



Title	自律神経系に及ぼすレ線作用 第一編 放射線の刺戟作用
Author(s)	山本, 道夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1950, 10(5.6), p. 19-27
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16357
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

自律神経系に及ぼすレ線作用

第一編 放射線の刺戟作用

専門部教授 山 本 道 夫

岡山大學醫學部放射線科(指導 武田教授)

(文部省科學研究費)

The effect of X-Rays on the Autonomic Nervous System.

Under Roentg. Med. Dept. Okayama Univ. Prof. Toshimitsu, Takeda.

Okayama Med. College. Prof. M. Yamamoto.

The irritative function of X-Rays.

It is assumed that X-Rays function effects on the function of cell. And so it is necessary to study about the biochemical examination of cell physiology.

The X-Rays irritative function is only ascertained in the functional examination of cell, but it is impossible to be judged by the usual Chromatin Method, and so I examined the cell function by Prof. Hamazaki's K. E. J. Method. I examined that the effect of the medicine and X-Rays direct function on the cel of brain, and then I obtained the next result, the K. E. Granula at 30' 90' after 60 r radiation is mor increased than the contrast specimen.

Such variation in cell, and so it is clear that small dose radion has the irritative function.

第一章 緒 言

放射線作用は如何に放射感受性の高い細胞でもそれが死滅せる場合は幾萬 r の大量を照射しても細胞の形態的變化は勿論の事化學的組成にも變化は見出されない。之の事實から放射線の生物作用は細胞が生存している事が必要條件で細胞生活の展開と共に之は現われて来る。

そこで放射線の攻撃點は細胞機能に作用すると推定される。従つて之を研究するには細胞生理の生化學的検査法が必要である。

殊に「レ」線の刺戟的作用の有無を知るには細胞の機能的検査法のみが判明するものである。

所が今日迄細胞に對する放射線作用を検するには専らクロマチン染色法に依る細胞の形態的變化を目標とする検査法が用いられていた。勿論之も放射線生物作用の一部に間違いはないが、之の検査法は細胞が放射線に依り退行性變化、即ち死滅

の過程を辿る場合のみ判明する検査法である。従つて之の検査法に終始する限りは「レ」線生物作用の内只細胞を破壊した時のみが認められ、「レ」線に Biopositive Wirkung が有るや否やは全く判明せる譯である。

今日「レ」線の直接的刺戟作用は多くの人々に依り否定されているが之は生物作用の検査方法に依り斯かる結論に到達するのは當然である。次に組織に對する「レ」線の機能的影響を觀察した文獻は多數ある。然し組織機能に對する「レ」線作用は極めて複雑で組織機能はその支配神経の緊張度や血流等に依つても容易に變化するもので「レ」線が又之等に影響を與える事は周知の事で「レ」線の間接的作用を除く事が出来ない。

それ故「レ」線の直接刺戟作用の有無を検するには單一の細胞特に神経細胞に就いてその生理的機能に及ぼす「レ」線作用を生化學的方法で検査する

事が誤を生ぜず最も好ましい方法である。余は腦神經細胞に就いて「レ」線の直接刺戟作用を濱崎教授のケトエノール法に依り検査した。蓋し、之は「レ」線治療上重大な問題であつて「レ」線が細胞を破壊する事は既に確定されたもので臨床治療上悪性腫瘍等に應用されているが「レ」線に刺戟的作用が確實に存在する時は現在經驗的に行われている所謂「レ」線小量照射療法の科學的裏付を得る事となるからである。

第二章 ケトエノール法に就いて

1932年濱崎教授は組織内に昇汞含有液で固定される一物質を發見し之は顯微鏡的に昇汞と密に結合せるを認め汞親和性物質と言う名稱を與えた。

その後昇汞許りでなく他の重金属鹽譬えば「クロム」鐵銅等を含有する固定液を用いても現われる汞親和性物質と同一系統にある重金属親和の細胞顆粒が存在する事を知り、之等は何れも石炭酸フクシン沃度法染色に對して行ふ酸脱色に強い耐酸性を示す所から之等四つのものを總稱し耐酸性顆粒と名付け固定に用いた金屬の名から更に之等を「クロム」、鐵、銅、汞耐酸性物質と名付けた。

耐酸性顆粒は細胞核の物質代謝機轉に依り生ずるもので核蛋白が Purinbase に到る迄の四つの分解過程即ち Nucleinsäure-Purinmononucleotide-Purinmononucleotide-Purinbase に到る迄の過程で Nucleinsäure は「クロム」と結び「クロム」耐酸性顆粒, Purinmononucleotide は鐵、銅耐酸性顆粒, Purinucleoside は銅耐酸性顆粒, Purinbase は汞耐酸性顆粒を形成する。耐酸性顆粒はその名の示す如く酸脱色に對し強い抵抗を有するもので重クロム酸加里、硫酸第二鐵、硫酸銅、昇汞等の金屬を含有する固定液で固定された切片を石炭酸フクシン沃度法で染色すると耐酸性顆粒のみは紫色に着色し、之を細胞核膜部や原形質内に散在性に見るが細胞體は淡く脱色して僅かに之の形態を伺うに過ぎない。

耐酸性顆粒の染色的特異性は濱崎教授に依ると耐酸性物質中の核酸の糖質が酸化されケトン基を生じ、次いで之がエノール基に變化され之の部で著明な酸の性質を現わし、鹽基性フクシン及び沃

度と反應し一種の紫色々素を形成すると言う。故に之をケトエノール顆粒(K.E.G)と名付けた。細胞内の K.E.G は之に一定の類脂體が結合し K.E. Lipoid を作る。之の際は顆粒が大きくなり安定性を持つ。尙同一反應を呈し紫色に着色する類脂體は標本を「バリット」水に通す事に依り K.E.G を脱色するが類脂體のみの時は脱色しない事に依り區別し得られる。今動物を照射して或組織細胞内の K.E.G を検出しその消長を顯微鏡下で對照と比較する時は「レ」線が細胞核の Purin 體代謝にどんな影響を及ぼすかを知り、又四種の固定薬で固定した標本を比較する時は Purin 體の生理的分解過程のどの部分に影響を與えるかも知り得る。細胞病理學では細胞核は細胞全體の機能を支配すると言ひ多數の放射線學者は「レ」線は細胞核に作用するものであると信じている。又 Dessauer の點熱説や Holthusen の光化學反應説等「レ」線生物作用の本態を説くに何れも細胞蛋白質にその作用の根元を置き蛋白質が變質されると假定している。本検査法は核酸代謝を目標とするものであり、且つ細胞は個體內の自然環境の儘で「レ」線照射を受けるため「レ」線生物作用を見るに最も好都合な Histochmischer Indicator と言わなければならぬ。余は之に依り放射線に刺戟作用が有るや否やを研究した。

第三章 「レ」線刺戟作用に関する文獻的考察

放射線に刺戟的作用が有ると言う一派と之を否定するものが有る。刺戟作用を肯定する一派の中にも刺戟作用は放射線の直接作用と言うものと放射線はどこ迄も破壊的作用のみで若し之に刺戟的作用が有るとせば、それは破壊に伴う二次的現象であると、間接作用で説明する者とが有り之の問題は今日迄尙決定を見ない。この問題は放射線治療上重大な事であつて、悪性腫瘍の放射線治療に際し少量の「レ」線が照射されると腫瘍細胞の發育刺戟となり悪化されるのではないかと考えられ、又逆に、放射線に刺戟作用がないものとせば臓器組織の機能を充める目的で「レ」線を應用する現在の所謂刺戟的照射療法は無意義な事となる。抑々「レ」線に刺戟的作用が有ると唱へ出したのは植

物に対する「レ」線作用を研究した一派に始まる。

1898年 Maldiney u. Thowrenin は大巢菜及び田芥子の種子を照射してその発芽並びに成長が促進されると報告し、H. E. Schmidt は甘豌豆を微量照射せる所非放射のものに比し数倍迅速に成長し之は「レ」線の刺戟作用のため當該植物の發育亢進を起したものであると結論した。その他 Körnicke Halberstaedter. u. Simons 等も植物に對する「レ」線の發育刺戟作用ある事を肯定している。Sierp. u. Robbers は一般植物が光の影響の下に長軸が波状をなして發育する故「レ」線作用も同様であろうと考え極めて微細な長軸變化を確認するため、特に水平顯微鏡を用い燕麥幼芽で實驗した所「レ」線の微少量の直接作用として先づ長軸の發育は殆んど倍加し、而も第一の發育波は山形をなし放射後間もなく極點に達しその後低下し再び上昇すると言う。又 Altmann, Rochlin, Gleichgewicht は隱元豆の乾燥せるもの、水に浸したもので、更に發芽せしめたもの3種に付き實驗し何れも少線量では一過性の發育促進を起させる事が出來又、組織的には幹部は強い、緻密な支持組織を有し非放射のものが後に辿るべき發育過程を既に現わし一見して非放射のものと區別する事が出來る。又、葉部は細胞層の増加を示すと言う。然し之の發育促進は一過性で胚芽に於ては發育抑制を後續すると言っている。

又、刺戟作用を肯定する動物實驗では Iazams, Barlow はラヂウム放射線の或る量は細胞分裂を迅速ならしめたと言ひ Hastings, Becton. u. Wedd は蠶蟲に照射すると蛹化時が短縮し繭の平均重量の増加、平均脱卵時促進が認められると言ひ、又 Haecker, u. Lebedinsky は山椒魚の卵及び仔魚を照射すると著しい發育促進を現わすと言う。Hoffmann は家兎及び猫の仔の骨組織に及ぼす「レ」線作用を見10~20% H. E. D 照射すると幼弱動物の脛骨は照射後4週で長軸増加を見るが、3カ月後は對稱と擇ぶ所はない、又組織學的には軟骨發育帶の著しい増幅と軟骨細胞の密在、骨端核の増大、骨幹部は骨梁石灰分も對稱に比し増加し、「レ」線の刺戟的作用を認めている。更に最近では

井倉は未熟家兎の睪丸組織を微量照射し精系諸細胞は著しく増殖し發育促進的現象を認めている。之等動植物に於ける弱小「レ」線照射は他方面に互り何れも一過性ではあるが發育刺戟の存在を裏書きしている。一方「レ」線は細胞機能には刺戟的亢進作用を惹起し得るか、之に對し E. A. Schmidt は生體染色上「レ」線作用を受けた或種組織細胞の色素攝取能の上昇はその組織細胞の機能亢進の象徴であると看做し機能的「レ」線刺戟作用を肯定している。最近に於て、松尾、河原田は犬の腸液中の Peptonase, Dipeptidase 及び Esterase 清野は小腸液の澱粉及び蔗糖酵素に及ぼす「レ」線作用を見少量照射では機能亢進作用の有る事を認め、又、藤浪も「レ」線弱小照射で喰菌作用や墨粒喰食價の上昇を見植皮に120r照射する時は非照射側に比し明らかに上皮新生が促進し、之等は肉芽組織内の網状内皮細胞系の機能賦活のためであると言っている。又 Edwad Girden and Elmer Culler は音に依る犬の條件反射を利用して検査する時は頭部を少量「レ」線照射する時は中樞性が末梢性かは不明であるが、長期間に互つて聴力が増加する事を報告している。以上の如く、「レ」線は細胞機能に對しても刺戟的作用を有する事が考えられる。一方「レ」線刺戟作用を「レ」線自己の直接作用とする者と、間接的作用であると主張するものが有る。

Halberstadter, u. Simons は植物の發育刺戟に對し「レ」線刺戟の本態は直接の機能促進ではなく寧ろ初期に傷害した各部の再生の結果である」と言う。Darid は犬、家兎、天竺鼠等の手術的に遊離した副腎を放射し、或一定期間經過後それのアドレナリン含有量を測定し大線量附與の後分泌抑制を起すが僅少線量附與の際には却つて分泌機能を充める事を觀察し、斯かる刺戟的機轉に就いては輕度の破壊に伴う二次的作用と斷定している。刺戟作用を肯定する人々でも一般に本來の「レ」線作用は破壊作用のみで Arndt-Schulz の生物的法則に従ひ「レ」線量が大きである時は破壊物質が大量に產生され細胞を破壊するが中等量では細胞の麻痺、少量の時は少數の破壊物質は細胞機能

の刺戟となり、茲に刺戟的現象が現われて來ると信じている。所が Holzknrecht 一派は「レ」線の刺戟作用を全く否定し、1923年獨逸レントゲン學會に於て Pordes は「レ」線作用の説明に機能並に發育刺戟の應説を必要とするかの題下に (1) Arndt-Schulz の學説は自然原則でなく又決して一般の通則でない。それ故之を「レ」線作用に適用する事は出来ない。(2) 實驗的に得た發育及び成長促進は決して促進を現わすものでなく寧ろ多様の傷害を現わす、その一症状として一過性促進を示す。(3) 機能刺戟と思わるゝ放射線効果は最も感受性高く従つて先づ第一又は最も多く傷害せらるゝ組織成分の抑壓、或は崩壞に依つた結果と解すべきである」と言う。Holzknrecht は「元來生物の發育は決して無制限のものでなく植物の成長にも自然の抑制的調整作用が有る。それ故外觀的刺戟作用は抑制的作用の障礙と看做すべきであらう」と、「レ」線刺戟作用を否定し、又『未だ強力「レ」装置の出現しない僅少線量で照射された1915年迄の「レ」線療法を施された總ての癌は悉く刺戟的に増殖發育しなければならぬ管であるが、斯かる非難の症例報告は見ない』と「レ」線生物作用に二つの相反する作用を否定し「之は一つの單位的機轉として理解すべきである」と言つている。

第四章 K.E.法より見た脳神經細胞の「レ」線機能刺戟

余は脳神經細胞が少量の「レ」線照射を受けその核酸代謝が如何に變化するかを濱崎教授のK.E.法に依り検し放射線が細胞機能に刺戟的作用を及ぼすか、又放射線には刺戟及び抑制の二つの相反する作用が有るか否かを研究した。茲に「レ」線作用を見る Indikator としてK.E.法を採用したのは既述の如く「クロマチン」染色法では前記の如く細胞の Biopositiv の面に於ける「レ」線作用を検し得ないからである。又組織に於ける「レ」線作用は極めて複雑で殊に機能は血流の状態や支配神經の緊張變化に依り相違し「レ」線は之等に影響を與える事は確かであるからである。従つて「レ」線の刺戟的作用を検するには最も單純な1個の細胞に就いてその機能を検査するのが最も良い。K.E.法

は前記の如く個々の細胞のみの核酸代謝機能の變化を窺い得る故、之は最も適する検査法と信じている。

第一節 「レ」線照射後に於ける 腦のK.E.G.の消長

成熟せる二十日鼠を1群3匹とし3回同様の實驗を繰り返した。「クローム」及び汞固定液を用い Cl K.E.G. 及び Hg. K.E.G. の消長を検し何れも「バリット」水を通し K.E.G. と K.E.「リポイド」の消長をも比較した。照射條件は管電壓 165 K.V., 濾過板 0.5 mm Cu+0.5 mm Al, 管球焦點皮膚距離 30 cm, 毎分 16.8 r とし少量照射は表面量 60 r, 大量照射 1000 r とした。

對照(非照射腦に於ける K.E.G.) Cl. K.E.G.

(A) 大脳皮質

帶狀層に 0.5 μ 大の小なる K.E.G. を多數に見る。顆粒層及び神經細胞層の細胞核内には殆んど K.E.G. を認めず僅かに原形質、又は核壁の外側に沿い 1.0 μ 大前後の顆粒を認める。

(B) 大脳髓質

神經線維の髓鞘には 1.0 μ 大前後の K.E.G. を少數に認めた。

(C) 小 腦

分子層に於ては 1.5~2.0 μ 大の K.E.G. を見る。Purkinje 細胞の原形質中には 1.0 μ 大の顆粒を核壁に接し、又はその近くに何れも顆粒層や髓質より多量に見る。顆粒層には 1.0 μ 大位の顆粒を、髓質は 1.0 μ 大以下の稍々小なる K.E.G. 中等量見る。之等は何れもバリット水分別で可成り褪色する。

少量照射(60 r)例。Cl. K.E.G.

(1) 照射後 30 分て屠殺固定せるもの(9例平均)

(A) 大脳皮質

帶狀層には 0.3~0.5 μ 大の呈色性の弱い K.E.G. と 2.0~3.0 μ 大の中腔狀の顆粒が對照より著しく多數に混在する。少數の Glia 細胞では 2.0 μ 大の中腔狀顆粒が核壁に外接し、又は核中の一端に認められる。K.E.G. は一般は帶狀層のものより顆粒層のものが大きく且つ融合状を呈し顆粒層には 2.0~3.0 μ 大の大きな顆粒が多數に認められる。

神経細胞層には0.5~2.0 μ 大の顆粒を多数核壁に外接して認められ、又大なるものは7.0 μ 大位の大中空状のK.E.G.を見る、又核中にも3.0~4.0 μ 位の呈色性弱きK.E.G.を1~2個認める。

(B)大脳髓質

この部では神経線維に接して小さな1.0 μ 大以下のK.E.G.を少数に見るが対照に比しては稍と多い。

(C)小 腦

分子層には1.0~2.0 μ のK.E.G.を多数に見る。且つ、所々に融合せる像を認め、Purkinje氏細胞の核膜に外接して少量見る。顆粒層には1.0~3.0 μ 大の融合せる稍と大なるK.E.G.を対照に比し大量に見る。髓質のK.E.G.は少数で対照に比し殆んど變りない。以上の如く腦細胞中のK.E.G.は60r照射後30分で対照に比し顆粒数を著しく増加し、又、中空状の大なる顆粒の發現を認め対照では核内に殆んど認めなかつたものも之には認められ之等は何れも「バリット」水分別で殆んど褪色し且つ対照よりもその褪色度が強くK.E.G.が「レ」線照射に依り多量新生された事を示す。

(2) 照射後1時間及び1時間30分て屠殺固定せるもの

何れも30分後のものと大差ない。

(3) 照射後3時間て屠殺固定せるもの

(A) 大脳皮質

帯状層には呈色性の弱い0.3~0.5 μ 大の多くは中空状K.E.G.を多数見るが照射30分後のものより稍と少い。顆粒層には0.5~2.0 μ 大の稍と大なる顆粒が集合し神経細胞層には核壁に外接し、又核の一端に存在する。多形細胞層と思われる部位にも多数のK.E.G.が存在する。

(B)大脳髓質

神経線維に接し小さな1.0 μ 大以下のK.E.G.を認め対照と殆んど同様である。

(C)小 腦

分子層に於ては1.0~3.0 μ 大のK.E.G.を1 $\frac{1}{2}$ 時間のものより稍と多数に見る。Purkinje細胞には原形質中に濃く染る1.0 μ ~2.0 μ 大のK.E.G.を認め、核膜に接しては餘り見られない。顆粒層には1.0~2.0 μ 大以下のK.E.G.を分子層よりは少く認められ、髓質には1.0 μ 大以下の小なる顆粒を少数に見る。

照射後各時間とK.E.G.の消長は第1表の如くなり之は「クローム」固定液でCl. K.E.G.を検出した場合であるが、昇汞固定液でHg. K.E.G.を見ると第2表の如くなる。

以上を總括すると二十鼠の頭部少量の「レ」線で

第1表 60r(Cl 固定)

	對 照	直 後	15分	30分	1st	1 $\frac{1}{2}$ st	2st	3st	6st	9st	11st	1T	2T~4T	
大 腦 灰 白 質	++	++	+++	+++	++	+++	++	++	-	++	+++	++	不	變
大 腦 白 質	-	-	+	++	++	+	++	-	+	+	++	-	不	變
小 腦 灰 白 質	++	++		+++	++	+++		++	++	++	+++	++	不	變
小 腦 白 質	-	-		+	+	++		-	-	+	+	-	不	變

第2表 60r(Hg 固定)

	對照	直後	15分	30分	1st	2st	3st	6st	11st
大脳灰白質	+	+	++	-	+	+	+	+	+
大脳白質	-	-	++	+	+	++	+	-	-

此の時間にて復歸

照射すると神経細胞は照射後既に15分から細胞の核酸代謝を目標とする検査では機能の充進が認められ、之が3時間迄持續するが6時間から9時間頃には稍と低下し11~24時間迄は再び充進し2日以後

は不變となる。斯かる變化は小腦に於けるより大腦に著しく特に灰白層に於てその變化は著明である。之等のK.E.G.は照射前に比し大顆粒を形成しCl. K.E.G.の方がHg. K.E.G.より増量が著しい、

中等量照射(200r)例、Cl. K.E.G.

第3表は同様の照射条件で200r照射せるものである。K.E.G.の消長は腦髓全體に就いて比較した。

第3表 200r (Cl 固定)Hirn

	對照	15分	30分	1 ¹ / ₂ st	2st	3st	9st	24st	2T	5T
K.E.G.	++	++	++	+	-	-	##	##	##	+

中等量照射の際には神経細胞の代謝は照射後3時間迄は低下し9時間から2日目頃迄稍々充進するを見る。

大量照射(1000r)例, Cl. K.E.G.

1000rの大量を照射した場合はCl. K.E.G. Hg. K.E.G. 共に照射後3時間から消失し10日後に於てもその發現はない。之は「レ」線照射に依り細胞の崩壊が起り従つて核酸代謝の停止は當然考えられる。

第二節 考 按

「ケトエノール」法に依る脳神経細胞の生化学的機能検査では細胞の形態的變化を全く見ない。少量の「レ」線照射でも既に著しい變化が細胞機能の面には現われ60r照射の場合は細胞機能の充進作用が見られる。又大量照射の時は細胞機能は停止する。

既に主要文献の章下で記載の如く Holzknacht 一派は「レ」線に發育刺激作用や機能刺激作用の存在する事を全く否定し、假令、之が存在するとしても之は抑制的作用が「レ」線に依り廢絶された結果で間接的作用に外ならぬと斷定している。又刺激作用を認めている一派も「レ」線本來の作用はどこ迄も細胞破壊的作用の1本であつて臓器機能の充進を見る刺激的作用は少量の「レ」線照射のため放射感受性の高い細胞が破壊されてこの破壊物質が Arudt-Schulz の法則に従い臓器機能を刺激した結果で「レ」線の間接的作用に他ならぬと主張している。

「レ」線の刺激的现象の一つには斯かる説明も肯定し得るが、余の實驗は個體の究極の單位である1個の細胞内而も神経細胞自體に就いての變化であり、而も照射後直ちに現われる點から考え茲に細胞破壊物質が作用して二次的に細胞機能が充進したとは考えられぬ、又、臓器機能の如く支配神経の緊張度の變化や血流等が之の間に介在せる事は勿論考えられない。即ち「レ」線自體に直接に細

胞機能を刺激し得る力を有していると信ずるものである。之の事は第二編の文献で示す如く長橋教授も同意見を發表されている。

第三節 興奮及び麻醉劑に依る

脳神経細胞のK.E.G.の消長

「レ」線少量照射に依り脳神経細胞は核酸代謝機能が盛んとなりK.E.G.は増加する。之を「レ」線に依る刺激作用と解釋するために興奮劑及び麻醉劑を用い神経細胞内のK.E.G.が如何なる消長を起すかを見て興奮劑を用いた時「レ」線少量照射の場合と同様のK.E.G.の増加が有れば「レ」線が脳神経細胞に刺激的に作用した結果K.E.G.が增量したものと説明し得られる。刺激劑として余は「ヒロポン」を用い、麻醉劑として抱水「クロラル」及び「ウレタン」を用いた。

ヒロポンに依る實驗；

體重17~20grの二十鼠を1群を3匹とし大脳皮質を興奮させ睡眠を防ぐ所謂、刺激劑として「ヒロポン」(0.3%)をpro. gram. 0.01cc注射し時間的に屠殺し腦髓に於けるK.E.G.を調査した。之が消長は第4表の如くなるが最も著しく變化された注射後6時間目の腦細胞に於ける變化は次の如きものである。

(A)大脳皮質

帶狀層には0.5~1.0 μ 大の角張つた粉狀の顆粒を對稱に比して著しく多量に見る。その中には融合状を呈し2.0~3.0 μ 大の大きな顆粒が有る。「バリット」水分別で之等は殆んど消失する。顆粒層では0.5~1.0 μ 大の圓形或は不整形のK.E.G.を對稱よりも著しく多量に見る。之等は何れも核膜に接し存在するもので核中にあるものは0.3 μ 大の小顆粒のみである。神経細胞層には0.5 μ 大以下の小顆粒を多數に見る。

(B)大脳髓質

神経線維に接し、又神経線維の間に0.5 μ 大以下の不整形K.E.G.を見るが皮質よりは少數である。然し對稱よりは增量している。

(C)小 腦

分子層には0.5 μ 以下の小さな粉狀の顆粒が多數に有り、Purkinje 細胞には核中又は核膜に接し

て多数の0.2 μ 位の角張つた顆粒を見る。顆粒層には0.3 μ 大以下の小なる粉状のものを中等量認める。

第4表 ヒロポン(CI 固定)

	対照	30分	1st	3st	6st	9st	12st
大脳灰白質	++	++	+++	+++	+++	++	++
大脳白質	-	-	+	++	++	+	-
小脳灰白質	++	++	+++	+++	+++	++	++
小脳白質	-	+	++	++	++	-	-

以上の如く強力な中樞性興奮作用を有する「ヒロポン」を用うる時は脳神経細胞内に於けるK.E.L.は著しく増量するが「レ」線少量照射の時は照射後30分位で最大となるに反し、本剤使用の際は照射後6時間で最大となる。顆粒の数は「レ」線より著しく増量するも顆粒の大きさは概して小。又「レ」線刺戟照射の際は大腦皮質から深部層まで同時に増量するが薬剤の場合は大腦の表面から深部に向い徐々に増量が進行する點が相違する。「之は「レ」線の有する深達力の爲かとも考えられる。従つて「レ」線に依る刺戟は他の薬剤刺戟と稍と相違し極めて速かに、且つ腦の深部迄同時に刺戟される事が考えられる。

ウレタンに依る實驗

體重17~20 grの二十鼠を1群3匹とし program 0.001 grを注射し「ヒロポン」と同様時間的に屠殺して腦髓に於けるK.E.G.を調査した。之が消長は第5表の如くなるが、最も著しく變化された注射後6時間目の腦細胞に於ける所見は次の如きものである。

(A) 大腦皮質

多数の0.5 μ 大以下の小なる顆粒を見るも之等の殆んどは「バリット」水分別で消失せず、K.E.L.と考えられる。顆粒層には多数の0.5 μ 以下の顆粒があり、又所々に1.0 μ 大の融合せるものを見るが何れも「バリット」水分別で殆んど消失せずK.E.L.と考えられる。

(B) 大腦髓質

神経線維に接し又は線維間に殆んどK.E.L.のみが存在する。

(C) 小 腦

分子層には0.5~1.0 μ 大の圓形又は、融合形のK.E.L.のみを見る。Purkinje細胞は核又は、核膜、原形質中に0.3 μ 大以下の極めて小なるK.E.L.を見る。顆粒層には0.5 μ 大の不整形又は圓形の顆粒を多数に見るも殆んど「バリット」水分別で消失せず之等は全部K.E.L.である事が考えられる。又髓質には少数の0.3 μ 大の小なるK.E.L.を認めるのみである。「ウレタン」注射後のK.E.G.の消長は第5表の如くなる。

第5表 ウレタン(CI 固定)

	對 照	30分	1st	3st	6st
大脳灰白質	++	+	++	+++	+
大脳白質	-	-	++	+	-
小脳灰白質	++	++	++	++	-
小脳白質	-	-	+	-	-

以上の如く「ウレタン」麻醉剤を作用させる時は脳神経細胞の核酸代謝は初め一過性に充まるが照射後6時間にては著しく低下する。殊に小脳に於て著しい。之は恰も「レ」線200r照射の場合と類似するが時間的差異が有り「レ」線の場合は第3表の如く照射後直ちにK.E.G.の減少を示しその後刺戟的現象が現われK.E.G.は減少するがK.E.L.は殆んど變化が無い。

第四節 薬劑と「レ」線照射とを併用した場合の K.E.G. の消長

(1) ヒロポン+60r照射の實驗

第三章實驗の如く「ヒロポン」に依り脳神経細胞の核酸代謝は充進し、又「レ」線照射に依つても60r照射すると同様に脳神経細胞は機能充進が見られる。次に兩者を併用した場合脳神経細胞の機能は更に充進し得るかを檢した。之は刺戟の閾値を決定するに必要である。即ち機能充進が豫め存在するものに「レ」線刺戟照射を加えた場合神経細胞の機能は更に充進し得るか、又200r照射した場合は如何なる變化を起すかを見た。「レ」線照射は「ヒロポン」注射後10分で行つた。之が實驗成績は第6表の如くなる。又、200r照射した場合は第7表の如くである。

第6表 ヒロポン+60r

	對照	30分	1st	3st	6st
大脳灰白質	++	+++	+++	+++	+++
大脳白質	-	++	++	++	-
小脳灰白質	++	+++	+++	+++	++
小脳白質	-	++	++	+	+

第7表 ヒロポン+200r

	對照	30分	1st	3st	6st
大脳灰白質	++		++	++	++
大脳白質	-		++	-	-
小脳灰白質	++		+++	++	++
小脳白質	-		+	-	-

脳神経細胞機能を「ヒロポン」で興奮させ更に之に「レ」線刺戟を作用させると、第6表の如く照射後30分で既に細胞機能は充まるが、之は第1表と第4表とを比較して「レ」線作用である事が考えられる。「ヒロポン」注射後1時間では第4表に示す様に既にK.E.G.は増加する。又之の時には「レ」線作用も尚持続している事は第1表に依り明らかである。然し2つの刺戟が加わつてもK.E.G.は特に増量する事もなく「レ」線作用が消失する3~6時間後に於ても尚核酸代謝の充進が見られるのは「ヒロポン」の作用であると考えられる。200r照射の場合はヒロポンは興奮的に「レ」線は抑制的に作用する爲め核酸代謝の充進は第7表に示す如く殆んど見られぬ。之の實驗から脳神経細胞に対する機能充進的の刺戟作用は一定の閾値があるもので無限に刺戟作用を充める事は出来ないと云い得る。又薬劑等で閾値近く迄充進させた細胞に「レ」線の刺戟的照射を試みても「レ」線作用は現われないが、「レ」線は拮抗的に作用する事もない。又「レ」線の刺戟作用は時間的に極めて速かに現われるが、「ヒロポン」刺戟作用は遅れて現われる。従つて兩者を同時に用うると速かに作用が現われ、而も長時間刺戟状態を繼續し得る。

(2) ウレタン+60r照射の實驗

ウレタンを注射し「レ」線の刺戟照射を行う時は脳神経細胞の核酸代謝は照射後30分では充進し之を第5表ウレタンのみを使用せる場合注射後30分

でK.E.G.が減少せるに比し著しく増量する而もウレタンを用いずに「レ」線のみ照射した場合と略々同様である。それ以後はK.E.G.は減退しウレタンのみを用いた時の如き一過性の機能充進は見られない。

第8表 ウレタン+60r

	對照	30分	1st	3st	6st
大脳灰白質	++	+++	++	+	±
大脳白質	-	+	-	-	-
小脳灰白質	++	+++	+++	-	-
小脳白質	-	+	+	±	-

之の實驗からウレタンを用い脳神経細胞機能が低下せる場合でも細胞に對し「レ」線刺戟は有效である事が判明する。

第五章 結 論

(1) 放射線生物作用を細胞の生化学的検査法で見ると、之は Holzknrecht 一派の稱える一元的作用でなく細胞機能面では刺戟及び抑制の二元的作用が有る。

(2) 放射直後から起る脳神経細胞内の機能充進作用は「レ」線直接刺戟作用と考えられる。

(3) 中枢性神経興奮に作用するヒロポンは神経細胞の核酸代謝を充め、「レ」線刺戟照射の場合と略々同様であるが兩者の相違點は「レ」線は照射後15分で既に機能充進が起り30分で最高値に達し、且つ波狀的消長をなす。之に反しヒロポンは1~6時間充進が認められ、且つ波狀的消長はない。最高値は注射後6時間で見られる。又「レ」線刺戟は大脳皮質から深層迄同時に起るが薬劑では大脳表部より深層に徐々に作用する。そこで「レ」線刺戟照射と興奮劑とを併用する時は照射後直ちに且つ長時間に互つて細胞機能を充める事が判明した。

(4) ウレタン麻醉薬を作用させると、神経細胞の核酸代謝は一過性に充まるが6時間後には著しく低下する。

(5) 薬劑に依り機能充進せる脳神経細胞に「レ」線の刺戟的照射を行つても細胞機能を更に充める事はない、即ち刺戟には一定の閾値が有る。之に反し薬劑に依り細胞機能の低下せるものに「レ」線

刺戟的照射を行うと「レ」線は強く作用し細胞機能を亢める。

(6) 之の實驗から次の事が言える。

機能の亢進せる 腦神經細胞に對しては「レ」線は作用せぬが機能の低下せる 腦神經細胞に對しては「レ」線は強く作用する。余は自律神經失調症に對する「レ」線の治效作用を之の點に求めた。

文 獻

- 1) Edward Girden and Elmer Culler, Auditory effects of Roentgen rays in Dog. Amer. J. Roentgenol. Vol xxxii. — 2) R. Glauner, Vegetatives Nervensystem und Röntgenstrahlen Str. Therapie 62, 1938. — 3) Halberstaedter u. Simon, Zum Problem der Reizwirkungen der Röntgenstrahlen. Biologische Ergebnisse aus Versuchen an Pflanzen Fortschr. a. d. G. Röntgenstr. 1922, Bd. xxviii. — 4) Sierp u. Ribbers, Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Wachstum der Pflanzen Strahlenther. 1922, Bd. XIV. — 5) Altmann, Rochlin u. Gleichgewicht, Über der entwicklungsbeschleunigenden und entwicklungsgemessenden Einfluß der Röntgenstrahlen. Fortschr. a. d. G. Röntgenstr. 1923, Bd. xxxi. — 6) Hoffmann, Über Erregung und Leitung tierischer Zellen

durch Röntgenstrahlen. II Experimentelle. Untersuchungen am wachsenden Knochen von Kaninchen und Katzen. Strahlenther. 1922, Bd. xiv. — 7) Schmidt, E. A. Einfluss der Röntgenstrahlen auf die vitale Farbbarkeit der Gewebe. Strahlenther. 1921, Bd. xii. — 8) Halberstaedter u. Simons, Zum Problem der Reizwirkungen der Röntgenstrahlen. Biologische Ergebnisse aus Versuchen an Pflanzen. Fortschr. a. d. G. d. Röntgenstr. 1922, Bd. xxviii. — 9) Holzknacht, Gibt es eine Reizwirkung der Röntgenstrahlen. M. med. W. 1923, Nr. 24. — 10) David, Kritisches Sammelreferat über Röntgenreiztherapie. D. med. W. 1923, Nr. 26. — 11) Pordes, Ist zur Erklärung der Röntgenwirkung die Annahme von Funktions- und Wachstumsreiz notwendig Strahlenther. 1923, Bd. XV. — 12) 林春雄著, 藥理學. — 13) 紫谷篤弘, 核蛋白, 醫學の領域に於ける幾つかの問題, 日新醫學, Vol. 36. — 14) 小山博, 催眠劑血中沃度酸値に及ぼす諸種藥劑の影響, 大阪醫事雜誌原著版, 第 7 卷. — 15) 小林龍雄, 諸種催眠劑, 鎮靜劑, 解熱劑及びその併用の睡眠度に就て, 千葉醫學會雜誌, 第 16 卷. — 16) 藤浪修一, 炎症に對するレ線の治療作用機轉, 診療醫學, Vol. 7. — 17) 濱崎幸雄, 耐酸性物質に就て, 日新醫學, 第 24 年, 2 號.