヒテ變位スルカラ見シ爲メナリ。

先ヅ陰極線管ニ電流ヲ通ジテ螢光板ヲ見レバ、2 ツノ「アルミニウム」板ノ影像ノ中間 AA ノ部ニテ螢光最モ強キヲ見ル。次ニ棒狀磁石 2 本ヲ同名極ニテ合セタママ、其ノ北極ヲ横側ヨリ Glocke ノ孔ニ接近セシムル時ハ AA ノ螢光ハ著シク弱クナリ、A'A' ノ部ガ螢光強クナレルヲ見ル。而シテ

Fig. 5.

Glocke ノ鐵板ハ、磁石ヨリ出ヅル磁力線ノ管球側ニアルモノヲ其ノ鐵板中ニ吸收スル故ニ陰極線ガ陰極線管内ニテ屈曲スルトハ考ヘラレズ。尙ホ試ニ磁石ノ一極ヲ陰極線管ノ側壁ニ接近シテ、磁石ヲ前後ニ移動セシムルモ、螢光板ノ AA ノ螢光ニ變化ナキヲ見ル故ニ、此實驗ニ於テ管球内ノ陰極線ガ磁石ノ影響ヲ受ケテ屈曲シタルニ非ザル事ヲ知ル。故ニ陰極線管ヨリ射出セル放射線中ニハ磁場ニテ屈曲スル性質アルモノ、即チ陰極線ヲ含メル事明カナリ。

3. 「臭素ナトリウム」變色實驗

陰極線管ノ對陰極壁ニ蒸溜水ヲ以テ「臭素ナトリウム」ヲ塗布シ、陰極線管ニ電流ヲ通ジテ之ヲ放射スル事約 30 分乃至 1 時間ニシテ對陰極壁中央ノ極メテ菲薄ナル硝子壁上ニアル「臭素ナトリウム」ハ淡褐色ニ變色スルモ、其ノ他ノ部ニ塗布

セル「臭素ナトリウム」ハ變色セズ。故ニ此實驗ニヨリ陰極線ガ陰極線管ノ對陰極硝子壁ノ菲薄ナル部ヲ通ジテ管外ニ射出シ得ルモノナル事ヲ知ル。

4. 陰極線管ヨリ發スル X 線ノ測定

陰極線ガ陰極線管ヨリ管外ニ射出スル事ハ前述ノ實驗ニヨリ證明セラレタルモ、管内陰極線ガ對陰極線ニ衝突シテ、此所ヨリ X 線ヲ發生シ得ル故ニ X 線ノ定性的並ニ量的測定ヲナサントス。

A. 金箔驗電器ニヨル測定

測定法

Fig. 6 ニ示ス如キ金箔驗電器ヲ造リ、放射線ノ入ル側ノ電離槽ノ槽壁ハ 1 枚ノ日本紙ニテ造リ、紙ニハ墨ヲ塗リテ電導性トス。陰極線管ハ Fig. 4 ニ示ス如ク、直徑 1 cm ノ圓孔ヲ有スル鉛箱ニ入レ、其ノ孔ヲ通ジテ出タル放射線ヲ檢ス。驗電器ハ紙壁ヲ管球側ニ向ケテ据エ、驗電器及ビ鉛箱ノ孔ノ中心、陰極線管ノ長軸ガ一直線上ニ在ル様ニ配置ス。驗電器ノ金箔ヲ陽又ハ陰電氣ニテ開キ、管球ニ電流ヲ通ズル時ハ、管球ヨリ出ル X 線ノ電離作用ニヨリ金箔ハ閉ヅ。其ノ閉ヂルニ要スル

Fig. 6.

時間ヲ驗電器ノ前ニ備ヘタル弱擴大ノ顯微鏡ノ「接眼レンズ」ノ目盛ニテ讀ム。次ニ 0.1 mm ノ Aluminium 濾過板ヲ 1 枚、2 枚、3 枚……………ト順次ニ鉛箱ノ孔ノ前ニ貼り、同様ニシテ金箔ノ閉ザル時間ヲ讀ム。「感應コイル」ノ火花間隙ヲ 6 cm (管球ヲ附ケテ)、管球ノ對陰極壁ト驗電器ノ紙壁間ノ距離ヲ 50 cm トセリ。

實驗成績

次ノ表及ビ Fig. 7 ニ示ス如シ。

Al Filter ノ厚サ mm	平均時間 Sekunde	強	サ
ohne	15.0	0.067	100.0%
0.1	22.5	0.039	58.2%
0.2	45.0	0.022	32.8%
0.3	74.0	0.014	20.9%
0.4	80.0	0.013	19.4%
0.5	140.0	0.007	10.4%

即チ 0.1 mm ノ Aluminium 濾過板ニテ陰極線管ヨリ出ル全 X 線量ノ約半量ガ吸收セラレ、0.5 mm ノ Aluminium 濾過板ニテ殆ド全量ガ吸收セラル。

Fig. 7.

B. Küstner 氏 Eichstandgerät ニヨル線量ノ測定

測定條件

1. 測定器ノ放射線ノ入口ハ Nr. 20 ノ遮光板ヲ置キテ測定ス。
2. 遮光板ト陰極線管ノ對陰極壁トノ距離ヲ 70 cm トセリ。
3. 「感應コイル」ノ火花間隙ヲ 6 cm (管球ヲ附ケテ) トセリ。

測定結果

X 線量ノ算出ハ次ノ公式ニ據ル。

$$D = K \cdot \frac{\text{Radiumsekunde}}{\text{Röntgensekunde}} \text{ "}\gamma\text{" pro Minute}$$

D ハ X 線量ナリ。

Radiumsekunde ハ 6 秒、Röntgensekunde ハ陰極線管ニテ檢シタルニ 2 分 43 秒ナリ。

K ハ遮光板 Nr. 20 ニテハ 0.146 ナル故ニ測定距離 70 cm ニ於ケル X 線量ハ

$$D = 0.146 \times \frac{6}{1.63} = 0.005 \text{ 弱 "}\gamma\text{" pro Minute}$$

トナル。然ルニ動物實驗ノ際ニハ陰極線管ノ對陰極壁ト被放射臓器トノ距離ヲ 2 cm トセリ。然ルニ X 線量ハ距離ノ自乗ニ逆比例スル故ニ、2 cm ノ距離ニ於ケル X 線量ハ

$$D = 0.005 \gamma \times \left(\frac{70}{2}\right)^2 = 6.125 \text{ "}\gamma\text{" pro Minute}$$

ナリ。之ヲ HED 單位ニ換算スレバ、1 HED ハ 550 γ ナル故ニ 6.125 γ = 0.011 HED トナル。

第 4 章 結 論

余ハ囊ニ家兎ノ卵巣、肝臓、甲狀腺、脾臓ニ陰極線管ヲ以テ放射實驗ヲ行ヒ、陰極線ノ生物學的作用ヲ研究セシガ、其ノ際用ヒタル陰極線管ニ就キ、其ノ管外ニ出タル陰極線ヲ證明セン爲メ、更ニ理學的檢査ヲ行ヒタルニ、其ノ結果ハ次ノ如シ。

1. 陰極線管ヨリ射出スル放射線ハ電場及ビ磁場ニ於テ屈曲シ、且 Bromnatrium ヲ變色セシムル作用アリ。斯カル性質ハ X 線ニハナキ故ニ、陰極線ガ陰極線管ヨリ管外ニ射出セル事明カナリ。

2. 管内ノ陰極線ガ管球ノ對陰極壁ニ衝突シテ此處ヨリ發生スル X 線量ハ Küstner 氏 Eichstandgerät ニテ測定シタルニ、對陰極壁ヨリ 2 cm ノ距離ニ於テ僅ニ 0.011 HED pro Minute ナリ。又陰極線管ヨリ出ヅル X 線量ノ約 50% ハ 0.1 mm ノ Aluminium 板ニテ吸收セラレ、0.5 mm ノ Aluminium 板ニテ

殆ド全量ガ吸收セラル。即チ同陰極線管ヨリ出ヅル X 線ハ透過力極メテ弱キ軟線ニシテ、其ノ量モ極メテ僅微ナリ。

上述ノ實驗結果ヨリ既ニ發表シタル、同陰極線管ヲ以テ放射セラレタル家兎臟器ノ組織的變化ガ管外ニ射出シタル陰極線ノ作用ニヨリテ起リタル事明カナリ。

稿ヲ終ルニ臨ミ、御懇篤ナル御指導ト御校閲ヲ賜リシ恩師八木田教授並ニ御懇篤ナル御助言ヲ賜リシ生沼教授並ニ武田助教授ニ深甚ノ謝意ヲ表ス。

主 要 文 獻

- 1) 中島良貞, 醫學レントゲン學, 第1卷. 2) 中泉正徳, 臨床放射線學, 第2版. 3) 水野敏之丞, 電子及原子論大要. 4) W. Baensch u. R. Finsterbusch, Strahlentherapie, Bd. 33, 1929. 5) W. Gentner, Strahlentherapie, Bd. 42, 1931.

附 圖 說 明

Fig. 1. 陰極線管

Fig. 2. 電場裝置

Fig. 3. Glocke

Fig. 4. 陰極線管, 電場裝置, Glocke ヲ配置シタル圖

Fig. 5. 管外ニ射出シタル陰極線ノ電場ニ於ケル

屈曲ヲ撮影シタルモノ

(+)ハ乾電池ノ陽極ニ連結シタル電場裝置ノ「アルミニウム板」ノ影像、(一)ハ乾電池ノ陰極ニ連結シタル「アルミニウム板」ノ影像ナリ。2 ッノ「アルミニウム板影像」間ノ黒化ノ度ハ(+)ニ偏スル程強シ

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 3.