

レントゲン深部放射の一般概念

藤浪剛一，原邦郎 著（1928）

目次

緒論

放射治癒機転の理論

放射量

理学的放射量

生物学的放射量

レントゲン線の分布

水中に於けるレントゲン線分布の状態

生体内部に於けるレントゲン線分布の状態

放射方法

濾過

放射門口

焦点間距離

人工層

病巣の測定

配量図作成

放射様式

単純放射

複雑放射

放射量付加

放射前後の処置

放射前処置

放射後処置

深部放射の副作用

局所的障害

全身的障害

緒論

深部放射とは皮下組織又は内臓疾患を放射する技術にして、必ずしも狭義に解して深在病巣のみの放射に限らず、皮膚表面に露出せる病巣の放射^{いえども}と雖、尚よく深部放射法を利用することあり。

従来行れたる放射技術は、主として低圧のレントゲン初発器により、比較的長き波長の放射線を以て病巣を放射せり。レントゲン線の生体組織による吸収は、波長に比例して増減すべきを以て、低圧放射に於ては比較的深部に存する病巣に十分なる放射量を付加するを得ず。故に低圧放射治療範囲は主として表在性のもの、若くは深部に在るも少量の放射量にて治癒の目的を達し得る疾患に限るゝなり。

《深部放射に関する最初の文献》

1904年 Perthes が、癌腫レントゲン治療の質疑と称する論文を公にせり。これ深部放射に関する最初の文献にして、氏は生体組織のレントゲン線吸収の割合を測定し、濾過板竝に硬度高き放射線を用うれば、深部に到達するレントゲン線量を著しく増加し得ることを発見し、放射技術上に一新方面を開拓し、将米の深部放射の萌芽となるに至れり。

同年、Dessauer は放射によりて満足なる効果を得んには、病巣各部を均等に放射する必要を力説し、単一方向より放射するのみならず、他方向より交叉して放射すれば有利なると、遠距離より放射するによりて更に効果を高め得べきことを唱えたり。

以後、学者の苦心努力の結果、理学、機械、生物学の三者に相関せる知識の進歩は深部放射技術の大成を致したり。

放射治療機転の理論

深部放射を施すものは主に癌腫、肉腫の悪性腫瘍、竝に筋腫の如き良性腫瘍、其他各結核性、去勢放射等を重なるものとす。今深部放射の方法を述ぶるに先ち、是等各疾患が何が故に、レントゲン線によりて治癒するやの理論を論ずるは、必ずしも徒爾ならずと信ず。

癌竝に肉腫の治癒機転レントゲン線による癌腫竝に肉腫の治癒機転に二様の解説あり。

《癌腫竝に肉腫の治癒機転》

第一説は放射局所に及ぼすレントゲン線の直接作用を主とせるものなり。此説は更に局所の病的細胞を直接に破壊すと論じ、又基質に働くとの議ありて、前者には主として Perthes, Seitz, Wintz が主張し、後者は Exner, Theilhaber, Opitz 及其門下生が論及する所なり。

第二説は、全身に及ぼす間接作用が治癒機転主体と説けり。本論には最近に至り多数の支持者ありて其根拠を実験に基ける所多し。

身体臓器を構成する各種細胞は、各レントゲン線感受性を有す。例えば生殖腺固有細胞は筋細胞に比し感受性高し。又筋細胞は骨・軟骨細胞よりも更大の感受性を有す。又同属細胞^{いえども}と雖、発育の時期を異にすれば、感受性は必ずしも同一ならず。幼年者の皮膚は高年者に比し感受性著しく高し。又精母細胞と精子又は原始濾胞と成熟濾胞とが、それぞれ感受性を異にするは好例なりとす。

《放射線感受性原則》

一般に細胞は、

- 一 蕃殖力の旺盛なる程
- 二 間接核分裂の永続する程
- 三 形態竝に機能の決定的に完成せざる程

放射線の感受性は強きものにして、之をトリボンドー・ベルゴニエーの放射線感受性原則と称す。

されど茲にも多少の例外なき能わず。精子の精母細胞に比し、又成熟濾胞の原始濾胞に比し感受性の高きが如き、又年少婦人の卵巣機能を中止せしめんには高年者よりも大量の放射線量を必要とする如き事實は明に本則と矛盾す。最近 Nemenow が幼若なるものよりも、老熟せる細胞が高き感受性を有するを主張せるは、是等の事実を根拠とせるものなり。

《レントゲン線が細胞に及ぼす作用》

レントゲン線が細胞に及ぼす作用の解説は尚霧中に在り。Dessauer の説く点熱の仮説あるも、未だ作用機転の本態を説明し得ず。

細胞の生活は新陳代謝によりて示さる。活発なる機能を営む細胞には代謝も旺盛なるべく、非動的安息の状態に在る細胞には代謝も亦沈滞す。而して細胞の生活盛となれば、漸次疲労す。生活の異常の亢進は遂に、細胞の死滅を来すに至るべし。

細胞の新陳代謝強弱度を調節影響するは、一に其細胞膜の透過性に在り。細胞膜透過性の増大する時は、新陳代謝は共に亢進すべく、之に反して透過性の遞減する時は、代謝も亦低下するに至るべし。されば斯の如く細胞膜の透過性を左右すべき一切の刺戟は、又同時に細胞の機能を変化せしむるものにして、機能亢進の結果該細胞が死滅するや否やは一に刺戟の大小に因るものなり。総ての刺戟の適当なる時は、細胞機能を亢進せしめて生物学的陽作用を現すべく、之に反して、

度を超ゆれば細胞は疲労死滅して、障碍作用即ち生物学的陰作用を現示す。

レントゲン線も一般刺戟と同様に主として細胞膜透過性に変化を招きて生物学的作用を現わすとは Hohlfelder の仮説なり、氏の仮説にてレントゲン線には刺戟作用即ち生物学的陽作用を有することを知りたるも、此陽作用と陰作用即ち障碍作用との間には判然たる境界を画するを得ず。一般他の外来刺戟と同様にレントゲン線量の多寡にて或は陽作用となり、或は陰作用ともなるものと見做さざるべからず。従来多くの病理学者が確証したるレントゲン線放射後の各臓器に現わる、病理組織学的変化は、何の特異なる点を有せず。一般変性像と全く同様なり。是れレントゲン線が他の刺戟と異り、個性特異的作用を呈するに非ざるの証左となるなり。

Groedel 及 Schneider は *Paramecium Caudatum* に頗る興味ある実験をなせり。此ものはレントゲン線に対する抵抗強く、通常の状態にては、よく大量の放射に耐え得るも、一度体の P.H. 濃度を増す時は、少量の放射線にて障碍を被り 7.0 - 7.2 P.H. 濃度に於て遂に死滅す。之に反して無放射対照のものに於ては 7.4 P.H. 濃度に於て始めて障碍を被むるなり。即ち放射によりて細胞膜透過性の増進せる結果、環境の障碍を容易に誘起せるによるものと見るべきか。

Hohlfelder の仮説は尚実験的根拠薄弱にして、レントゲン線作用唯一の本態とは認むべからざるも、斯の如き因子の存在すべきことは疑うべからず。

細胞機能が異常に亢進すれば、細胞は早期に疲労死滅すべし。今此仮説の如くレントゲン線によりて細胞物質代謝が促進せらるゝものとするれば、幼若なる細胞よりも老衰せる細胞が反って早期に死滅すべきは想像に難からず。Nemenow の所説も斯の如く解釈すること得べし。

従来経験に徴すれば、癌腫、肉腫、其他病的の細胞は健康のものに比して、常に高き感受性を有するものなり。病的細胞には健康細胞と異りて代謝機能の失調あり、既に代謝が異常に亢進すれば疲弊の状態となる。斯の如き細胞が一度レントゲン線の作用を被りて更に代謝の促進せらるゝ時は、細胞が早期に死滅すべきことは容易に推論し得べし。

更に鏡下に之を窺うときは、被放射組織は明かに破壊せらるゝを認む。細胞は腫脹し胞核は或はピクノーゼに陥り、或は崩壊し染色不同となり、原形質も染色不同となり、或者は透明に、或者は空胞を形成し、境界は原形質腫脹の為め時に鮮なるも、時には胞界消失し塊状に融合し、大なるシンチチュウムを形成す。尚破

壊が進めば其像愈々著明となり、崩壊せる胞核は融合して消失し、原形質も破壊消失するに至るべし。

レントゲン放射の治癒機転をレントゲン線が局所病的細胞に及ぼす直接破壊作用に基くものとは、広く唱導せられし解説の一なり。

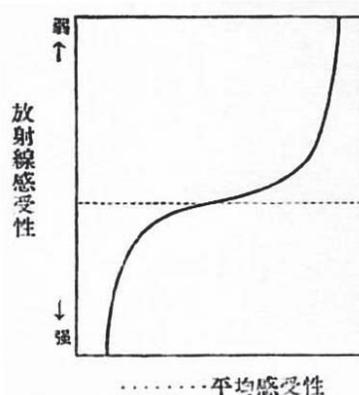
《放射線量》

斯く如く細胞はレントゲン線によりて一定の障碍を被るも、其障碍を誘起せしむるに必要な放射線量は、細胞の固有感受性によりて相異なるものなり。即ちレントゲン線は各細胞に対して選択的に作用す。レントゲン治療は、此量的選択性を最も巧に应用せるものなり。

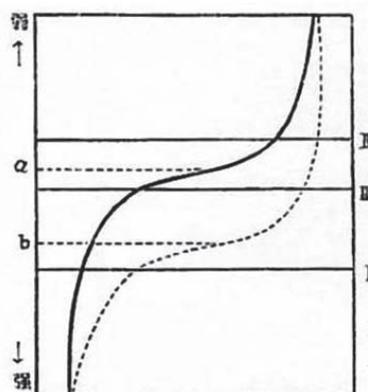
《生物学的曲線》

同一種類の細胞たりとも、必ずしも同大の感受性を有するものに非らず。故に箇々の細胞には或は遙に高き感受性を有し、或ものは之より遙に低き感受性を有す。斯の如き感受性を異にする細胞数の多少によりて平均感受線は上下し、感受性強き細胞の多くなるに従いて登り、之に反し感受性の乏しき細胞に富めば平均線は低下す。之を曲線にて示せば第一図の如し。此曲線を Quetlett の生物学的曲線と称す。

本曲線に就き實際治療の場合を考察せんに、第二図の実線は健常細胞の、点線は病的細胞の感受性を示すものとすれば、両者の平均感受性の間には a - b の差あり。而して放射量の少量なる時は、健康、病的細胞に於て、



第一図. Quetlett の生物学的曲線



第二図. 実線は健常細胞、点線は病的細胞の生物学的曲線

共に比較的高き感受性を有する少数のもののみが障害を被り、大多数の細胞は何等影響を受けず (I の場合)、之に反して、放射量の過剰に失す場合には、病的細胞の殆んど大多数は完全に障害を被り、且つ同時に健康細胞の大多数も障害せられて治療の目的を達し難し (II の場合)。更に III の場合の如く、適宜の放射量の時に於て、始めて病的細胞の大多数は破壊せらるゝも、健康細胞の大多数は何等障害を蒙らざれば治療の目的を完全に達し得ることゝなるなり。

《適宜の放射線量》

此適宜の放射量は、後章に記載する癌腫量、肉腫量、或は結核量等として、従来を経験に基ける量にして、レントゲン治療するも尚完全の効果を見ると見ざることは、主として其放射線量の選択如何に在り。

此適量の放射を行いたるも、健康細胞の一部は障害を被ると共に病的細胞の一部には何等障害を被ることなくして残存するものなり。斯の如く、遺残せる病的組織は将来発育増殖するに及んで、臨床上再発となるものなり。悪性腫瘍のレントゲン放射例に於て完全の永久治癒は稀有にして、多くは一時軽快を見るも、間もなく再発旧態に戻るは此關係に由るものならん。されば、此事実より推定するに、治療法を巧妙に行うも、病的組織を完全に破壊し得ることゝなる。此残留せる病的細胞は、一度被れるレントゲン放射によりて多少生活力を喪失するものなれば、其虚に乘じ個体の生体防禦力を増進して残留病的組織を完全に破壊し尽して、治癒の目的を達し得るなり。是れ、レントゲン治療に於て、個体防禦力の障害を避け、更に之を旺盛ならしむる方法を講ずることが重要なことゝなるなり。

《放射を受けし癌腫の鏡検》

放射を受けし癌腫を鏡検するに、既述の破壊像の傍ら、破壊せる癌蜂巣を結締織が圍繞し、漸次増殖す。癌蜂巣は硬化硝子様変性に陥り、途に頽廢崩壊す。而して結締織増殖は消極的に単に癌細胞の崩壊より生じたる組織欠損を補填する態度には非ずして、寧ろ積極的に結締織を以て圧迫し、二次的に癌細胞を崩壊せしむるの觀を抱かしむ。

こは Exner が始めて説きし以来、Theilhaber, Opitz 及其門下なる Kok, Vorländer 等が実証せる所なり。氏等が癌腫治療機轉の主因を、寧ろ此結締織増殖並に次に述べべき全身作用中に求めたる所なりとす。

従来の実験成績を通覧するに、癌細胞に及ぼすレントゲン線の直接破壊作用に就きては根拠ある説明は求め得られざる所多し。全く効果なしと思はるゝ小量放射に於ても、屢しばしば癌腫の治癒又は軽快を見る所ありて、腫瘍自体に於て小量放射を受けたる部の大量放射を受

けたる部に比し、退行変性の軽度ならざることあるは、既に Stephan の証せし所なり。又 Krönig に拠れば癌腫患者の長期の治癒の状態を保てるものには、小量放射を頻回に受けしものに多しと。乳癌手術後の予防放射するも、Perthes は何等の効果なく却って有害なりしと謂えるに、Anschutz は相当の効果認めたり。斯く両氏が見解を異にしたるは、放射量の大小に因るものにして、Perthes は大量放射を、Anschutz は小量放射を反覆したるなり。

悪液質に陥り衰弱せる患者は、栄養良好なるものに比し放射効果の著しく劣れるは一般に認めらる。

動物組織実験に於て、放射を受けし腫瘍の病的 (癌) 細胞が変化を現わすに先ちて、円形細胞の増殖現象を認む。

腫瘍ある局所以外の全身を放射するに、腫瘍を直接放射したると同様に腫瘍の治癒を見る。こは Kok 及び Vorländer が実験し、全身間接放射に於ても腫瘍の組織像の変化は腫瘍直接放射と全く同一のものなり。

放射面を大になして単に腫瘍のみならず、其周囲をも共に放射すれば放射効果著しく増加するを得。

移植腫瘍のレントゲン放射効果は、放射量の増加と共に却つて不良となる。而してこは放射の爲めに、基質中に現るゝ退行変性が放射量の増加に伴いて、より速に且著明に営為せらるゝに基けり。

二十日鼠の自生癌を軟線にて放射して之を移植するに、放射せざる対象と殆ど同率にて移植することを得。之に反して予め皮膚を放射して腫瘍を移植すれば、移植率は著しく障害せらるゝなり (中原, Murphy, Maisin, Sturm)。

腫瘍の小なる程、小量の放射量にて効果を収む。腫瘍が大なるときは、之を治癒せしむること困難なり。

移植腫瘍が放射又は他の治療によりて退行するも、鏡鏡所見は共に同一にして、放射線障害の特有とすべきを発見し得るなり。

生体外に於て、癌細胞を破壊せんには、生体内の場合よりも更に数倍の放射量を要す。レ線の感受性高き淋巴瘤も、生体外に於ては非常の大量を放射するに非ざれば、之を変化せしめ得ず。

以上の事実の説明を従来より行われたる局所病的細胞に及ぼす直接破壊作用と見倣しては、到底十分に説明し能わざる所なり。

《治癒機轉の本態》

然らば、**治癒機轉の本態**を考ふるに、治癒機轉をレントゲン線の生活体に及ぼす一般的作用に求めんとする傾向を帯べり。

癌腫発生の原因は種々あれども、最も重大なる関係は、生体体質の変化なり。Leibschitz はタール癌腫に於て実験的に之が発生するに先ち、生体の調子の変化することを証せり。又悪性腫瘍の自然治癒は、従来の文献に徴するに必ずしも稀ならず。Gaylord 及 Clowes は 1906 年までの報告例を渉りて其 14 例を発見し、2 例の上皮癌、2 例の乳腺繊維癌、1 例の直腸腺腫、6 例の脈絡膜腫、2 例の内皮細胞腫、3 例の肉腫の治癒例を知れり。同様に Theilhaber, Edelberg, Strauß, Trinkler, Werner, Borchard も報告せり、特に乳腺、腸管の癌腫は、腫瘍実質の萎縮、結締織の増殖によりて治癒退行することの稀ならざる例多しとす。

是等の事実を徴するに、腫瘍の発生増殖は生体防禦力が或る機会に於て、一たび低下するとき之を促すものゝ如し。而して其低下せる防禦力が再び旧態に復するや、腫瘍が治癒し得ることは必ずしも想像に難からず。

斯の如き生体防禦力の現存の証明は猶不明なるも、淋巴球が腫瘍免疫と密接なる関係を有することは既知の事実にして、Aplant が脾臓を摘出せる動物は腫瘍に対する免疫の低下せることを証したる如き、Blumenthal, Murphy, Morton, 中原等が移植腫瘍に於て淋巴球が増多すれば移植率の低下するを明にしたるは、何れも腫瘍免疫に対する暗示を与えし事実と云うべし。

《レントゲン線の全身作用》

レントゲン線の局所的作用以外、全身に作用することは、放射後種々の服作用の現わるゝことによりて夙に知られたり。而して其全身作用の内最も著明なるは血液像の変化にして、著しく損傷せらるゝやレントゲン悪液質に陥るものなり。Opitz はレントゲン線が生活神経に及ぼす直接作用と、局所に発起したる分解作用の二次的に現わす化学的作用に基くものとなせり。何れにもせよ、放射による血液に現わる変化は主として淋巴球増多なれば、之を以てレントゲン線の腫瘍治癒機転の本態と認めんとする一派あり。

レントゲン線の全身作用よりして、癌腫治癒機転をリポイド蛋白質竝に蛋白分解酵素の形成に説くものあり。

《癌腫》

患者が丹毒を経過する時は、癌腫の治癒機転を可良ならしむることは屢々経験せられたり。Schumacher は丹毒罹患によりて死滅する細胞組織の分解よりして生体に多量のリポイド蛋白質竝に蛋白分解酵素の成生せらるゝ結果治癒するに在りと説けり。

之と同様にレントゲン放射の直接破壊作用によりて、死滅せる癌腫竝に周囲組織細胞に分解が行われ、生体

に多量のリポイド蛋白質竝に蛋白分解酵素を生じ、二次的に生体防禦力を高め、癌腫を破壊するに在り。

上述の事実は何れの場合に於ても、レントゲン放射は癌腫に対し、一たび失いし生体防禦力を快復せしめ、癌腫の発育を防止し、進んで全身作用を強調するを明に示せり。

Fischer が腫瘍以外の体部、例えば肝臓、骨髓等を放射するも腫瘍の縮小を認め、Kok 及び Vorländer が腫瘍以外の全身を放射して同様の効果を挙げ、Theilhaber が脾臓、脳下垂体等を放射して癌腫の治療を企て、Rieger がレントゲン治癒機転の主因として結締織竝に造血系統に及ぼす刺戟作用を強調せしは、何れも此事実に信頼したるものと謂うべし。

Opitz, Freund は更に説をなして、レントゲン線全身作用の結果、生体にネクロホルモンとも称すべき一種の物質を生ずると謂えり。こは癌腫に罹れる二十日鼠が健者に比し、反って大量の放射に耐え、又健者の放射後 24 時間以内に此者に癌腫粥を注入する時は、放射による障害を著しく軽減し得る事実を根拠として推論し、レントゲン放射は体内に一種の毒素を生ず、此毒素は特に癌組織と密接なる親和力を有すと説けり。此事たるや、猶今後の実験を経て確むべきものなるが、レントゲン線全身作用の癌腫治療機転を解決する上に価値ある実験と称すべし。

レントゲンの悪性腫瘍治癒機転は全身作用を基礎として、新方向を開拓して大成を致すべきに非ざる乎。

《子宮筋腫の治癒機転》

以上は主として癌腫、肉腫の治癒機転の説明なるも、**子宮筋腫**の治癒機転は聊か之と趣を異にするものあり。

レントゲンの子宮筋腫治癒機転の説明に二様の見解あり。一はレントゲン線放射の結果、卵巣の排卵作用が除去せらるゝ結果なりと。即ち筋腫治療の原因を卵巣機能の制限に求むるものなり。是れ更年期に発生せる筋腫は月経閉止と共に屢々縮小消失し、又 Hegar は卵巣剔出すれば、筋腫縮小 90% に達する事実を示せり。放射治療に於ても去勢量を付与して卵巣機能を排除すれば筋腫は縮小するものなり。

本説は主として Seitz, Aschner, Meyer, Schikele, Schneider が唱え、余等も同様なる見解を有せり。

他は筋腫細胞を直接破壊すると説くものにして、卵巣機能の廃絶の如きは、寧ろ副因に過ぎずとは Meyer, Bécère の主張なり。而して本説は筋腫が放射の為め種々の退行変性を呈し、放射後未だ閉経せざるに既に筋腫が縮小し、閉経後と雖も筋腫は放射によりて縮小す。而して一方には閉経後にも筋腫の発生は必ずしも

稀ならず、而して更に放射後の筋腫縮小は手術的去勢後に比せば著明にして、且迅速なる等の事実は此論の根拠なるも、組織学的研索上筋腫組織に見る変化は寧ろ二次的の意味のものにして、レントゲン線放射による直接の変化とは余りに薄弱なり。Schulte は 6 例の被放射筋腫に就き、精密なる組織学的研索を遂げたるに、レントゲン線は筋腫組織に対し選択性の作用を有せずと断定せり。氏は斯の如き変化は、生理的閉経乃至手術的去勢後に於ても尚よく見得べし。而して若し放射による誘起変化を見做すならば、理論上筋腫中心部よりも、周辺部に於て特に強き変化を見るべきに、事実は之に反して何れの所に於ても、略々同様の変化を同程度に見得るものなりと。

これをようするに
要之、現今一般に信ぜらるる所は前説を主とし、筋腫組織に及ぼす直接作用を副因とせり。放射後に見る子宮筋腫の縮小状態は、他の腫瘍の夫れに比し学頗る長期間、時に年余に亘りて之を認むるものなり。斯の事実を斟酌するも、尚然かく考うるを妥当と信ず。

放射量

放射治療に臨み最も重要なことは、放射量の測定なり。

治療の目的に用いらるるレントゲン線は一種の薬物に過ぎず。薬物に極量一有効量ある如く、レントゲン線にも極量一有効量あり。一度、使用量を誤らん乎、過量に失すればレントゲン火傷の惨禍を招致するのみならず、他方生体防禦力を低減せしめ、延て病機を増進し、治療の初志に反するの結果を見、少量となれば假令放射を重ぬるも更に見るべき効果なく、治療の期を失すること必ずしも稀ならず。さればレントゲン放射治療の効果を挙げんには、放射量の付加を完成ならしむ可し。而してこは放射量の知識を知悉することによりて初めて全きを得べし。

便宜上、放射量を理学的放射量、竝に生物学的放射量に区別す。

理学的放射量

レントゲン管球より発生するレントゲン線の強度は化学的又物理学的測定方法にて容易に測定し得べし。

第三図に見る如く、或る物体 K の表面に落射するレントゲン線エネルギーを E_I 、該物体透過後のエネルギーを E_{II} とする時は、 $E_I - E_{II}$ は正に該物体に吸収せらるるエネルギー量にして、之を理学的放射量と称す。而して、この理学的放射量の単位には被放射物体単位容積に吸収せられたるレントゲン線エネルギー量を以てす。放射線を受けし物体の部分が、V 容積ありとすれば、理学的単位放射量 D は、

$$D = \frac{E_I - E_{II}}{V}$$

を以て表さるべし。されど、こは単に平均値を示すに過ぎず。何となれば該被放射物体 K は多少の厚さを有するを以て、物体の深き所に於ては、其深さに到達するまでに既に吸収竝に拡散ありてレントゲン線強度は減弱し、事実上単位容積に吸収せられたるレントゲン線エネルギー量は、深層よりも表層に著しくなるべし。されば更に之を、

- 一 表面量
- 二 深部量

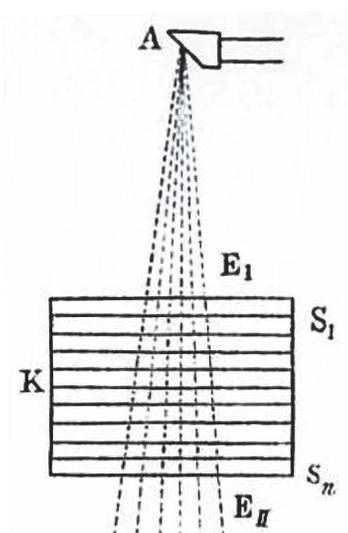
の二者に区別するを可とす。

表面量とは、物体の表面薄層単位容積に吸収せらるるレントゲン線エネルギー量なり。又深部量とは、物体の深部薄層単位容積に吸収せらるるレントゲン線エネルギー量を謂う。

放射線が物体を透過する際、深部に進むと共に其強さを漸次減ずるは、主として物体内に行わる拡散、吸収、撒乱の三原因に支配せらるるものなり。

1904 年 Perthes は、治療放射に当りて身体表面より深層に進むと共に、放射線強度の迅速に減退することを知れり。当時吸収、撒乱、拡散に関する物理学的知識の闡明ならざりしが、此減弱は主として身体組織に吸収せらるるものなりとなし、実験の結果、生体組織の吸収状態は、略々水の吸収状況に等しく、又生体組織及水 1 層の吸収は 1 耗アルミニウム板の吸収と略々同じきことを知れり。

氏が 1 層、2 層、及び 3 層の水層に於て各硬度の放射線の透過率を測れる成績竝に中等硬度即ち 1 層の半価層を有する放射線が組織に吸収せらるる割合、換言すれば透過率を % 数にて測定せる成績は第一表及第二表に示すが如し。



第三図. $E_I - E_{II}$ を理学的放射量と称す。

第一表. 1 糶の半価層を有する放射線が組織に吸収せらるゝ割合

硬さ	1 糶	2 糶	3 糶
3 ベノアワルテル	33%	—	—
4	40%	—	—
5	50%	—	—
6	60%	35 乃至 40%	20 乃至 30%

第二表. 同上

深さ	吸収量	深さ	吸収量
表面	100%	3 糶	40%
1 糶	75%	4 糶	35%
2 糶	55%	5 糶	30%

深部放射を行うに当り、吾人が悩むものは吸収、拡散、分散等のために到来する量の減退なり。深部の放射量を大きくせんには、表面放射を増加すれば其目的を達し得るも、表面放射には自ら闕境ありて、夫れ以上に大放射すれば皮膚火傷を招致するの危険有り。斯の如く表面大放射の実行困難なると、レントゲン物理の研究進歩とに伴れて深部放射の理論及技術は発達を遂げたり。

放射を受けし物体内に起るべき拡散、吸収、撒乱の現象が深部量に及ぼす一般の状況を述記せんに、

拡散

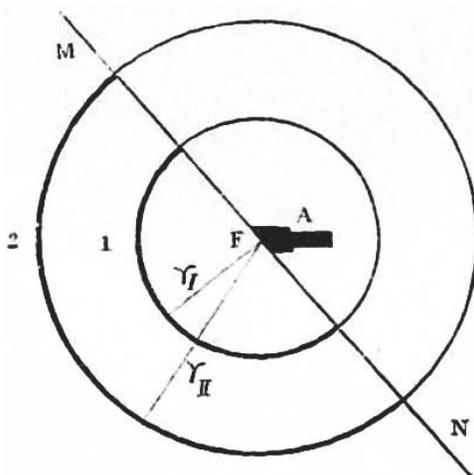
放射線の投射方向に直角なる二面上に於ける放射線の強さは、光源距離の自乗に逆比例す。

第四図に於て、対陰極 A の焦点 F を中心とし、 γ_I 竝に γ_{II} の半径を有する二つの球面 O_I, O_{II} を想像し、対陰極より出レントゲン線の強さを 1 とすれば、球面 O_I の単位面積上のレントゲン線強度 J_I は、

$$J_I = \frac{1}{O_I} \dots (1)$$

又球面 O_{II} の単位面積上の強度 J_{II} は

$$J_{II} = \frac{1}{O_{II}} \dots (2)$$



第四図. 拡散による放射線量の減少

故に

$$J_I : J_{II} = \frac{1}{O_I} : \frac{1}{O_{II}} \dots (3)$$

然るに球面 O_I と O_{II} の面積の比は

$$O_I : O_{II} = \gamma_I^2 : \gamma_{II}^2 \dots (4)$$

(3) 及び (4) より

$$\frac{J_I}{J_{II}} = \frac{\gamma_{II}^2}{\gamma_I^2} \text{ となる.}$$

即ち物体の或る深さに於ける深部量は表面量に比し、単に拡散によりても減ずるは明かなり。

其減弱の状態は、物体が管球に接近すればする程表面と深層との差別が著明に現わるゝものなり。

例えば物体管球の距離を 24 ^{センチ} 糶とすれば、物体 10 糶の深さの放射量は拡散のみにて表面量の 50% 減弱す。

$$OD \times 100 : TD \times X = 34^2 : 24^2$$

$$X = 50$$

若し、距離を 100 ^{センチ} 糶とすれば、10 ^{センチ} 糶の深部に於ては表面量の 83% に相当する量を得べし。

$$OD \times 100 : TD \times X = 110^2 : 100^2$$

$$X = 83$$

されど、此場合には放射時間を勢い延長せざるべらず。蓋し放射時間は同様に距離の自乗に比例して延長するものなればなり。即ち上例に於て、距離 100 ^{センチ} 糶の場合には 24 ^{センチ} 糶の場合に比し、17 倍長く放射せざるべからず。

表面量と深部量との比を放射量得数と去う。此者は管球よりの距離の増加と共に、漸次多大となるなり。

吸収

レントゲン線は軟線なればなる程、又透過物体が厚ければ厚き程、更に透過物体を構成する物質の原子量の高き程、多量に物体に吸収せられ深層に趨くに従い漸次放射量は減弱するものにして、放射量得数は放射線の硬度に著しく左右せられ、電圧が低くなるに従い、又波長が長くなると共に、愈々表層に吸収せらるゝ量は増加して表面量に対する深部量の比率は小となる。

又軟線を使用すれば、物体を透過するに当りて、表層に軟線の大部分が吸収せられ、漸次、硬線は除かれ、硬線のみがよく深層に到着す。硬線のみが遺存して、同一の硬さを保つ。此有様を均等の放射線束を得たりと称す。故に深層に多量の放射量を得んには、可成く此均等の放射線束を用うるを必要とす、こは電圧を高め、重濾過を用いて軟線の大部を除去することによりて成功す。即ち放射線は均等となり、良好の放射量得数を得るに至るべし。

分散 (撒乱)

レントゲン線は、物質の原子に衝突して、四方に撒乱すること恰も太陽光線が雲霧に当りて瀾蔓するに似たり。

物体のある深さの任意点に於ける実測放射量は、拡散竝に吸収の法則より算出せる理論的量に比し著しく堆加せるを認むべし。是れ周囲よりの撒乱放射線が加る結果なり。之を撒乱付加量と称す。

此放射線は、原始放射線の硬度、放射門口の大きさ、放射を受くる物質の種類、竝に深さ等によりて左右せられ、放射線硬度の高き程、又放射門口の大なる程、撒乱付加量は増加す。物体構成には主として密度に並行して増加するものにして、氣中に於ては殆ど之を生ぜざるも、水及軟部組織にては略々同程度に生じ、骨質に於て其量最大なりとす。

撒乱放射線の撒乱の状況は、原始レントゲン線の射入垂直方向に最大にして、側方に進むに従い漸次に減少し、反対側に於て最小なり。Bachmeister は、放射垂直方向に於て 86%、反対側に於て 35%、側方に於て此量者中間量を収穫と謂えり。

以上の如く、放射量得数は放射門口の増大、放射線硬度の増加によりて益々良好となるものなり。

放射係数 (放射量得数)

は Christen が始めて唱稱せし所にして、表面量と深部量との比を云う。即ち

$$D_Q = \frac{D_0}{D_T}$$

なり。

此数値が 1 に近き程放射状態は良好となり、治療効果多とす。之に反して差異の大なる程、即ち 1 より大となるに従い深部放射の効果を減ず。例えば表面より 1 センチの深部に於て 28% を 8 糎に於て 2.8% を示すとせば、放射係数は 28 : 2.8 = 10 となり、治療は良好ならず。更に 1 糎深部に於て 15%、8 糎深部に於て 5% の放射

第三表. 種々の放射線の放射係数 (Christen)

半価層	吸収線量		放射係数
	最上層	深層	
a=1/4w	242%	150%	16.1
a=1/3w	187%	23%	8.1
a=1/2w	129%	32%	4.0
a=7/10w	94%	25%	2.7=3/8
a=w	67%	33%	2.0
a=10/7w	47%	29%	1.6
a=2w	34%	26 1/2%	1.36
a=3w	23%	18%	1.28
a=4w	17%	15 1/2%	1.1

a= 半価層 w= 軟組織層

校注：各数値の% は % の誤と思われる。

量となりたりとすれば、放射係数は 3 となり、前者に比し放射状態著しく良好となるなり。換言せば、放射係数は空間均等放射を獲る程良好となるものなり。

Christen は種々の放射線に就き、放射係数を測定したる成績を得たり (第三表) 。

右表は a = w なる時、最上層の放射量は 67%、深層には 33% とあり、放射係数は 2.0 となれり。又 a = 4w なる時は、最上層の放射量は 17%、深層放射量は 15.5% となり、其放射係数は 1.1 となる。而して後者の場合に放射時間を 2 倍となせば、最上層の放射量は 34%、深層には 31% となり、深層に於ける放射量は前者の場合と殆ど等しきにも拘らず、表面に於ける放射量は遙に僅少にして、略々半量に過ぎず。即ち前者の場合に比し、皮膚を著しく保護し、しかも大量の深部量を獲得したるものなり。

百分率深部量

実地に放射能率の関係を明にするには、表面に於て測定したる放射量の幾割が深層に到達するかを知るに如かず。

Seitz は、皮膚焦点間距離 23 センチ糎、放射門口 6 対 8 糎に於て、10 糎の深さの放射量を表面量を以て使用せらるるものを以て百分率を定めたり。

$$PD = \frac{D_T}{D_0}$$

表面量を 100 として、深部量を之に対する百分率量を以て表せり。今日の深部放射に於て使用せらるる放射線は少くとも 25% 以上の深部百分率量を有するものなり。

有効量

有効量とは Voltz の定めし量なり。即ち皮膚間距離 23 センチ糎、任意の放射門口にて 10 糎の深さの放射線量を表面量を以て除したるものなり。

$$ED = \frac{D_T}{D_0}$$

利用量

同じく Voltz が定めたるもの。任意の皮膚焦点間距離、任意の放射門口にて任意の深さの放射量を表面量にて除したるものを謂う。

$$ND = \frac{D_T}{D_0}$$

此ものは全く放射線得数の転倒値にして、放射量得数の場合に於けると同じく、拡散、吸収、撒乱諸要約によりて、数値が左右せらるるなり、

生物学的放射量

生物学的放射量は、Seitz と Friedrich 及 Krönig, 最近に至り Jüngling 等が研究し、主として生体各組織が、一定の反応を呈すべき放射線量を云う。

《感受性係数》

生体細胞乃至組織に生物学的作用を呈するエネルギーは、共局所に吸収せられたるレントゲン線エネルギー量、即ち理学的放射量の総てに非ずして、其一部が生物化学的エネルギーに変態するに過ぎず。而して、其エネルギー変態の程度は、組織乃至細胞の種類によりて必ずしも一様ならず、或る組織に於ては特に多量のレントゲン線エネルギーが生物化学的エネルギーに変態せられ、或物に於ては僅少なることあり。是れ組織の感受力の差異に預る所以なり。故に感受性係数を求め置かざるべからず。今、理学的放射量 D_p 、生物学的放射量を D_b とすれば、感受性係数 σ は次式によりて表さる。

$$\sigma = \frac{D_b}{D_p}$$

即ち感受性係数とは、該組織に吸収せられたる理学的放射量を以て、生物化学的エネルギーに変態せられたる生物学的放射量を除せるものなり。故に感受性係数及理学的放射量より組織に於ける生物学的放射量を算出し得るなり。

此感受性係数は、各組織乃至細胞に固有のものにして、レントゲン療法の可能性の根拠は此係数相互間の相違に置くものなり。然れども、此係数が果して幾許かの数的関係を有するやは、尚不明の点なるも、吾人は従来経験に徴して、比較感受性係数を定め得るのみ。

比較感受性係数と称するは、皮膚の感受性係数(紅斑を生起せしむべき場合)を 1.0 と仮定して計算したる他の生体各組織の感受性係数にして、後述する各組織の生物学的放射量の逆数に相当するものなり。

今、主要組織の比較感受性係数を示せば上表の如し(第四表)。

此感受性係数は、組織乃至細胞のレントゲン線に対する感受度を直接に示すものなり。例えば卵巣は皮膚の約 2 倍半の感受性を有するが如し。斯の如く組織乃至細胞

第四表. 主要組織の比較感受性係数

組織乃至臓器の種類	比較感受性係数
皮膚	1.00
卵巣	2.50
肉腫細胞	1.60-1.40
癌腫細胞	1.00-0.80
腸	0.74
筋肉	0.55
結核組織	2.00

内に於て、生物化学的エネルギーに変態し、有効に作用するエネルギー量を、生物学的放射量と称するなり。

《生物学的放射量の絶対値》

此生物学的放射量の絶対値は、今日尚之を知るを得ず。唯一定の要約の下に定められたる生物学的放射単位を用いて其比較値を表し得るに過ぎると、感受性係数の場合に同じ。而して既述の如く、身体各組織は各固有の感受性を有し、或るものは比較的小量のレントゲン線によりて既に著明の反応を呈するに反し、或物に於ては、可成大量の放射線を付与するも反応の著しからざるものあり。されば治療に臨みて各組織の特有なる生物学的放射量を、或る一定の生物学的放射単位によりて統一する時は、頗る便宜なることになるべし。

《生物学的放射単位》

生物学的放射単位として、現今行わるゝものに二種あり。一は放射による人体皮膚の一定反応を標準とし、皮膚紅斑量と称す。他は植物種子の放射による発芽状態の辺化を基礎とし、通常豆芽反応を用う。

皮膚紅斑量

Seitz 及 Wintz は生体皮膚に一定程度の変化を起させしむべき放射量の単位を定め、之を皮膚紅斑量と称して種々の生物学的放射量を測定せり。現今、深部治療に於て皮膚紅斑量として広く応用せらる。深部治療に際し病巣に一定のレントゲン線を与うに当りて、病巣の位置如何に拘らず、毎常放射を受ける部位は皮膚なり。皮膚は身体組織の内にて比較的小量のレントゲン線に対して鋭敏なるものなれば、皮膚の一定程度反応を標準とし、レントゲン線放射量を測定して、各組織の固有の生物学的放射量を表示するは最も当然にして、且又便法と云うべし。

氏等の紅斑量とは、健康なる成人皮膚が放射後、8 乃至 10 日にして、該部に淡赤色を呈し、3 乃至 4 週の後には微褐色の色素沈着に移行する皮膚反応を起すに足る放射量を云う。氏はイオントクワンチメーターを以て測定するに、電圧 160 乃至 180 キロボルト、濾過亜鉛板 0.5 糎、皮膚焦点間距離 23 糎にて 35 ゼクトルを指針する放射量なり。

Friedrich と Krönig の測定は、前者を確々凌駕する放射量にして、放射部皮膚に一過性の発赤を起す量にして、フリードリッヒ氏電離測定器の 170e に相当し、Opitz の炎衝量に略々一致する量なり。

余等の紅斑量は、前述 Seitz, Wintz と同様に考え、Friedrich の e 単位を用い患者に就き測定せるに、焦点皮膚間距離 30 糎、濾過銅 0.8 糎、アルミニウム 2.0 糎、管球電圧 185 キロボルト、放射門口 9 × 12 糎にて 1490 より 1504e の間に在るを見れば、平均 1500e

を定め、日常の治療量となせり。

Friedrich は 170e を以て紅斑量を定めたるが、Glasser が再測定せる結果、1350e なることを発見せり。Duane は 1800e を以て紅斑量とし、Bachem は 1500e 乃至 1800e を以て紅斑量とす。余等の得たる数値も略之に一致するものなり。

1 紅斑量を付加するに要する時間を紅斑到達時と称し、単に管球電流のみならず、放射門口、焦点皮膚間距離、管球電圧、濾過を交換すると共に、種々に変化せるものなり。余等の測定したる成績次の如し (第五表—第七表)。

第五表. 1 紅斑量を付加するに要する時間 (紅斑到達時)

M.A.	放射門口				
	5×5 種	6×8 種	9×12 種	10×10 種	10×15 種
1.5	5時間 24分	4時間 30分	4時間 30分	4時間 30分	4時間 21分
2.0	3" 30"	3" 9"	3" 0"	3" 14"	3" 0"
2.5	2" 8"	2" 12"	2" 2"	2" 0"	1" 50"
3.0	1" 44"	1" 28"	1" 30"	1" 27"	1" 24"
3.5	1" 22"	1" 12"	1" 11"	1" 12"	1" 11"
4.0	1" 5"	1" 0"	0" 59"	0" 59"	0" 57"

皮膚焦点間距離 30 種 管球電圧 185K.V. 濾過 銅 0.8 耗 アルミ 2.0 耗

第六表. 同上

M.A.	放射門口				
	5×5 種	6×8 種	9×12 種	10×10 種	10×15 種
1.5	2時間 41分	2時間 41分	2時間 13分	2時間 15分	2時間 21分
2.0	1" 52"	1" 54"	1" 43"	1" 52"	1" 50"
2.5	1" 10"	1" 18"	1" 5"	1" 10"	1" 10"
3.0	0" 58"	0" 58"	0" 52"	0" 58"	0" 55"
3.5	0" 47"	0" 48"	0" 43"	0" 46"	0" 44"
4.0	0" 40"	0" 38"	0" 38"	0" 36"	0" 38"

皮膚焦点間距離 23 種 管球電圧 185K.V. 濾過 銅 0.8 耗 アルミ 2.0 耗

第七表. 同上

M.A.	放射門口				
	5×5 種	6×8 種	9×12 種	10×10 種	10×15 種
1.5	8時間 45分	8時間 24分	8時間 24分	8時間 6分	7時間 42分
2.0	6" 10"	5" 30"	5" 15"	5" 30"	5" 16"
2.5	4" 4"	3" 48"	3" 36"	3" 49"	3" 42"
3.0	3" 4"	2" 31"	2" 38"	2" 42"	2" 38"
3.5	2" 24"	2" 18"	2" 16"	2" 14"	2" 8"
4.0	1" 56"	1" 54"	1" 45"	1" 50"	1" 41"

皮膚焦点間距離 40 種 管球電圧 185K.V. 濾過 銅 0.8 耗 アルミ 2.0 耗

此皮膚紅斑量を単位として、健康竝に病的各組織が反応を呈する要する生物学的放射量を定めたるものあり、次の如し。

健康組織

筋組織	180-220%	紅斑量
腸管	135%	同
結締織	130%	同
血管、肝臓、腎臓	110%	同
皮膚 (頭部竝に背部)	100%	同
顔面皮膚	60%	同
汗腺、皮脂腺	60%	同
血管内膜	60%	同
小児皮膚	60%	同
毛囊	50-60%	同
結膜	50%	同
赤血球	50%	同
小児軟骨	40%	同
虚血性変化清涼	35%	同
小児顔面皮膚	30%	同
辜丸、卵巢	5-15%	同
淋巴組織	5-15%	同

病的組織

筋腫	90-110%	紅斑量
癌腫刺戟量	35-40%	同
肉腫	50-70%	同
疣状狼瘡	90%	同
疣贅	85%	同
扁平狼瘡	70%	同
腺結核	50%	同
破壊性竝に肥厚性痕狼瘡	50%	同
陳旧性乾癬	50%	同
紅色苔癬	50%	同
尋常性狼瘡	40%	同
菌状息肉症	25%	同
慢性湿疹	20%	同
急性性湿疹	10%	同
新鮮乾癬	10%	同

病的組織の放射量は、最も良好なる治癒的效果を納め得べき量なり。

Krönig 及 Friedrich が e 単位を用いて定めたる各組織の生物学的放射量は、Seitz, Wintz とは多少相違す。

皮膚紅斑量	170e
去勢量	58e
肉腫量	102-119e
癌腫量	170-187e
腸管量	230e
筋肉量	306e
結核量	80e

《各生物学的放射量と組織の感受性係数》

各生物学的放射量と組織の感受性との関係を図示すれば、第五図の如し。横軸は $1/\delta$ を、縦軸は之に相当する皮膚放射単位量 (HED) 竝に e の数値なり。曲線 S.W. は、Seitz 及び Wintz の数値にして、K.F. は Krönig 及 Friedrich の数値なり。而して横軸上に於て $1/\delta$ を求め、その曲線この交叉点は縦軸上に於て之に相当する放射量 (HED) 又は e の数値を知る得べし。

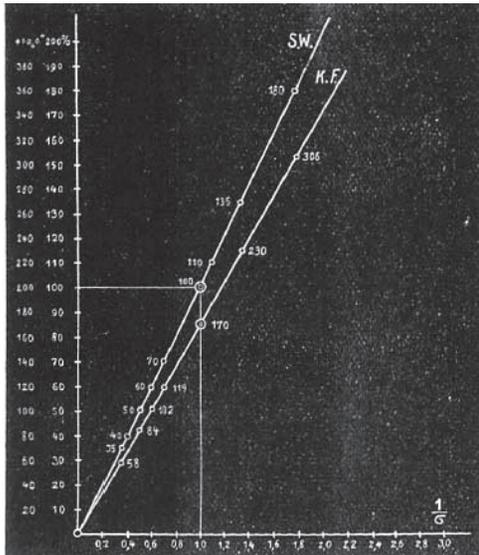
生物学的放射量は、放射治療学に貢献する所多きも、確定的のものと言ふを得ず。

例えば癌腫組織の破壊量は 90-110% 紅斑量と称するも、現今癌腫治療の趨勢に従えば、必ずしも斯の如き大量を一時に付与するを要せず。寧ろ少量を数回に亘りて反覆付加すれば、却て治癒的效果の著しきを知る。

生物学的放射量を単位として、皮膚反慮を定めたる尚二三の実験あり。

Warnekros は腹部皮膚の放射後、漿液浸出、水疱形成、糜爛を生じたるが、上皮は再生し、暗赤色の色素が沈着する程度の皮膚反応を起す放射量を皮膚極量と称したるが、こは Seitz の紅斑量を遙に凌駕し、大約 150 乃至 180% に相当す。

Ritter, Krüger 及び Rost は、毛囊の炎症性腫脹を起す量を皮膚量と定めたり。



第五図. 生物学的放射量と組織の感受性との関係

皮膚反応を以て生物学的放射単位と定むるは、単に便宜上出たるものにして、科学的には頗る根拠薄弱と謂わざる可らず。皮膚紅斑量も、内容頗る正確を欠き、人によりて測定を異にし、数値上に著しき相違あり。既に Grebe 及 Martius が独逸各大学の紅斑量を R 単位に換算比較せしに、最小は 285R、最大は 1120R にして、其間実に 4 倍の相違ありて頗る粗大の測定単位たるを免れず。従って科学的正確を期せんには、放射量絶対単位によりて一定するを必要とす。

豆芽反応

Vicia faba equina を放射すれば、放射量に応じて発芽状態に障碍を現わすものなれば、障碍程度によりて放射量を量定する方法あり。該法は未だ一般に行れざるも、比較的正確なる方法なりと云うべし。Vicia faba equina のレントゲン感受性は殆んど一定なるものなり。

Jüngling は豆芽試験に最も尽力したる人なり。左に氏の試験を紹介すべし。放射せる豆を第六図の如く、鋸屑を充せる硝子箱内にて、濾紙と有溝硝子板との間に挟みて埋む。発芽するや萌芽は硝子板の溝を伝いて濾紙と硝子板の間隙を下方に向いて発育す。其発育の程度は、付加放射量に並行するを以て、発育状態を比較して放射量を推定するにあり。

放射後最初の 2 日間に於ては、未だ何等の障碍を認め得ずして通常の発育を示すに、2 日以後に至れば、障碍の程度次第に著明に現われ発育遅延す。放射量の少量なる時は、発育遅延は左迄著明ならざるも、通常約 5 日目に現わるゝ側根の発現が 1 乃至 2 日遅延し、又発育障碍の程度に応じて側根は次第に主根の先端に近く発生す。放射量が一定度に達すれば、放射後 1 週以内には側枝は全く現われず、即ち発育著明に障碍せらる。

放射量の一層多大なる場合には、放射後 4 日以後の発育は殆ど全く停止し、萌芽の先端は暗褐色となるも、約 2 週後に於て漸く発芽し、発育漸次旺盛となる。側根を生ずることも又稀ならず。

放射量が更に 20% 増加する時は、遂に発芽を生ぜず。豆芽の発育を完全に抑止すべき放射量を、豆全量と称す。豆全量は殆ど一定し、何時と雖、任意に之を再現し得るなり。

豆芽反応は頗る鋭敏にして、Matoni はよく 5% の差を識別し得と。Jüngling は実地の応用にて 20% の差は容易に且完全に弁別し得べしと論ぜり。

室温の変化著しきときは、結果に多少の動揺あるも、通常の室温に於ては発芽状況には全く影響することなし。

豆芽反応を応用して深部量を測定せんには、水槽表面竝に任意の深部に豆を置き放射したる後、豆の発育状態を相互比較して表面量に対する深部百分率を知るにあり。Jüngling は高さ 2 糎、方形 15 糎の正方形木箱に鋸屑を充して豆を入れ、木台上に置き、更に其上方に任意の厚さの水槽を置く。水槽は同様の正方形木箱にて満水す。水の高さは、3 糎、5 糎、7.5 糎、10 糎の 4 種とすれば、通常の測定には十分なりとす。

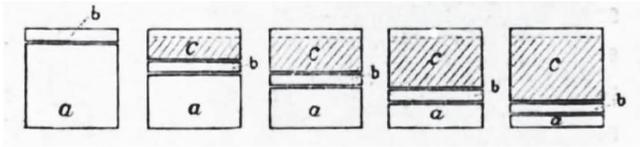
第七図は、其装置を図示せしものなり。

放射終了後、表面竝に深部に於ける豆の発芽状態を比較して深部量を定む。第八図はその一例を示す。豆芽反応は比較的正確なる放射量を示すことは既に述べたる如し。今豆芽反応、電離測定法、写真乾板法の三方法によりて測定せる数値を比較して、曲線にて示せば第九図の如し。

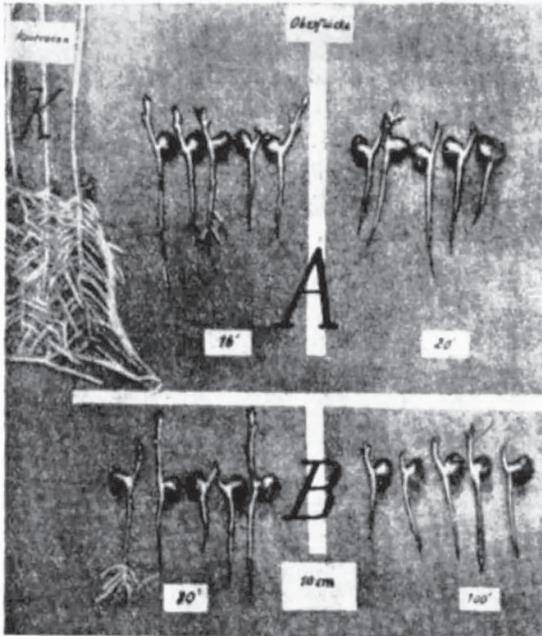
三者多少の相連あるも、略々同じ経過をとり、豆芽反応と電離測定法は略尚其曲線を同じくす。



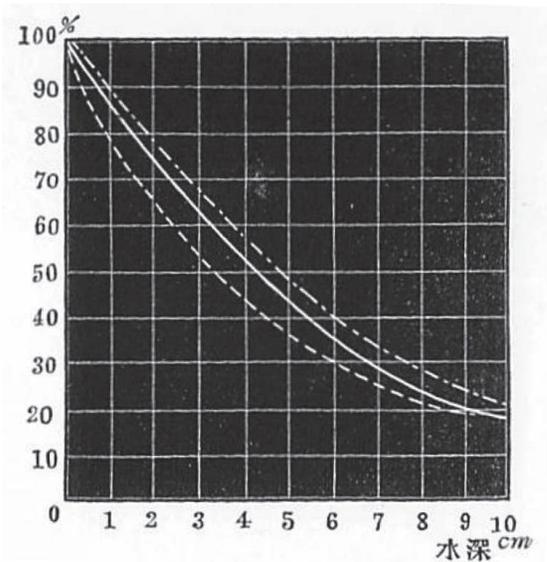
第六図. 豆芽反応の装置



第七図. 豆芽反応による深部量測定
 a) 木台, 各 14, 9, 7 糎の高さを有す
 b) 豆を納めたる箱, 各 2 糎の高さを有す
 c) 水槽, 各 3, 5, 7.5, 10 糎の高さを有す



第八図. 豆芽反応. K には対照にして放射を受けざるもの. 完全に発芽す. A は水槽表面のもの. 左側は 16 分間放射, 正に豆全量に達せんとする境に在りて二三の側枝を出す. 右側のものに 20 分間放射, 豆全量を受け全く側枝の発芽を見ず. B は 10 糎深部にあるものにして, 左側は 80 分間放射, 正に豆全量に達せんとする境に在り, 右側は 100 分間放射, 豆全量を受けるものなり. 即ち表面に於て 16 分間放射は 10 糎深部の 60 分放射に相当し, 又表面に於て 20 分間放射は 10 糎深部に於て 100 分間放射に相当するを以て, 10 糎に於ける深部量は表面量の 20% に相当す.



第九図. 豆芽反応, 写真乾板法, 電離測定法の比較

- 豆反応により得たる数値
- Dessauer, Vieheller の写真乾板法により得たる数値
- - - - - Kronig, Friedrich の電離測定法により得たる数値

レントゲン線の分布

病巣に付加すべき放射量を算出せんには, 体内レントゲン線分布の状態を明にするを要す. 直接に人体内分布の状態を明にするは頗る難事なり. 生体組織は, 骨, 筋肉, 脂肪, 結締織, 中腔臓器を含み, 各部の密度全く同一ならざるも, 其平均吸収立は, Perthes の証せる如く, 略々水の吸収率に等し.

故に水槽を用い, 水中深部量の分布状態を明にすれば, 直に生体応用するも大過なしとす. されば汎く水槽を生体に擬して, その得たる結果を考察せり.

嘗に水中のみならず, 総て物体内部に於ける深部量を測定するに此算式により間接に或は放射線測定器を用いて測定す. その何れかを選ぶものとす.

一. 一定の算式によるもの

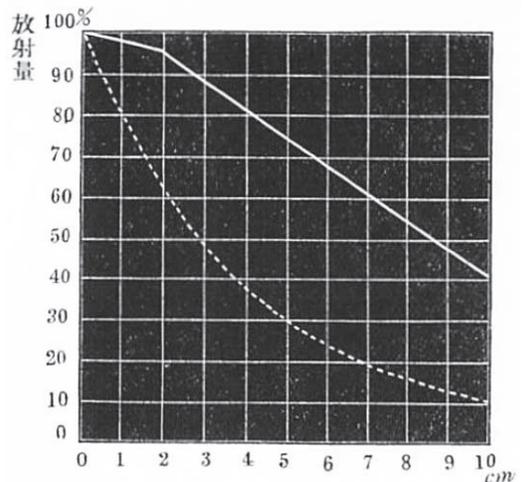
レントゲン線は物体の深部に進むに従い漸次其強さを減ず. 其減弱の度は拡散, 吸収, 撒乱に左右せらるゝこと既述の如し.

《吸収率》

撒乱現象を考慮の外にして案ずるに, 物体の深部に在る任意点の放射線強度は, 該物表面の放射線強度より, 放射線が其深さに到達する迄に拡散並に吸収によりて減弱せし度を控除せしものなり. 而して減弱度は, 放射線の硬度, 物体の性質に支配せらる. 之を吸収率と云う. 吸収率は放射線の硬さ, 各物質には既知の数値にして, 又物体表面の放射線の強度も容易に之を知るを以て物体内の任意点に於ける放射線強度は, 容易に算出し得べし.

以上は撒乱現象を無視したる理論なるも, 実際には物体内部深部量は撒乱線の為に, 著しく影響せられ単に計算によりて得たる深部量と実測値とは大に異なれり.

第十図は, Friedrich が放射門口 15 糎平方, 濾過銅 1.0 糎の場合の実測数並に計算値を比較せしものにして,



第十図. 深部放射線量の実測値と計算値の比較
 実線: 実測値, 点線: 計算値

実線は実測値を、点線は計算値を示す。而して両者の差は図に就きて見る如く、最大 40% 以上に達す。其差の生ずるは、実測値は撒乱付加量を共に測るに、計算値はこれを無視するなり。

最近 Bolaffio は撒乱付加量を参酌し、稍々正確なる数を知るべき算式を公にせり。

$$I_n = I_0 \frac{d^2}{d_n^2} \left(1 - \frac{1}{X}\right)^n$$

I_0 は表面に於ける放射線の強度、

I_n は表面より n 糎深さの一点の放射線強度

d は管球焦点より被放射物体表面までの距離

d_n は任意深部点までの距離

今、ある厚さの物体に吸収せらるゝ放射線量を I_0/X とすれば、此層の透過後のレントゲン線強度 I_1 は、

$$I_1 = I_0 - \frac{I_0}{X}$$

$$= I_0 \left(1 - \frac{1}{X}\right)$$

更に物体層を 2 倍にすれば、

$$I_2 = I_0 \left(1 - \frac{1}{X}\right)^2$$

n 倍とすれば、

$$I_n = I_0 \left(1 - \frac{1}{X}\right)^n$$

之に距離を変することに由来する拡散減弱度を加れば、

$$I_n = I_0 \frac{d^2}{d_n^2} \left(1 - \frac{1}{X}\right)^n$$

本式によりて算出せる深部量は、稍々正確なるものゝ如く、Bolaffio によれば、その数値は電離測定のものほぼと略々一致すと。

又 Jüngling は、此算式の数値は豆芽反応による数値とよく一致すと謂えり。

二. 放射測定器による法に写真法と電離測定法あり

A. 写真法

水槽を用い、深部量を測定す。即ち水槽内深部任意点に写真乾板を置き、放射による黒化度を比較して深部量を算出す。

B. 電離測定器による法

小電離槽を有する測定器を深部量を知らんと欲する任意点に置き、直接に数値を測定す。

本法に於ては、電離槽の容積、形状、構成物質、電極(スチフト)の長さ、電離槽保持柱、及水中に於ける電離槽長軸の方向等によりて測定値が多少の動揺する欠点あるも、深部測定法として景も簡便、正確なる唯一法として、現今専ら賞用せらる。

水中に於けるレントゲン線分布の状態

水中の任意の各点に於ける深部量を表するものに、Voltz 測定表あるも、単に放射線錐中心線上の各点に於て深部量のみを測定せしものなれば、放射線錐全体に互る深部量分布状態を知には不便なり。

《等量曲線》

深部量分布の状態を示すものを等量曲線図なりとす。

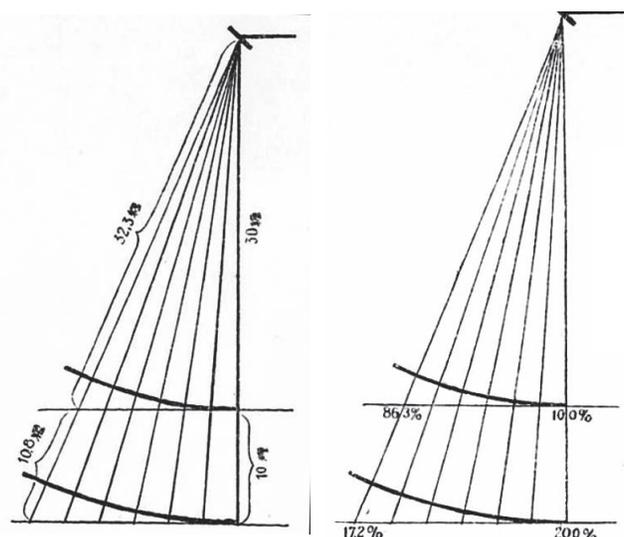
等量曲線とは、同一強度の深部量を有する各点を連結せる曲線なり。

今或る放射門口を通過したる放射線錐に直垂する面上の各点のレントゲン線強度は各点に於て決して同大ならず。中心部に、最大にして周辺に向うと共に次第に減弱す。是れ中心を去ると共に管球焦点よりの距離は増大する結果に由れり。

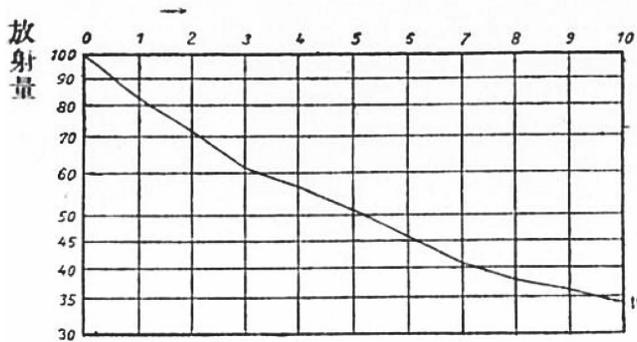
第十一図の如く、中心線上に於ては 30 糎の焦点距離も、中心より 12 糎を距つ周辺に於ては 32.3 糎となり、10 糎の深さでは一方 40 糎なるに、周辺に於ては 43.1 糎となり、放射量は之に並行して減少し、第十二図の如く中心線上に於ては 100% 竝に 20% なるに、周辺に於ては 86.3% 竝に 17.2% となる。

レントゲン線が密度平等なる物体を透過するに当り、撒乱現象の存在せざるものと仮定すれば、等量曲線は略々管球焦点を中心として描ける円弧に一致すべきも、撒乱現象ありて、其付加量は物体中心部に最大にして、周辺に赴くに従い、次第に低減すれば、物体内部に於ける等量曲線の曲度は強しとす。

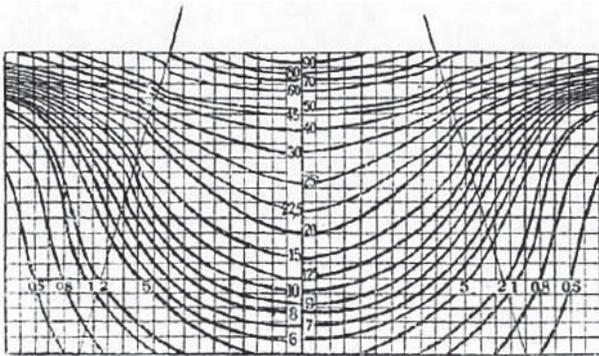
水中に於けるレントゲン線分布の状態を等量曲線に描写せしものは Dessauer 及 Vierheller に始まる。氏等は写真法によりて測定せる数値を基礎としたり。第十三図、第十四図、第十五図等は其一例なり。



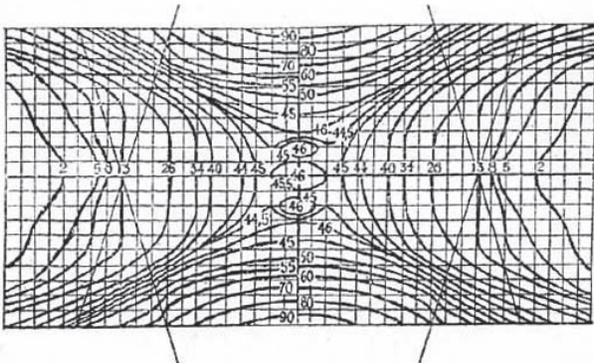
第十一図(左)、第十二図(右)、中心線上と辺縁の放射線量の差



第十三図. 深部における放射線量の減弱



第十四図. 等量曲線. 放射線錐中軸を髄膜腫通過する鉛直断面の分布



第十五図. 上下二方向より放射せる場合の等量曲線

第十四図は、放射線錐中軸を通過する鉛直段面上の分布状態にして等量曲線は水面に対し盃状乃至皿状に彎曲し、放射量は放射円錐中心線に於て最も強く、左右周辺に向い次第に減少す。而して放射円錐外に於ては、放射量は急劇に消失するに非ずして、緩慢に彎曲しつつ外方に達す。是れ直接放射を受けざる放射円錐外に於ても、尚レントゲン線エネルギーの存することを証するものにして、水中の撒乱現象によりて方向を変じたるレントゲン線の為に生じたる現象なりとす。

《撒乱光線套》

此放射円錐外の撒乱圈を撒乱光線套と称す。

放射量は表面より深部に進むと共に次第に減弱するが、放射線錐中心線上に於ては一定の規律なく、或る部に於ては著しく、或る部に於ては緩慢なると Dessauer は説けり。

第十三図は其曲線図なり。

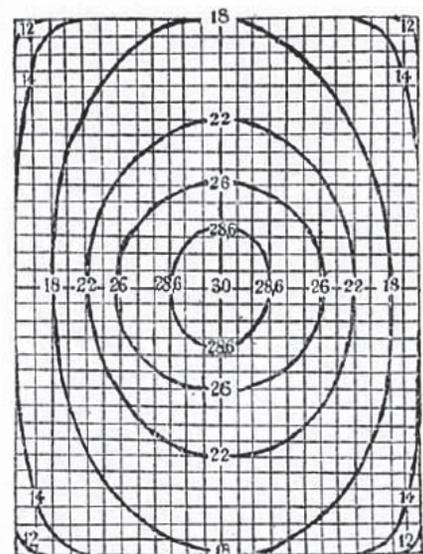
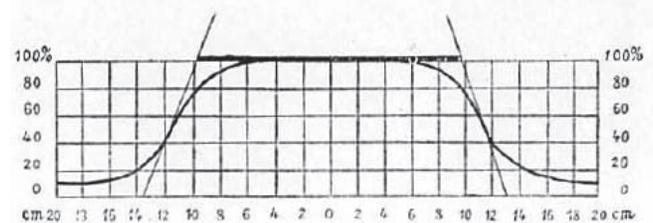
第十五図は上下の二方向より同大の放射門口を以て放射せる場合の等量曲線なり。

放射円錐中心線に直角なる任意横断面の分布状態は第十六図の如し。この場合等量曲線は略々同心に竝列せる楕円形を呈す。而して放射量は中心線上に於て最も強く、周辺に向い次第に減弱す。この場合に於ても、撒乱光線套に相当し放射線錐外に於てレントゲン線エネルギーが存し、中心を去る。20 糎の距離に於て尚 5% に相当する放射量あり。

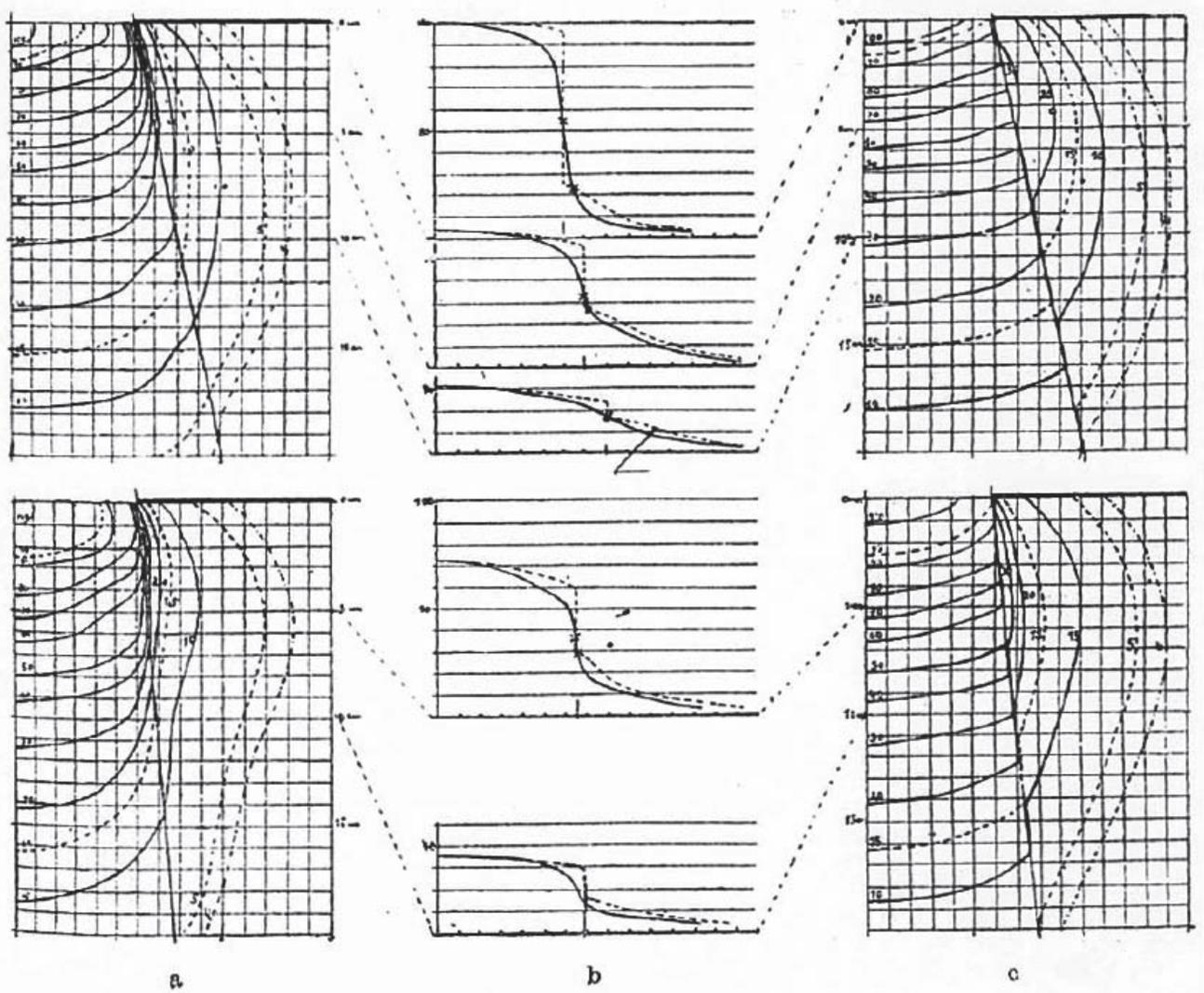
Holfelder, Bornhauser, Yaloussis は、小電離室を用いて測定したる等量曲線図は第十八図の如し。

此兩者を比較するに、等量曲線の走行著しく相違あるを發見す。Dessauer のものに於ては、放射線錐外の撒乱光線は大にして緩かに遠方に達するに反し、Holfelder のものに於ては、撒乱硬線套の範囲は小さく、曲線は放射線錐外には急激に彎曲上行す。故に曲線形状は前者に盃状乃至皿状を呈するに反し、後者は西洋梨子形に近き経過を示す。

曲線の形状のみならず、深部量減弱の状態も兩者に於て頗る相違す。即ち Dessauer のものは、深部両減弱の度合に一定の規律なく、最初の 1 乃至 2 糎に於て最も著しきに反し、後者に於ては、最初 1 乃至 2 糎の所に減弱の率、爾他の部に於けるよりも弱く、又 10 糎



第十六図(上), 第十七図(下). 放射円錐中心線に直角なる横断面の分布状態.

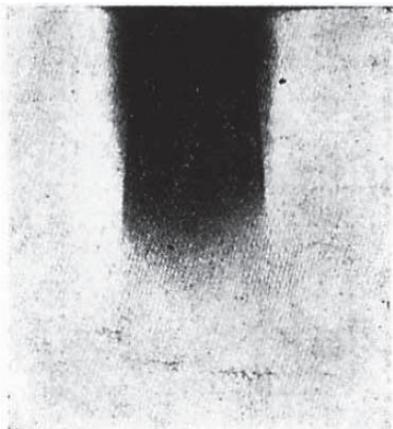


第十八図
 a は実測値により描ける等量曲線
 b は強度曲線にして実線は実測値，点線は電離室の容積による測定誤差を補正せる数値により描けるものなり
 c は斯くの如く補正せる数値より描ける実際の等量曲線

の深さの深部量は、後者に比し前者に於て一般に多量なり。

此量者の相違には量者の中に其摯なる論争を喚起せるに至れり。

Gattlieb は写真乾板を用いて第十九図の如く水中に於けるレントゲン線分布の状態を撮影せり。



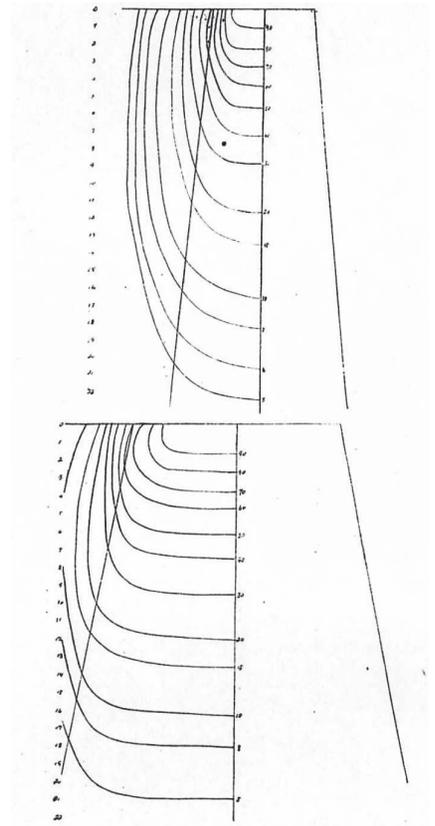
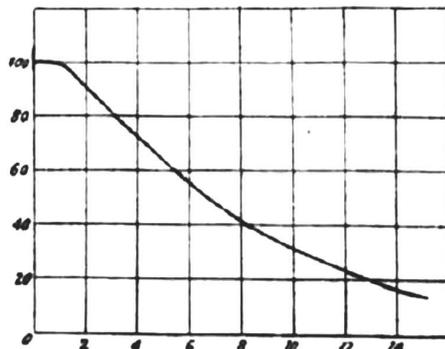
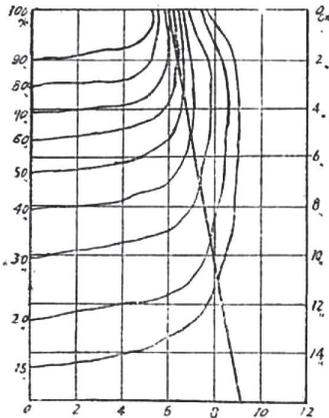
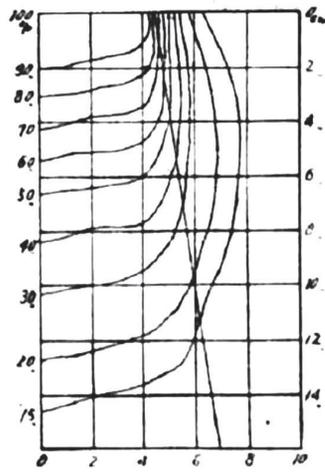
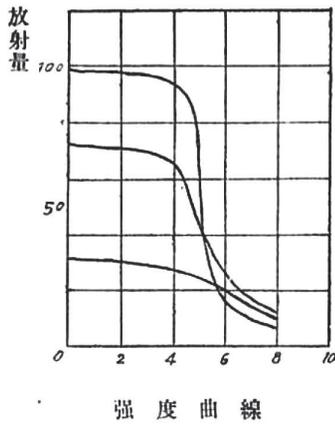
第十九図. 写真乾板による水中のレントゲン線分布状態

即ち放射線錐外の撒乱光線套の範囲は頗る狭小にして、Holfelder の成績と頗るよく一致す。余等がシーメンス・レントゲン・ドジスメッセルを用いたる電離測定法によるも、水中のレントゲン線分布状態は、第二十図に見る如く Holfelder のものと頗るよく一致せり。

其他 Glocker, Rothacker, Schönleber, Saupe 等も Holfelder の結果と殆ど同じ結果を得たり。

最近 Dessauer 門下の Lorenz, Rajewsky 等も大体に於て Holfelder の成績の正しきことを認めたり。

余等は以上事実を参酌し、直接測定に拠りて得たる数値を多少補正修飾して、等量曲線図を作製し、日常の使用に供せり。即ち第二十一図の如きものなり。



第二十図. 電離測定法によるレントゲン線の分布状態
 (左上) 強度曲線 (左下) 等量曲線 (12 輝辺)
 (右上) 等量曲線 (9 輝辺線) (右下) 中心軸上強度曲線 (放射線錐 12 対 9 輝)

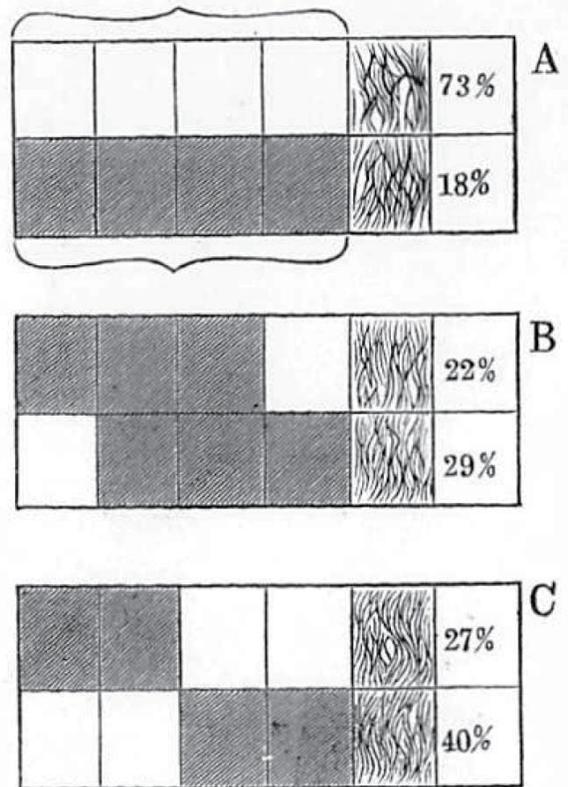
第二十一図. 著者等による等量曲線図

生体内部に於けるレントゲン線分布の状態

物体内の各点に於ける深部量の複雑なるは、該物体内に於ける撒乱現象に与かるものにして、其撒乱の状態は、放射線の性質一定せる時は、主として被放射物体の密度によりて変化するものなり。

然るに生体は、骨質、筋質、脂肪、結締織、中腔臓器等の各自密度を異にせる物質の集成なり。更に腹部に於ては消化管の充実状態常なく、且瓦斯及糞塊の存するありて撒乱現象の如きも密度平等なる水中に於けるものに比し頗る複雑となり、不規則なる状態となるべし。延いて深部量の配置が一定の整調を保たざるは想像に難からず。

斯の如き事情は第二十二図の実験成績にて理解し得べし。即ち白色層は気層にして各二輝の厚さ有り。黒帯は水層にして同厚なり。又雲様部は蠟層なり。而してA 図の如く、蠟層上が気層のみなれば、深部量は 73% となり、水層のみなれば 18% となる。B 並に C 図は水層—気層の混在する場合にして、水層及気層相互の位置によりて深部量を異にす。B に於ては 1 箇の気層、3 箇の水層よりなるも、一方には深部量が 22%、他方には 29% となり、又 C に於ても、同様 2 箇の気層と 2



第二十二図. 気層 (白層), 水層 (黒帯), 蠟層 (雲様) による深部量の変化

箇の水層を有し、深部量は 27%, 40% となる。是れ水層竝に氣層に起る撒乱現象の相違による結果なるべし。

ギーローは、ラヂウムの γ 線を用い各物質の吸収率と半価層との關係を測定せるに、第八表の如く血液、筋肉等は何れも水に比し吸収率多く、従って半価層は少しとす。

余等の測定によれば、骨質が水中の深部量に及ぼす影響は可なり著明にして骨盤骨を水中に納れて放射するに、測定点の位置に抛りて多少の相違あるも、大約 5 乃至 7% 増量し、骨背後に於ては骨に吸収せられ 6 乃至 12% 減量せり。

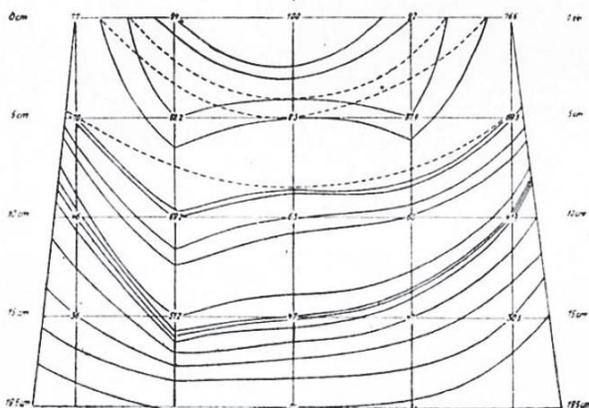
人体内部のレントゲン線分布の状態を確実に知らんと欲せば、直接人体を測定せざるべからざるも、これは容易の事に非ず、僅に直腸、膣に電離槽を挿入して該部に到達する放射線量を知るに過ぎず。

Borell(1922), Maier(1925) は、屍体にて深部量を測定せり。Borell の成績は水中測定の数値と略々一致し、Maier は著しき相違の数字を獲たり。

第二十三図は其成績曲線なり。実線は実測値を、点線は推定値を示すものなり。

第八表. 各物質による γ 線の吸収率と半価層

物名	吸収率	半価層
水	0.034	20.4
生理的食塩水	0.038	18.3
パラフィン	0.040	17.3
血液	0.048	14.4
筋肉	0.091	7.6
硝子	0.105	6.6



第二十三図. 屍体による深部量の測定

放射方法

放射して病巣に所要の放射量 (例えば癌腫量、肉腫量等) を付加するに当り、病巣の部位広狭等によりて放射の術式必ずしも同一ならず。生体の生活機転、レントゲン線の理学的性質、生物学的作用ありて、仮令同一放射法を施すに拘らず結果の異なることあり。更に同一病巣と雖、放射法を変えて成功することあれば、放射法には十分に注意すべきものなり。

深部治療は悪性腫瘍の治療を目的し、其放射法も之を標準して施行するなり。

放射を施すに当りて物理学的の要約を十分に咀嚼して行わざる可らず。左に実用のことを述べし。

濾過

放射を施すに当りて、皮膚に何等危害を醸すとなく、能く深在の病巣に大量の放射線を付与するを要す。

管球より出るレントゲン線は単一の波長のものに非ずして、各波長の放射線の混合なり。この混合線束には透過力強き硬線あれば、又透過力の極めて薄弱なる軟線を多量に包有す。而して軟線の大部分は表層に於て殆ど総て吸収し尽され、深層には硬線の一小部分が到来するに過ぎざるなり。

故に深層に大量の放射線を到達せしめんには、長時間の放射を必要とす。然れども皮膚の受くるレントゲン線には一定の制限あれば、所要深部量を付加するや、必ず皮膚を障碍するは明かなり。

管球より、毎分 1 平方糎の皮膚面上に 10 単位の軟線、10 単位の中等硬線、及 10 単位の硬線より成る混合放射線束が投じ、且軟線の 100%, 中等硬線の 50%, 硬線の 10% が皮膚に吸収せらるゝとすれば 30 単位の放射線にては其 16 単位 (軟線 10, 中等硬線 5, 硬線 1) が皮膚に吸収せられて、残りの 15 単位のみ深部に向いて進み、14 単位の放射線は更に一層の深部に進むや、中途の組織に次第に吸収せられ、10 糎深部に到達する量は僅に 4 単位に過ぎず。及膚の受くる最大制限量を皮膚 1 平方糎に就き 100 単位とすれば其放射時間は $100/16=6.25$ 分を要す。此放射時間にて十糎の深さに於て受くる量は $4 \times 6.25=25$ 単位となるべし。即ち 10 糎深き病巣が受くる量は 25 単位なり。此少量にては、未だ治療の効とはならず、茲に於てか、更に皮膚を障碍せずして一層の深部量を求めざる可らず。

レントゲン学にて謂う濾過法は、化学上の意義とは異なり、恰も太陽光線の濾過と相似たるものなり。青硝子は長き波長のものを吸収し、短波長の光線のみを透過せしむ。レントゲン線に於ても之同様に組織と管球との間に鞏皮或は金続薄板を介在すれば、混合放射線

束の軟線の殆ど大部分は、中間物に吸収せられ、比較的透過力強き硬線が始めて組織を透過する為め、深層に送致する放射線に富むこととなる。

1 平方糎皮膚上に付加する 1 分間の量を軟線 10、中等硬線 10、硬線 10 とし、4.0 糎アルミニウム板にて濾過を施し、軟線を吸収除去し、中等硬線及硬線のみ皮膚上に落射すとせば、この 20 単位の中硬線並に硬線の内皮膚に吸収せらるゝは、6 単位 (中等硬線 5、硬線 1) にして、他の 14 単位は深部に進み、10 糎の深部に於ては 4 単位を得べし。此際皮膚の障碍なく放射し得る時間は、 $100/6 = 16.5$ 分なり。故に此時間にては 10 糎の深さに添加せらるゝ量は、 $4 \times 16.5 = 66$ 単位となる。即、4.0 糎アルミニウムを用いたるにより、曩きに 25 単位の量が 66 単位に増加せり。

濾過物質の厚さと密度に比例して濾過率は増加す。5 糎の銅板は 12 糎アルミニウム板の濾過能と略同率なり。

0.5 糎銅板に、4.0 糎アルミニウム加えて用うれば、前者と同様に軟線、中等硬線の全部が濾過吸収せられ、硬線のみが皮膚に落射すと仮定せば、皮膚に吸収せらるゝ僅は僅かに 1 単位に過ぎざるを以て、皮膚を障碍せずして放射し得る時間は 100 分なり。故に此場合、1 糎の深部に付加せらるべき放射量は、 $4 \times 100 = 400$ 単位となるべし。

以上の例証にて明かなる如く、濾過法を応用せば皮膚を障碍せずして、深部量を著明に増加し得るなり。

表面に到達する放射線の強度を 100 とし、深層任意点に於ける強度を百分率を以て現わせば、深部百分率は以上の説明にて明なるが如く、放射線束が軟線に富む程、換言すれば波長の混合範囲が広き程小となる。之に反して比較的均等のもの、即ち放射線束が単一波長に近ければ、百分率は多大となり、放射の結果は良好となり、単一波長もののみとなれば一層佳良の極に達す。

《均等線・均等性》

斯の如き単一波長の放射線のみを均等線と称し、斯の如き放射線は均等性を帯ぶ。

實際治療に臨み、物理的統一なる均等線を求めるは不可能にして、又必ずしも其必要を認めず。

治療上均等線に近き放射線束、換言すれば比較的単一波長に近き波長を有する放射線の混合線束にて、深部量増加の目的を十分に到達することを得るなり。

《実用的均等性を有する放射線》

前者と區別して斯の如き放射線束を、実用的均等性を有する放射線と称す。而して実用的均等性レントゲン

線は紋上の例証より推知せらるゝ如く、濾過法を応用し放射線束の定性的関係を変じて容易に之に成功し得るなり。

濾過材料として Perthes は錫箔、死体皮膚、獸皮等を用い、Kienböck は 4 乃至 6 糎厚さある鞆皮又は鞆皮を四五枚重ねて用いたり。されど実用上に有効なるは金属濾過なり。アルミニウム、銅、亜鉛等の類なりとす。

Christen は、鞆皮、硝子、アルミニウムの三者の濾過能の比較試験を行いたり。ペノア硬度 6 度、半価層 1.4 乃至 1.6 前後の放射線の成績は上表の如し (第九表)。

半価層は濾過の厚さに比例して増加するも、濾過の一定の厚さに到達すれば、最早や如何に濾過を増加するも半価層は変化せざるに至る。之れ一定度の濾過に達すれば、軟線の殆ど総ては吸収し尽さるゝ為め、更に濾過板を増加するも其後の放射線には影響及ぼさざるに至るなり。

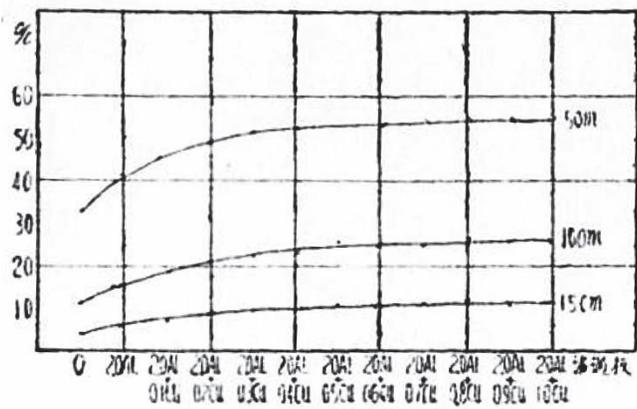
第九表. 各物質の濾過能の比較 (Christen)

アルミニウム		硝子		牛皮(比重 1.08)	
厚さ	半価層	厚さ	半価層	厚さ	半価層
0.5 糎	1.8	0.75 糎	1.8	10 糎	1.8
1	2.0	1.5	2.0	15	2.0
2	2.25	2	2.0-2.25	20	2.0
3	2.25-2.5	3	2.25	30	2.15
4	2.5	4	2.25	40	2.25
5	2.5	5	2.25-2.5	50	+2.5
6	2.5	6	2.5	60	+2.5
7	+2.5	7	2.5		
8	2.5-3.0	8	2.5		
		10	2.5		
		30	2.5		

《濾過の効果》

濾過の効果は、同一材料に於ては其厚さ比例し、異種材料に於ては、其物質の原資料に比例す。空気は殆ど吸収なく、アルミニウムの如き軽金属は軟線を多量に吸収し、銅、亜鉛の如き重金属は単に軟線のみならず、中等及硬線の一部を吸収す。Schatz は、アルミニウム 1 糎、硝子 1.2 糎、鞆皮 1.3 糎は略々同等の濾過能を有し、又 0.5 糎銅が 12 糎アルミニウムと同程度の濾過能ありて、亜鉛と銅とは略々同じ濾過能を有す。重金属濾過を用うるに当り注意すべきは、必ず 1 乃至 2 糎のアルミニウム板を添加併用すべきことなり。是れ重金属よりは濾過に祭して、固有レントゲン線を出し皮膚を障碍するの危険あれば、アルミニウム板を以て之を吸収せしむ、即ち保護濾過を行う。

實際治療濾過法は、実際に臨み、病巣の性質深浅によりて一定せず。軽濾過板より次第に高度のものとするに従い、深部百分率量は増加す。余等が測定によれば、濾過と深部百分率量との関係は第二十四図に示す如し。



第二十四図. 濾過と深部百分率の関係

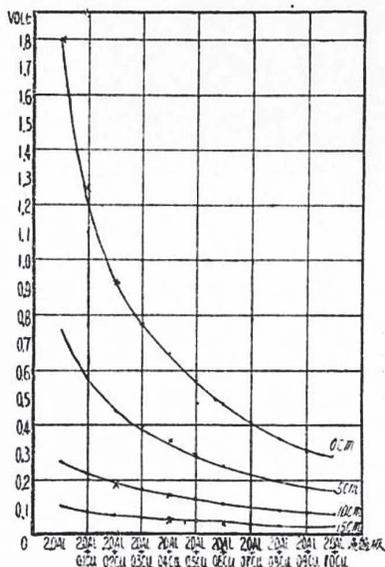
本測定は、シーメンス・レントゲン・ドジスメッセルを用いてジュピター型発生機、管球電圧 188 キロボルト、管球電流 3 ミリアムペア、焦点距離 30 糎、放射門口 15 糎平方にて放射せり。

図の縦軸は深部量百分数を、横軸は濾過の程度を示す。曲線は 5 糎の深さ、10 糎の深さ、15 糎の深さの測定なり。

曲線が示す如く、濾過程度に伴う深部量増加率は、最初には比較的著明なるも、濾過のある程度に達すれば、以後増加するも、之に伴う深部量増加度は僅少にして、曲線は殆ど水平に近く走行す。其閾値に相当する濾過は略々 0.5 乃至 0.6 耗銅なり。即ち此程度の濾過に於て、放射線は略々均等性を得るに至るなり。

濾過増加に伴う深部量は、斯の如く倍加するも表面竝に深部絶対量は濾過板の吸収に応じ、反って減少す。濾過と表面竝に深部絶対量との関係は第二十五図に観る如し。本図は前回実験条件に於ける成績にして、曲線は表面、5 糎の深さ、10 糎の深さ、15 糎の深さのものなり。

之を観るに、絶対量減弱度は表面に於て最も著しく、深部に進むと共に次第に緩慢となる。且又濾過の初め



第二十五図. 濾過と表面竝に深部絶対量との関係

に於ては最も著しきも、濾過の度を増すと共に次第に遞減し、遂に水平に近く走行す。

此事実より知り得る如く、深部百分率量増加を主とすれば、勢い重濾過を用いざるべからざるも、0.5 耗銅以上は全く無用なりとす。又重金属使用は表面絶対量を減少し、1 紅斑量を要する放射時間は著しく遷延するものにして、ベノアワルテル硬度 6 度程度の放射線に就き、アルミニウムを濾過にて測定せし成績は第十表の如し。

余等の実験成績は第十一表の如し。

かく一方に深部量は良好となるも、他方放射時間を喪失する不利あり。実際に当り比較的浅き病巣にて、大放射量を要せざる、例えば結核性疾患の如きものには、成る可く軽濾過を用い、大放射量を必要とする深在の癌腫は重濾過を用うべし。

近時、徒に紅斑量の取得時間の速きを悦び、短時間内にて 1 紅斑量を付与して満足するも、こは単に時間の經濟に過ぎずして、治療目的としては必ずしも短時間のみが有利ならず。何となれば、レントゲン線放射の生物学作用は、^{ただ}常に放射量にのみ由るべきものに非ずして、放射時間にも関係すべきものなるかは明なり。但しこの点には信憑すべき実験なきを以て、^{にわか}遽に断定し難きも、余等が放射後に現わる宿酔現象の調査経験によるも、病巣に同一量を付加するに、放射時間に依じて宿酔発現が著しく相違す。即ち長時間なれば短時間に比し重篤の宿酔を起し易し。病巣に所要量を付加するに、短時間よりも長時間の場合に生物学的効果を現わし易きは想像に余りあり。されば徒に紅斑量到達時間の早きを望む必要なしとす。

第十表. 1 紅斑量を要する放射時間

濾過の厚さ (耗)	放射時間 (分)
0	4.6
0.5	6
1	10
2	13
3	16
4	20

第十一表. 紅斑到達時 (著者ら)

濾過	紅斑到達時	濾過	紅斑到達時
2.0AL	18 分	2.0AL+0.6cu	1 時 8 分
2.0AL+0.1cu	26 "	2.0AL+0.7cu	1, 18
2.0AL+0.2cu	36 "	2.0AL+0.8cu	1, 30
2.0AL+0.3cu	43 "	2.0AL+0.9cu	1, 46
2.0AL+0.4cu	49 "	2.0AL+1.0cu	1, 50
2.0AL+0.5cu	59 "		

現今、深部治療に於て一般に使用せる濾過は左の如し。

- 15 万ボルト 0.5 耗銅加 1.0 耗アルミ板
- 18 万ボルト 0.8 耗銅加 1.0 耗アルミ板
- 20 万ボルト 1.3 耗銅加 1.0 耗アルミ板
- ラヂヲシレックス装置に於ては
0.5 耗銅加 3.0 耗アルミ板

放射門口

放射門口の広さは、病巣の深淺広狭に依じて適當のものを選ぶべきものとす。通常、6 対 8 糎、9 対 12 糎、15 対 15 糎、9 対 24 糎が用いらるゝなり。放射門口が過大となれば、病巣周囲の正常組織を障碍する危険あり。又小に失するや病巣を完全に放射円錐内に包容すること困難となり、又患者体位又は管球位置の僅かなる動揺も放射外れとなり、治療効果を全うし能わず。過不足なきよう中庸を選ぶにあり。

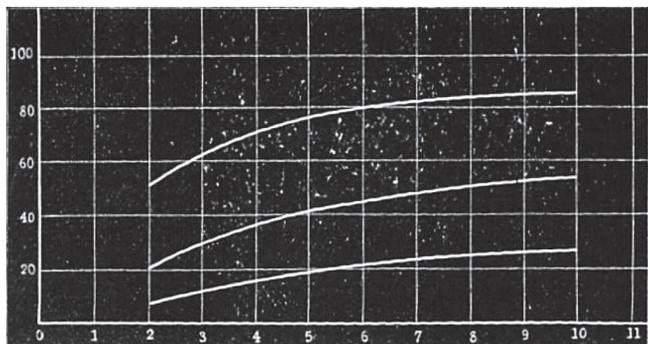
《放射門口の大小》

放射門口の大小は、深部量に影響を及ぼすものなり。是れレントゲン深部量には撒乱線が加り、又撒乱付加量は放射物体容積と共に増加するを以て、深部量は放射門口の大きさに比例して増加す。

余等が測定せる放射門口増大に伴う深部量増加の状態は、第二十六図の如し。

最初の間は放射門口の増大と共に深部量増加を見るも、次第に増加率は大ならず、一程度に達すれば放射門口を増大するも、深部量には何等の影響なきに到るべし。Friedrich はこの閾値に相当する放射門口を 20 対 20 糎なりとせり。

放射門口は深部量のみならず、表面量にも影響を及ぼすものにして、深部量増加の如く最初には増加するも、次第に其度は進まず。曲線は遂に水平に近く走行す。而して 10 対 10 糎放射門口は 2 対 2 糎放射門口の場合に比し、絶対量 330、即ち 65.3% 多しとす。20 対 20 糎の門口を以て限度とす。



第二十六図. 放射門口増大に伴う深部量増加

斯の如く放射門口は表面量に影響するを以て、一定の放射量、例えば 1 紅斑量を付与するに要する時間は、放射門口を増大すると共に、絶対量加の割合に逆比して短縮す。例えば今 2 対 2 糎放射門口にて 1 紅斑量が 60 分を要すとすれば、10 対 10 糎放射門口を以て約 36 分間の放射にて可なるが如し。

焦点間距離

焦点間距離は、管球焦点より皮膚表面までの距離にして、通常 23 糎、30 糎、40 糎、50 糎とす。

焦点距離は表面量竝に深部量に関係するものにして、焦点間距離の大なる程、深部百分率量は増加するも、表面竝に深部絶対量は減少するに至るべし。

第二十七図に示すが如く、体表より 10 糎の深に在る病巣 H を放射するには、I に於て焦点距離 23 糎、II に於て 33 糎とすれば、病巣 H に到達すべき深部百分率量 J_T は、体内に於ける吸収及撒乱の影響を無視し単に拡散によりてのみ減少するものとするも、

$$I \text{ に於ては}$$

$$J_T : J_0 = 23^2 : 33^2$$

$$= 0.485$$

$$J_T = 0.485 \times J_0$$

$$= 50\%J_0$$

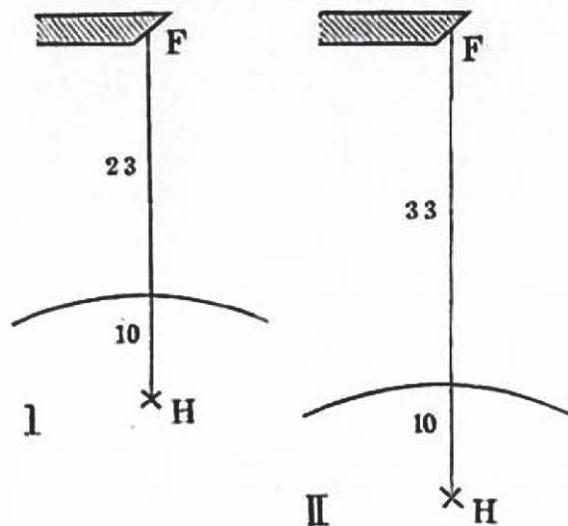
$$II \text{ に於いては}$$

$$J_T : J_0 = 33^2 : 43^2$$

$$= 0.589$$

$$J_T = 0.589 \times J_0$$

$$= 60\%J_0$$



第二十七図. 焦点間距離とレントゲン線量

10 糎の深部には 10% だけ増加す。実際には更に之に吸収竝に散乱による変化が干与すべきを以て其増量稍々複雑となり、単に拡散の法則のみにて算出し得ざるも亦止むなきことなり。

Seitz 及 Wintz が実測せし数値は第十二表に示す如し。

Dessauer は、病巣には均等放射の必要なることを力説し、而して均等放射は後章に設く十字火法によりて、共目的の大部を達し得るも、又焦点距離を大きくして之を補足し得べし。

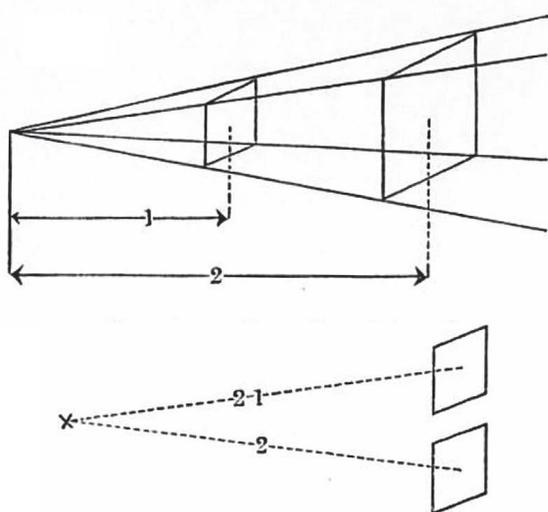
今第二十八図 A の如く、方形の紙板を照すに、光源より 1 米及び 2 米の距離の照度は 4:1 との比となるべし。次ぎに B の如く両紙板の位置の差を 1 糎となし、光源を 2 米の前方に置き、両者の照度を比較するに、其差は極めて僅小なり。是れ両紙板の距離 1 糎は、光源よりの距離 2 米に比する時は、殆ど取るに足らざる迄の僅少なればなり。

斯の如く、焦点よりの距離が著大となれば、表面と深層との放射量の差は瑣々にして、殆ど問題とならず。即ち遠距離放射に於ては放射表面と深部との割合は略々同一と見做し得べし。此関係を空間的均等又は深層等力を得るといふ。

深部百分率量は、斯の如く焦点距離の増加に伴い漸次良好の状態となるも、表面竝に深部絶対量は之に反して略々距離の二乗に逆比例して減少す。第十三表は距離と放射量との関係を示せり。

第十二表. 焦点距離と深部百分率

焦点距離	放射門口	深部百分率(10 糎深部)
23 糎	6 × 8 糎	19%
30 "	"	22%
40 "	"	24%
50 "	"	27%



第二十八図. A(上). 焦点距離の差 1m の場合. B(下). 1cm の場合.

第十三表. 焦点距離と放射量の関係

距離	強さ	距離	強さ
10	100.00	60	2.7800
15	44.44	65	2.674
20	25.00	70	2.040
30	11.11	75	1.781
35	8.16	80	1.56
40	6.25	85	1.39
45	4.82	90	1.24
50	4.00	95	1.11
55	3.31	100	1.00

第十四表. 焦点距離から紅斑時間を求める係数

焦点距離	係数 Q
23cm	1.00
25 "	1.18
28 "	1.48
30 "	1.70
35 "	2.32
40 "	3.02
45 "	3.83
50 "	4.73

遠距離放射にては、1 紅斑量を付加するに要する時間は近距離放射に比し次第に増加せざる可らず。

近距離、遠距離放射に於て各 1 紅斑量を Z_I, Z_{II} とし、焦点距離を FH_I, FH_{II} とすれば、次の関係あり。

$$\frac{Z_I}{Z_{II}} = \frac{FH_I^2}{FH_{II}^2}$$

上式より、任意の焦点距離に於ける紅斑時間を得べし。

上式の計算を省略し、直に任意の距離に於ける紅斑時間を求むる法に、各距離に乗すべき係数あり。その係数は上表の如し(第十四表)。

一例を示すに、焦点距離 23 糎、30 分間放射で 1 紅斑量なりとすれば、焦点距離 40 糎にては其係数 3.02 を乗じたる 91 分を以て所要の紅斑時間とす。

斯の如く、遠距離放射は深部百分率量を増加し、均等放射を助くるの利あるも、他方紅斑量時間の遷延する不便あり。実際に臨み近距離放射を採るべきか、遠距離放射に依るべきかは臨機の方法なり。一般に病巣が比較的皮膚に接近する場合、例えば乳癌又は皮下淋巴腺転位癌の如きものには遠距離放射を有利とす。

人工層

乳癌等の放射に比し、子宮腫瘍に著明の効果を認むるは、単純なる事情によるものに非ざるも、子宮の解剖的位置が比較的中央部に位し、四方より均等放射を行い易きことに基因すと謂うべし。

されば乳癌放射に於ても、子宮腫瘍の場合の如く、恰も身体深部に在るものとすれば著明の効果を見るなり。斯の如き着想の下に乳癌放射に當りて、腫瘍上に生体

組織と略々同等の吸収竝に撒乱能を有する物質を置き
て放射を試みるに至れり。

其物質をば人工層と称してパラフィン、黄臘、水を満
せるゴム袋、穀粉泥の類なり。

Jüngling は主として結核性関節疾患の均等放射用と
して、厚紙箱に白陶土を満して関節部を納めて放射せ
り。又同氏はラヂオプラスチック装置を作り、パラフィン
を主材に用いたるものなり。

余等はパラフィン 1 と黄臘 4 の割合に混合し、之を
温水に投ずれば柔軟となる。45 度に温めたる硬さのも
のが使用に最も便なり。

人工層を用うる目的は、

一 深部量の分布等量曲線図は、被放射物体表面が平
坦なるものとして測定せしものなり。吾人の体面の凹
凸不平なること多ければ、なるべく之を平面となして
放射する為之を用う。

二 体表に存在する腫瘍をして、恰も子宮腫瘍の如く
身体深部に於けるものゝ如く、人工層を添加して放射
の便に供す。

病巣の測定

放射効果を全うせんが為め、病巣の位置、形状、深淺、
広狭等を正確に測定するを要す。

配量の方針を決定するに当りて過不足なく病巣を放射
せん為には、必ず精細なる臨床的鋭察を遂行するの要
あり。而して測定、放射方法は病巣の部位により多少
の相違あるべきも、一般の原則を便宜上、子宮腫瘍に
借り説明せんと欲す。

先ず内診して子宮及腫瘍の位置、大小、形状及周囲結
締織浸潤の有無、附属器の位置等を能う限り精密に観
察を遂ぐべし。

予め子宮、腫瘍の位置、形状、周囲の浸潤を内外より
触診して硝子鉛筆又は墨筆を以て腹壁皮膚上に描写す。

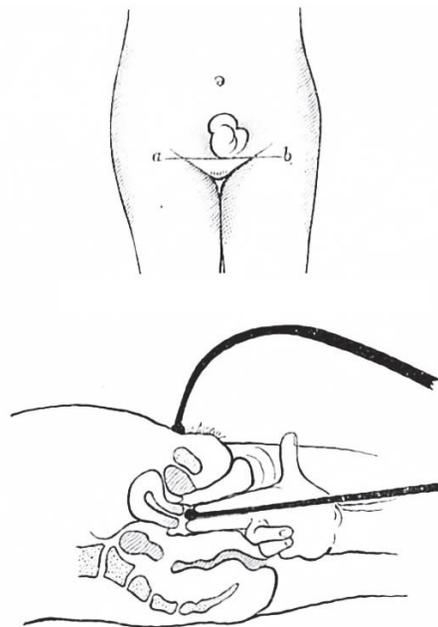
第二十九図は此方法に依り描きたるものにして、ab
線は恥骨縫合上縁線なりとす。

次で腹壁表面より子宮、腫瘍までの距離をば骨盤測定
器と同様の測定器を使用し、直線脚を腔内に挿入し、
先端を子宮外口に固定し、彎曲脚の先端を前腹壁上に
於て、しかも直線脚先端の直上に相当する部に置けば、
容易に其距離を知ることを得べし。

通常、前腹壁より前腔穹窿竝に後腔穹窿に至る二箇所
の距離を測り、同時に大陰唇外縁より子宮外口に至る
距離をも測定すれば便宜なることあり。

去勢放射には、左右量卵巢の位置、腹壁表面よりの距
離を測定す。

其他直腸癌或は摂護腺癌等の如きも之と同様に測定す
るものとす。



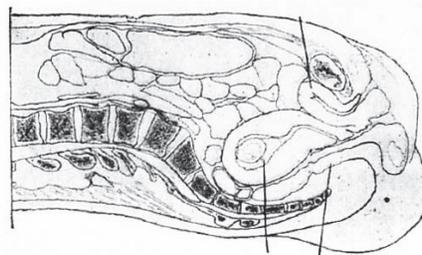
第二十九図(上). 第三十図(下). 子宮、腫瘍の位置を内外より触診
して腹壁皮膚上に描写す。

配量図作成

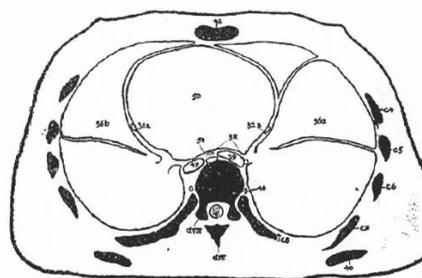
配量図とは、病巣の位置、形状、大小等に関する所見
を精細に記入せる身体横断竝に縦断図に於て、等量曲
線図を配して病巣に到達する放射量を計算し、以て放
射門口数及放射方向を決定する図面なり。

本図を作成せんには、先ず病巣中心を通過する身体横
断図竝に縦断図を作るを要す。

深部治療用に作られたる身体各部の解剖的等身縦断図
竝に横断図は、Holfelder 竝に Jarre 及 Zeiger の作製品
あり。第三十一図竝に第三十二図は其一例なり。



第三十一図.
深部治療用の解剖的
等身縦断図。



第三十二図.
同横断図。

此図面に依らずして、直接患者に就き、此解剖的關係図を作るは、最も要領を得たるものにして、此目的には、余等は電気工事に使用せる 30 乃至 50 アムペア用のヒュウズを用う。此金属は柔軟にして、体表面の形状に応じて自由に屈曲し得るを以て、断面を作らんとする体表上に纏絡し体形に應ずる形を保つなり。この体形をパラフィン紙上に描写す。次で前記の解剖的断面図上に置き、諸臓器の位置を記入するも可なり。而して実測したる病巣の形状、広袤等の位置を記入して身体断面図を得べし。通常横断竝に縦断の二面を作成す。

此断面図に於て放射門の大、放射門口数、竝に放射方向、焦点距離等を按配して放射量を定むるなり。其放射量は深部等量曲線図を使用す。

余等は便宜上、等量曲線をセルロイド板上に印刻し、放射線錐の大きさに応じて切断したるものを身体面図上に重ねて病巣上に記号したる 4 乃至 8 点に到達する放射量を算出して放射量を定む。健康組織に配量過多の障害を未然に避け、放射線錐縁相互の交叉点の放射量にも注意す。

既に述たる如く、放射門口、焦点距離、濾過、電圧の変化に従い、深部量分布の状態も異なるを以て等量曲線セルロイド板印刻は種々条件を異にせるものを多数に用意し置き、随時の使用途に應ずるものとす。

病巣の付加放射量の算出を容易ならしむるものに、Holfelder の放射錐選択器あり。

ホールフェルデル放射錐選択器

此ものは第三十三図に示す如く、上面を硝子板にて覆い、内部に電燈を点ずる装置なり。之に放射量算出用長梯形状の赤色セルロイド板を置く。セルロイド板はレントゲン線深部量分布の状態を示すものにして、赤色の色調は放射線強度減弱に應じ下方に到ると共に漸次濃度を減ず。硝子板上には同じく赤色の四角形、三角形、点、円等夫々濃度を異にする印標ありて、此上にセルロイド板を重ね、電燈を点じて之を透視し、セルロイド板の色調に被われて是等印標の全く消失するに至る程度を以て該部位に於ける放射量とすなり。

例えばセルロイド板の色調が紅斑量の 35 乃至 40% に達すれば、三角形の印標消失、60 乃至 70%、帥ち肉肉腫量となれば四角形の印標消失、90 乃至 100%、即ち癌腫量に於て点状の印標消失し、130% 時は円形の印標消失す。従って是等印標とセルロイド板両者間に病巣の位置を記入せる身体面図を置けば、病巣放射量を容易に知るに足るなり。

該器を使用すれば、頗る簡便に病巣に到達する放射量を容易に知ることを得るも、等量曲線図によりて算出せるもの程、正確なること能わず。

上述の何れかの方法によりて、病巣に必要な量を加うるなり。放射法を選択するは最も必要なることなれば、左に余等の日常行うものを紹介せん。

一 病巣を能う限り平等に、しかも必要量にて放射すること。

二 交叉点の過量竝に配量過多を嚴重に避くること。

交叉点の過量とは、既述の如く 2 箇の放射線錐縁の交叉する所に於ては、両者の放射の為め往々大量の放射量 (130%) となり、皮下結締織又は腸管の火傷を来すの危険あり。殊に放射線錐が皮下 1 乃至 2 糎の所に於て交叉するが最も危険なれば、少くとも 3 糎以下の深さに於て交叉する如く放射方向を選まざるべからず。

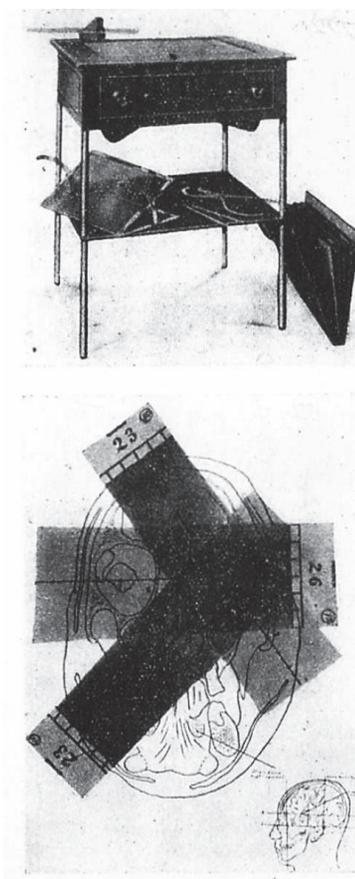
第三十四図は、皮下に於て交叉し、第三十五図は膀胱に交叉し、皮下組織竝に膀胱を障碍する危険あり。第三十六図の場合は正しく病巣に於て交叉し、放射は完全に行ふなり。

三 病巣の容積を實際よりも多少大きく見積り、且疑わしき範囲は総て之を放射錐圈内に抱容し、健全なる周囲組織には成るべく放射を避くること。

四 患者にとりては、なるべく安楽にして放射に便なる位置を探らしむ。

深部放射は一回の放射と雖、相当に長時間を要するを以て、患者の体位は成るべく安楽なるをよしとす。

五 放射門口を出来得る限り節約すること。

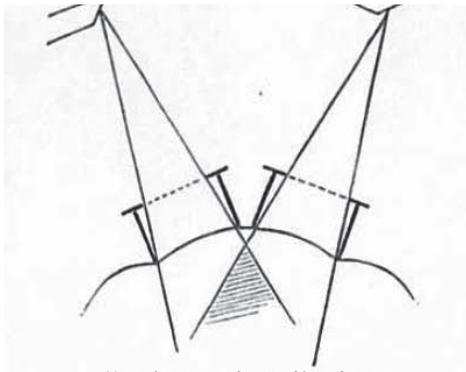


第三十三図. ホールフェルデル放射錐選択器

少数の放射門口にて必要量を病巣に付加するを最もよしとす。是皮膚を保護する目的に適うのみならず、患者の体力竝に放射経済も顧みる必要あり。

六 皮膚上の放射門口相互の間隔は、最小限二糎以上なるを要す。是に由り皮膚火傷の危険を避くなり。

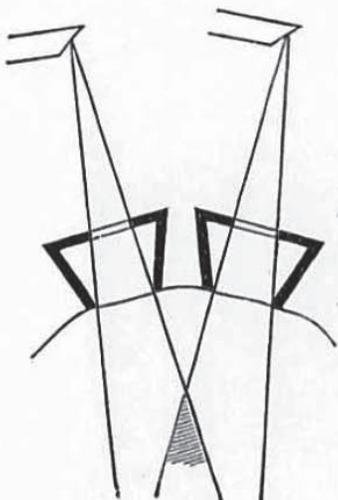
七 描図せる病巣は平面形なるも、病巣は立体的なることを常に念頭に置き配量を工夫するなり。



第三十四図. 皮下に於て交叉



第三十五図. 膀胱に於て交叉



第三十六図. 正しく病巣に於て交叉

放射様式

放射方法の規約は必ずしも一律のものに非ず。多様の様式あるも、先ず之を単純放射と複雑放射とに大別し得べし。単純放射とは、単にレントゲン放射のみを行い、複雑放射とはレントゲン放射に加うるに、治療効果を増強すべき他の種々の方法を併用するものなり。

単純放射

局所病巣を放射するに当り、放射門口の^{おおき}大きさ、数、焦点距離等は臨機に定むべし。而して従来よりの法を大別して、次の二種類となる。

一 小放射門口多数放射方法

本法は小なる放射門口を選び、多方向より且比較的近距离を以て放射するものなり。Seitz 及 Wintz が始めて行いたり。氏等は之をレントゲン・ウルトハイム法と称せり。

放射門口 6 対 8 糎
 焦点間距離 23 糎
 放射口数 不定

大体に於て去勢放射には、4 箇、癌腫放射には 6 乃 7 箇、腹側一背側、時に外陰部より放射す。Seitz, Wintz の放射筒を使用す。

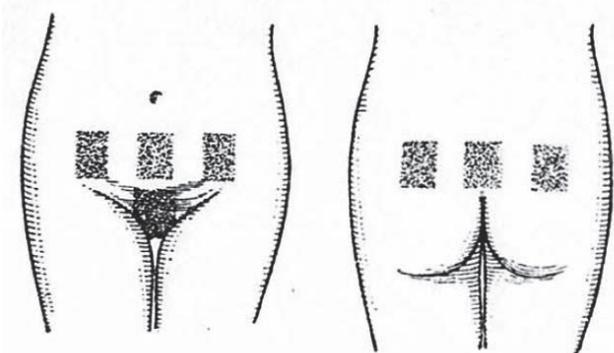
子宮癌腫には、第三十七図の如く腹側より 3 門、背側より 3 門、総計 6 門を以て原発病巣を放射し、7 週の間隔を経て第三十八図の如く、前後 6 門の放射にて右側骨盤結締織、次で 6 週後に再び同様に左側骨盤結締織を放射す。肥胖せる婦人にして放射量の不足する時には、更に膺より一門を付加するごとあり。

卵巣去勢放射には、第三十九図の如く前後 4 門を選び、各側卵巣を各々に放射す。

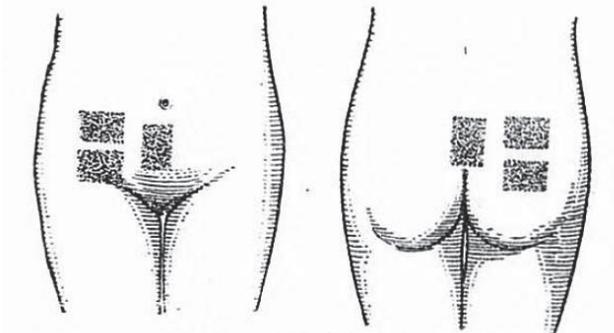
《本法の批評》

本法の欠点は、多方向よりする多数の放射線錐を、病巣に於て完全に集中せしむることが頗る困難なり。仮令管球の位置を正しくし、放射線錐を病巣に向け完全に交叉せしめ得たりとするも、放射の間に患者の体位が僅に動揺するも、放射線錐は全く病巣を外れ、病巣に於ける放射量は減少し、他方放射を要せざる周囲組織を放射する如きことになりて、放射の効果を全うし得ざるのみならず、配量過多、交叉点過量等を生ずるの危険多し。

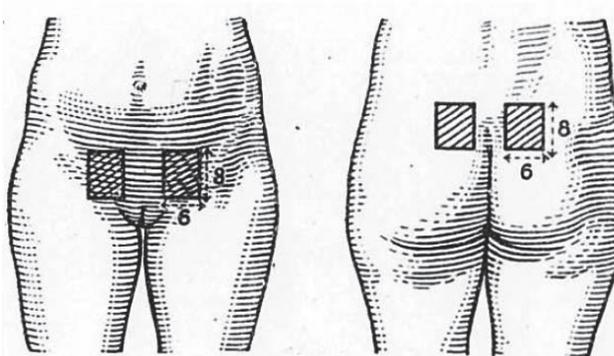
第四十図甲は、5 方向より放射線錐が完全に病巣に交叉せるに、乙に於て放射方向の微細の移動の爲め、放射外れの状態となりしものなり。



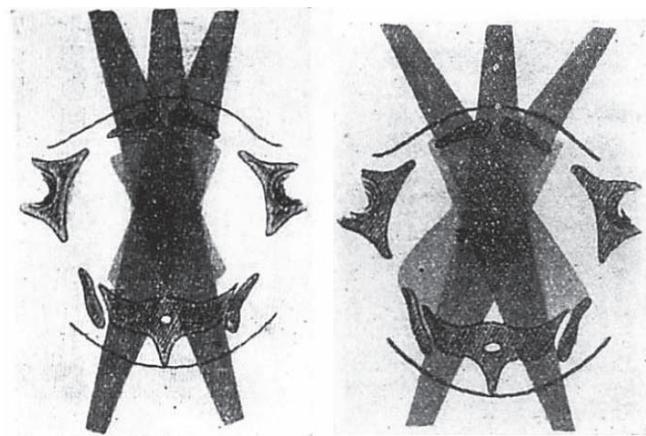
第三十七図. 子宮癌腫. 腹側より3門, 背側より3門



第三十八図. 子宮癌腫. 前後6門



第三十九図. 卵巣去勢放射. 前後4門



第四十図.

甲(左). 5方向より放射線錐が完全に病巣に交叉
乙(右). 放射方向の微細の移動の為め, 放射外れの状態となりしもの

本法にて, 若し放射を完全に行い得れば, 放射門口多き故に病巣に比較的平等に放射量を付加し得る利益あり.

深部治療発達の初期には, 病巣に所要量を付加するには勢い多数の放射門口を選びたるも, 今日に至りては, 本法は左迄昔日の如く一般に行われず.

二 遠距離大放射門放射方法

被放射体内の撒乱付加量は, 放射門口を大とすると共に増加し, 放射門口の20対20糧に於て, 最も有利なり. 尚お遠距離放射にて深部量を增加すること既述の如し.

本法は, 比較的遠距離より, 大放射門口を以て放射すれば放射野数を節約し得るの利あり.

Friedrich 及 Krönig は, 20対20糧の放射門口を, 前後の2方向より放射せり.

Dessauer 及 Warnekros は,

放射門口	20対20糧
焦点距離	40乃至60糧
放射口数	4箇, 前後各左右両側より各1回

Opitz, Jaschke, Siegel, Burun [校注:Bummの誤と思われる], Martins等は略々之に類似の述式を用いたり.

本法は, 撒乱付加量を最も多大に利用するを以て, 放射門口数を減ずることを得, 患者の疲弊を軽減し得るの利あり. 且放射線錐の大なる為め, 前者の如く容易に病巣を外るの恐れなく, 交叉点過量を作るの危険少し. 唯欠点とするは, 放射野数の少き故に病巣に於ける放射量の分布が比較的平等を欠けり. 殊に前後2方向の放射に於て分配不等となり, 或る部分には癌腫量に達せざるに, 他部には遙に之を凌駕することあり.

又本法は, 焦点距離の大なる為め, 一回の放射時間長く, 又レントゲン線を受くる対面積の広き為め, 血液障碍甚しくなりて, 身体の活力竝に防禦力が低下し, 治癒を不良ならしめ, 又宿醉症状の発現を強からしむる恐れあり. Holfelder, Riederの共同実験によれば, 血液障碍度は付加放射量の絶対値に竝行するものなり. Bumm及びWarnekrosは本法を反覆せる場合に現る血液障碍は頗る顕著にして, 漸く輸血法によりてレントゲン悪液質より救うことを得たりと云えり.

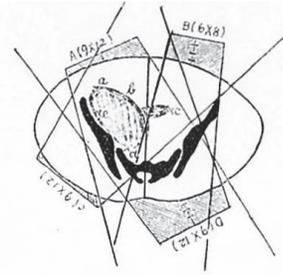
放射方法には一定の様式に拘泥することなく, 患者の身体, 形状, 病巣の位置, 深淺, 広狭等により大小放射門口を選択して箇々の場合に応ぜる適當なる放射方法を講ずるものなり.

余等の日常行う放射方法の比較的定型的なるもの数種を上を示すべし。

欄内の数字は各方向より腫瘍の a, b, c 等の各標準点に到達する放射量を紅斑量に対する % を以て示せるものにして、各方向よりするものゝ総和を計算すべし。

通常子宮癌腫には、前後各 2 門、総数 4 門、又は前後左右各 1 門、肥胖せる婦人には尚膈よりの 1 門を追加し、体格小なるか又は羸瘦せる婦人に於ては前-後膈の 3 方向の 3 門にて、完全に病巣に癌腫量を付加し得べし。子宮筋腫乃至去勢放射は癌腫放射に比し放射方法頗る容易にして通常前後各 1 門の放射にて足れり。

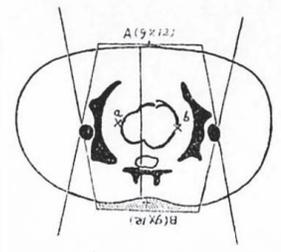
爾他部位の癌主乃至肉腫に於ては、腫瘍の大小、浅深、身体の形状等によりて時に 2 門乃至 4 門を要するも、通常は 3 門放射にて足れり。



	前右 (A)	前左 (B)	後右 (C)	後左 (D)	總計
a	70	0	33	13	116
b	52	0	35	14	101
c	33	30	23	28	114
d	34	0	40	37	111
e	40	0	53	19	112

第四十五図

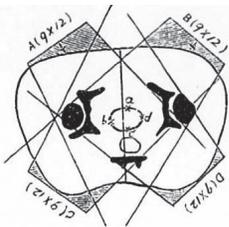
[説明] 子宮再発癌にして右腸骨窩に大なる癌腫を形成す。前腹壁より 2 門、背面より 2 門、都合 4 門にて放射を完了す。



	前(A)	後(B)	總計
a	35	30	65
b	34	30	64

第四十六図

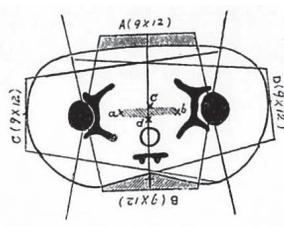
[説明] 子宮筋腫。前後各 1 門、都合 2 門にて完全に両側卵巢に去勢量を付与す。放射門口 9 対 12 糎。



	前右 (A)	前左 (B)	後右 (C)	後左 (D)	總計
a	33	30	22	22	107
b	35	20	31	20	106
c	27	24	29	29	109
d	24	32	21	31	108

第四十一図

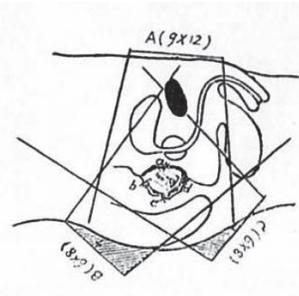
[説明] 子宮体癌腫。前 2 門、後 2 門、都合 4 門にて放射を完了す。放射門口は総て 9 対 12 糎を用いたり。



	前(A)	後(B)	右(C)	左(D)	總計
a	34	32	33	9	108
b	34	33	11	30	108
c	42	32	20	20	114
d	34	41	20	19	114

第四十二図

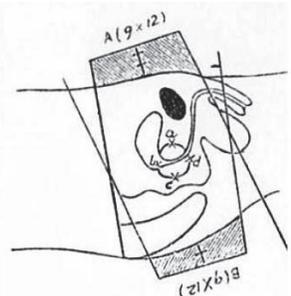
[説明] 子宮癌手術後骨盤結締織浸潤にして、範囲稍々広汎なり。前後左右より各 1 門、都合 4 門にて放射す。放射野 9 対 12 糎。



	前(A)	後上(B)	後下(C)	總計
a	37	32	31	100
b	29	32	41	102
c	24	43	35	102
d	29	42	28	99

第四十七図

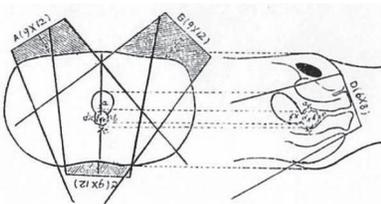
[説明] 直腸癌腫。前腹壁より 9 対 12 糎放射門 1 門、背面より 6 対 8 糎放射門 2 門、都合 3 門にて放射を完了せり。



	前(A)	後(B)	總計
a	39	27	66
b	30	33	63
c	25	40	65
d	31	32	63

第四十八図

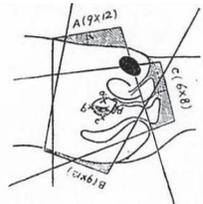
[説明] 摂護腺肥大症。前後より 9 対 12 糎放射野にて各 1 門、都合 2 門放射にて放射を完了す。



	前右(A)	前左(B)	後(C)	膈(D)	總計
a	20	20	35	40	115
b	21	12	40	37	110
c	14	13	48	34	105
d	13	20	40	37	110
e	16	15	42	47	120
f	16	15	42	31	104

第四十三図

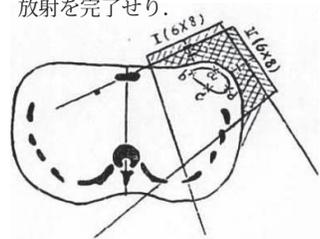
[説明] 子宮膈部癌腫。前腹壁より 9 対 12 糎放射門口にて 2 門、背面より 1 門、尚膈より 8 対 6 糎を 1 門追加して照射を完了す。本図は縦断面及横断面を用器画法に倣い連結せるものなり。



	前(A)	後(B)	膈(C)	總計
a	38	35	36	109
b	29	38	41	108
c	28	48	32	108
d	35	43	29	107

第四十四図

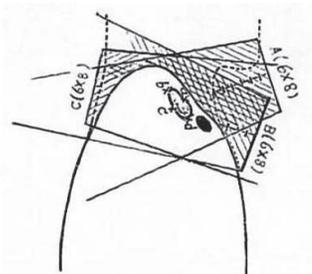
[説明] 子宮癌腫。患者は比較的小造りなりし為、前後膈の 2 方より各 1 門、都合 3 門にて放射を完了するを得たり。



	I	II	總計
a	56	57	113
b	64	47	111
c	51	51	102
d	47	65	112

第四十九図

[説明] 乳癌(右側)。約直角に交叉する 2 門にて放射を完了せり。放射門口 6 対 8 糎。



	前上(A)	前下(B)	後(C)	總計
a	37	35	33	105
b	31	30	41	102
c	32	34	36	102
d	37	41	30	108

第五十図

[説明] 右側鎖骨窩上部転移癌。前方より 2 門、後方より 1 門、都合 3 門にて放射を完了す。放射野 6 対 8 糎。

複雑放射

此法は放射線の感度を増力する方法を講じて放射するものにして、種々の方法あり。

一 二次線療法. 二次線療法は、二次線を発生する物質を放射部組織に接着し、放射によりこの物質の出だす二次線を応用して局所に及ぼすレントゲン線作用の増強を企図する方法にして、Barka の創意に出で、夙に行れたるものなり。皮膚疾患の如き表在性病巣には二次線を発生すべき金属及薬剤を、局所病巣に貼布又は塗布す。Besunger は狼瘡の治療に臨み予め組織をヨード塩にて湿潤して放射したるに良結果を得、Steward は二次線を発生する物質を局所に貼布し、Halberstädter 及 Simon は皮膚にヨード^{チンキ}又はアムモニウム等を塗布して放射効果が増進したるを経験せり。

アルミニウム棒を子宮腔、膣、腸等に挿入し (Albers-Schönberg)、或は銀粉又は蒼鉛粥を腸内に入れて (H. Johnson) その発生する二次線によりてレントゲン線効果を高めたる如き Steppe 及 Czermak は、コラルゴール溶液を膀胱に容れ、或はヨードフォルム、グリセリンを関節腔に注入して放射したるに相当の効果を納め、Roller は淋巴腺腫を穿刺排膿して 10% ヨード^{カリ}液を注入して放射し効果を強めたる如きは、之に属するものなり。

更に二次線を発生すべき金属を組織内に浸潤せしめて、放射効果を高むる法あり。Wintz は鍍銅法を 1921 年来、子宮癌腫の患者に放射前に施行せり。即ち弱電流を通じて膣腔に挿入せる陽極より癌腫竝に周囲組織に銅又は銅塩類の分子を浸潤せしむるものにして、一腫の電解法及カタフォレーゼ法を併用したるものなり。まず円筒形銅陽極を膣に挿入し、板状陰極 (300 乃至 400 平方厘) を腹部又は背部に当て、陽極内にイルリガートルにて銅ゼレンの溶液を滴加せしめ、40 乃至 50 ミリアムペア電流を 250 乃至 300 ミリアムペア時間通ず。此鍍銅法の特徴は、

一 電離によりて銅分子は細胞内に達し、二次線 (固有線、竝に散乱光線) を発生し、

二 銅分子は強力なる消毒作用を現し、

三 銅は細胞に対し毒性作用あり。而して病的細胞は結締織細胞よりも毒感受性高きが如し。尚、不明の機転によりて、銅は結締織細胞を刺戟す。以上の事実より此方法を応用すれば、

一 鍍銅組織はレントゲン線に対し約 20% の敏感となる。皮膚鍍銅後は 20% の小放射量にて既に反応を呈するものなり。

二 鍍銅せる癌腫は其発生部位を問わず、之を行わざるものに比し放射後の腫瘍退行速なり。

三 鍍銅部の癩痕形成、竝に組織の新生は、然らざるものに比し早しとす。

然れども鍍銅法は配量を誤り、過量放射すれば危険を醸して陽極周囲に食道を起すことあり、又屢々腎臓の^{しばしば}障害を惹起すれば特に注意を要す。

Ghilarduci は、水銀、銀等の溶液を銅の代用として同法を行い効果を認めたり。

二次線療法は使用物質より生ずる二次線によりて、レントゲン線作用増強を企つるものなるが、Friedrich 及 Bende が固形竝にコロイドの金属に行える実験によれば、斯る物質を使用するもレントゲン線作用の増加は左迄著明なるものに非ず。Großmann が理論計算せしに、軽金属竝に比較的軽き重金属の溶液には原始放射量の 10% 内外を増すに過ぎず。従って二次線療法のレントゲン線作用の増進は、単に二次線発生にのみ求むべきものに非ずして、該物質が直接病的組織に及ぼす化学的作用にも求むべきものなりと謂う可き乎。

二 高張葡萄糖併用

癌腫細胞の新陳代謝と含水炭素との間に密接なる関係あることは Russel, Warburg, Silberstein, Freund 及 Kammier 等の業績に明かなり。細胞の新陳代謝の旺盛なる程、レントゲン線感受性高きは既に人の知る所なり。

今癌腫に悩む人対に含水炭素を与えれば、癌細胞の糖分解酵素は増加し、従って細胞の新陳代謝を増進せしめて該細胞のレントゲン線感受性を高めしむことを得べし。E. G. Mayer は最近の如き想図の下に悪性腫瘍のレントゲン線療法に葡萄糖の静脈内注射を行いて細胞の感受を高めて治療を遂げんとしたり。

Meyer はヲスモンを用い、余等は之に代うるに 25% 葡萄糖溶液 (ロジノン) を用い、其 13 乃至 15 ^{センチリットル} 壺を放射直前或は直後に静脈内に注射す。本法を併用せし放射成績は、単純放射に比して治癒率高く、殊に単純放射のみにては到底成績不良なりし上気道竝に上顎腫瘍に効果ありき。又手術後の予防放射を行いに、従来の成績に比し奏効卓越せり。但し、再発腫瘍、骨肉腫等の治癒率は比較的低かりき。

放射量付加

以上種々の方法に従い、放射量を付加するに、一は全量を迅速に一順に付加し (Dosis plena)、他は分割して長期に亘り付加す (Dosis refracta) とあり。前者は各放射門口毎に 1 紅斑量を付加し、連続放射を一日又は数

日以内に終了して、所要の癌腫量又は肉腫量を付加す。従って甚しきレントゲン宿酔の発現を免れず。本法はエルランゲン派竝にルライブルグ派の稱唱する所なり。

後者は、各放射門より付加すべき一回の放射量は、紅斑量の二分の一乃至三分の一の小量にして、比較的長期間に亘りて反覆放射し漸く全放射を終了すれば、病巣は一時に全量を受くることなし。其分割程度竝に様式は多様にして、経験上に準拠す。Wetterer が前法による危険(血液障碍)を懼れ、之を避くる目的にて行いしものなり。

最近 G. E. Pfahler は飽和方法なるものを提唱せるに至れり。

同氏に拠れば、病巣に付与すべきレントゲン線の効果は対数曲線を描きて減少するものにして、放射後或る時日を経て、尚病巣に残留するレントゲン線量は、此曲線よりして容易に算出し得。而して氏は最初 1 回に病巣に 1 紅斑量を付加し、次で数日を経たる後、曲線により不足量を追加し、病巣に存する量を或る期間(10 日乃至 2 週間)飽和状態に保たしむるに在り。是れ癌腫細胞のミトーゼに在るもの、最もレントゲン線の障碍を受け易しとの生物学上の研究を根拠とせる放射方法にして、少くとも 2 週間内に癌細胞は必ず一度はミトーゼの時期を経過すべきを以て、この放射は完全に癌細胞を破壊し得と。

放射前後の処置

観血手術の前後に当りて、患者に一定の準備又は後処置を施す如く、レントゲン放射治療に於ても十分なる効果を挙げんには合理的の前後の処置を要すべきこと、言を俟たざるなり。

放射前処置

放射治療を行うに当りて最も重要なるは、診断の正確を期することなり。汎ゆる臨床的の手段を応用して精密なる検索を要す。

放射前患者の全身に就き細密なる検査をなす。

深部数射に於て最も注意すべきは患者の皮膚なり。健康成人の皮膚は何等の危険なく、1 紅斑量に堪え得るものにして、軽度の色素沈着を残すも間もなく消失し、6 乃至 8 週後には再び同量の放射に堪え得べし。されど皮膚に何等かの異常、例えば摩擦疹、温疹等あるや、レントゲン線に対する皮膚の抵抗力は減弱し、1 紅斑量の放射線を付加するも時に皮膚火傷さきだを招来するの危険あり。されば皮膚疾患は放射に先ちて必ず治療を加え置くものとす。

皮膚が反復放射を受くるときには、毎回の放射量に応じて其間に長短一定の休息間隔を置く必要あり。若し誤りて間断なく放射を続行するや、予期せざる重篤なる障碍を招くに至ることあり。レントゲン放射に臨みては、患者の既往を調査し、過去に於けるレントゲン放射の有無を知り、皮膚の損傷を未然に防ぐべし。

皮膚に一定の薬物を使用すれば、レントゲン線感受性を高む。沃度、水銀、コラルゴール、銅等の軟膏を使用せし時は、レントゲン線に対し著しく敏感となり、又沃度剤を内服するも感受性を高むるものなれば、斯る事項を調査するは緊要のことなりとす。

臓器疾患は、又直接に皮膚感受性に影響する所ありて、パセドウ患者の皮膚は健康者に比し 25% 量の過敏となる。其他腎臓炎、糖尿病、アヂソン病等に於ても、同様にして約 20% 紅斑量前後過敏となるものなり。されば放射に先ちては、是等疾患の有無を精査すべき必要あり。

粘膜も同様の関係にして、一般に炎症を伴う組織は感受性を増加すべきを以て、口腔炎、胃腸加答兒、膀胱炎等の有無を検すべきことも亦必要なり。是等炎症には放射を暫く延期し専ら其治療を加えて後、放射するを良しとす。

小骨盤の放射は、腸管の障碍を来すこと比較的稀なるも、時に腸管が小骨盤に炎症癒着せる時には過量放射を被ることあるべきを以て、予め臨床的検査竝に既往症を顧るべし。

腸管竝に膀胱等の障碍を避け、且病巣の放射を平等となす為に、放射に先ちて、腸管竝に膀胱を十分空虚となす必要あり。腸管の充実殊に瓦斯を充せる場合於ては、病巣に放射量を確実に付加すること困難なり。又糞塊を充たせば二次線の発生殊更に多くして、腸粘膜を毀損するの危険あり。されば是らの不利を未然に避くる為め、放射前日下剤を与え、且放射当日放射さきだに先ちて十分なる灌腸を行い排尿せしめ、以て腸管、膀胱を空虚となすことを忘るべからず。放射前診断の目的に造影剤を摂取せる場合に於ては、殊に注意を要す。

放射は成るべく空腹時に行うをよしとす。是れ宿酔症候の発現を軽度ならしむると共に、消化管の負担を軽減せんが為めなり。されば放射当日朝食を禁じ、前日に於ては比較的軽き食事を摂らしむるを常則とす。されど特に空腹に堪え得ざるものには、放射前 2 時間に小量の茶、鶏卵 1 箇、小量のパン等の如き軽き食事を摂らしむるも可なり。

患者の全身状態を顧慮することも必要にして、栄養すこぶ頗る障碍せられ衰弱甚しきもの、又は高度の発熱あるものには、放射は反って不利の結果を将来するものな

り。患者の興奮せる時には、前晩、アダリン其他の鎮静剤又は催眠剤を与え、十分に睡眠をとらしむるを有利なりとす。放射に先ちてパントポン1筒を注射することあり。又不安時にはスコポラミンを用うることあり。

胸部の放射に際しては、肺臓竝に心臓の状態を検することを忘るべからず。重き気管枝炎等の場合、放射によりて肺硬結の如き合併症を誘起することあり。故に該疾患の治療を先になすべし。

心臓の疾患は、放射には左迄顧慮するを要せざるも、時に大量の放射(全身大部の放射)に於て白血球、腫瘍細胞等の崩壊による遊離毒素が全身状態を障碍して、心臓の障碍を増加することなきにしもあらず。心筋変質のあるものに単なる放射は敢て憂うるに足らざるも、反覆放射するは筋質の硬変を来すことあり。

放射に臨み患者は総て横臥位となし、出来得る限り安静なる位置を与え、砂嚢を以て固定保護す。室の換気には十分なる注意を払い、宿酔の発生を防ぐべく、又室の温度も一顧するを要す。

放射後処置

放射後の処置は最も重要なものなり。Wintz は癌腫患者の放射後5年間の治癒率は放射後サナトリウム又は家庭にて医師の監督の下に慎重なる後処置を受けしものに、後処置を全く等閑に付せるものに比し約2倍の良成績を収めたり。

後処置は全く個人的のものにして、人により時に応じ臨機之を講ずべきものなるも、尚お其間或る程度迄は共通標準を立てることを得るなり。

以下後処置として特に注意すべき一般事項を単簡に記載すべし。

悪性腫瘍患者には、放射後の体力は疾患の治療に重大なる影響を与うものなり。既述の如く、癌腫の自然治癒の事実より考うるも、放射後患者の体力如何は経過の良否を左右すべきこと明なり。実際に徴するも、栄養可良にして放射後説くに著しき疲労なきものに於ては、放射後の治癒状態特に可良にして、体力不良のものに比し^{しやうじやう}霄壤の差あり。されば深部放射に於ては、勉めて放射後の体力の消耗疲労を避け、併せて癌腫に対する生体防禦力を促進するが如く処置を講ずるは最も必要なりとす。

此目的に、放射後患者には成る可く安静を命ず。宿酔症状は患者の体力を著しく消耗すれば、宿酔発現を能う限り軽くする為安静を守らしむべし。既に一定の宿酔症候の現わるるに及びては対症的手段によりて、速に消退を計るべし。

深部放射後、腫瘍細胞竝に血球の崩壊よりして、体内に毒素を遊離し、全身の調和を障碍すること少からず。若し腫瘍が急劇に崩壊すれば、一時に多量の毒素を遊離し、中毒症状を呈することあり。こは主として巨大なる肉腫、淋巴肉腫等の放射に際して現わるゝ所に於て、患者は為めに数日に亘る重篤の状態に陥り、時に嗜眠状態を現わすことあり。斯の如き場合に於ては、毒素の排泄に努力し、塩酸リモナーデの如きものを多量に与え、且食塩水或は葡萄糖液の皮下又は静脈注射を行う。腎臓疾患無き場合には、強心剤竝に利尿剤を用うべく、又ノバズロールの如き水銀製剤も有効なり。之に併せて発汗療法を行い、下剤又は灌腸を施して腸内容物の排泄に勉む。患者には就床安静を命じ、

窓は開放し時々深呼吸を営ましむ。不安の場合には、臭素加量(0.1乃至2.0)を投ず。不安不穩の症状去るや一般状態次第に可良となり、食欲旺盛の度を加え、癌腫細胞に対する抵抗力漸く増加するに至る。体重の増減は或程度まで予後を^{ぼく}卜するの目識となるものなれば、観察は勉めて精密に行うべし。

癌細胞に対する抵抗力を高むる為め、其他種々の方法を講ずることあり。種々の金属塩類、蛋白体、内分泌臓器製剤等は一般に用いらるゝなり。

Pankow 及び Borrel は、Elektroferolin の注射を行い、Opitz 及 Friedrich はカゼインの注射を、Jaschke 及 Siegel はカゼゾザンの注射を賞用す。又 Warnekros は輸血を行えり。

血液障碍に対しては、亜砒酸製剤を単独又は鉄剤と配して与う。Seitz はアルザセチン(5%溶液)を次の如く賞用す。即ち、

第1週 毎日1立方糶
第2週 毎日2立方糶
第3週 毎日3立方糶

とし、3立方糶までを極量とし、5週間処置す。又ソラルズン注射を行うことあり。注射を欲せざる時は経口的に投ず。即ち鉄エラルズンを、

5日間 1日3錠宛
5日間 1日4錠宛
5日間 1日5錠宛
5日間 1日9錠宛

となれば、続いて反対に漸次軽減して3錠に至りて止む。

放射部の皮膚は特に注するを要す。後述の如く放射を受けたる組織は総て健康組織に比し、外来刺戟に割する抵抗力を減弱するものなれば、^{しばしば}屢々僅の刺戟に誘発

せられて重篤なる壊痕、潰瘍等を起すことあり。

されば、放射後の皮膚は極めて刺戟摩擦を避け、次の如き処方によりて放射後約2週間に亘りて1日2回宛輕擦するを良しとす。

処方

白臘	2.1
鯨脂	2.4
オリーブ 阿列布油	18.0
水	7.5

其他放射部皮膚には、化学的、温熱的及機械的刺戟を加う可らず。従って搔抓、温布、氷嚢、罨包等を避くべく、又鉍物性膏藥(鉛、亜鉛、沃度剤)、リゾール、ベンチン、テルペン油、石炭酸、石鹼等の使用を禁ずべし。人工太陽燈の照射其他、圧迫等を施すべからず。

口腔、食道等を放射せし時は食物に注意を要す。余りに粗硬に過ぎるもの、又は冷熱著しきものの摂取を避くべし。

膀胱が刺戟疲状を起せし時は、多量の飲料を与うるをよしとす。薬物洗滌はよろしからず。特に洗滌を必要とする場合は生理的食塩水を用う。

直腸刺戟症状に於ては、数週に亘りて、毎日30瓦の植物性油を注射し、且食事を適当となし、以て糞塊を柔軟ならしむ。

深部放射の副作用

レントゲン線放射に併う副作用は、之を急性と慢性に分つべし。前者は1回若しくは数回に渉る多量の放射により発起するものにして、後者は少量が長期に亘りて反覆放射せられ持続せる結果現わるものなり。通常深部放射には、前者に属する副作用の発現が最も多し。

急性—慢性と称するも、こは一般臨床に言い倣わしおる症状の経過を意味するものに非ずして、実にその成立の形式を意味するレントゲン界の独立の見解なり。

急性—慢性共に之を局所的及全身的作用とに區別す。

《局所的障碍》

一 過量放射の結果

皮膚、粘膜、膀胱、腸管、声門、喉頭に炎症、潰瘍、浮腫を生ず。

二 二次線の発生による障碍

腸内糞塊、腎臓及膀胱内に注入せるコラルゴール、或は鉛化バリウム等より発生する二次線により誘発せら

れ、原発線量による危険を援く。

三 後処置を誤りて招く障碍(晩発性障碍)

放射後組織に不適當なる処置、例えば外傷、圧迫、摩擦或は氷嚢、温罨法、リゾール、其他種々の刺戟性の薬物を使用せば、往々にして皮膚、粘膜の肥厚、潰瘍、血管障碍、肺硬結等を起すことあり。

《全身的障碍》

一 レントゲン宿酔

二 血液障碍

局所的障碍

局所障碍の内、最も多きは皮膚の変化、即ち皮膚炎、硬結性浮腫なり。

深部放射に由る皮膚火傷も、低圧放射時の場合と同様に第一度より第四度に至る各階に分つ。低圧放射に比して色素沈着が早期に現われ且濃厚なり。

輕症の場合は、主して発赤、癢痒、色素沈着、灼熱及異常感あり。重症に於ては水疱形成、糜爛、潰瘍及疼痛等を見るものなり。何れも将来に色素沈着、皮膚萎縮、色素斑形成、上皮剥離及毛細管拡張等を遺貽す。

皮膚反応の内最も多くは、褐色色素の沈着、癢痒及発赤なり。色素沈着は殆ど例外なく局所皮膚に現わるゝも、発赤、癢痒は間々発現せざることもあり。

余等の調査によれば、褐色沈着100%、癢痒85.7%、発赤76.1%なり。反応の現出順序は、発赤又は癢痒を以て始るを通常とするも、時にはこの発現なきことあり。発現の早きは放射後第1週の終に於て既に之を認むるも、平均第2週竝に第3週の間在り。何れも輕微にして、発赤すれば始めは一様に微紅色を呈す。多少汚穢の色調あり。浸潤腫脹を伴わざるを普通とす。微紅色色調は、暫時にして褐色に変じ、色素の沈着漸くにして繁く、色調益々濃厚となる。時に腹部又は背側皮膚に於ては毛根口に一致して点状の赤色円形の汚斑を叢生す。このものは相融合して大結節を作ることあり。この汚斑は間もなく内に漿液を満たし水疱(に陥ること多し。又色素沈着は始め全く発赤の症候を見ることなく、微少なながらも褐色の沈着を以て始ることあり。通常放射後第2週に現出し、暫時着色濃厚となる。何れの場合に於ても、色素沈着は放射後第5週に於てその絶頂に達す。

癢痒は多くは皮膚発赤と同時に起るものなるも、搔爬して始めて皮膚発赤を認むる場合多し。時には発赤なく、放射局所に於て癢痒のみを訴うることあり。癢痒

感は一般に軽微なるも、褥温又は入浴後身体の温ると共に次第に著明となり、^{しらすしらす}不知不識の間に搔爬して微出血を催進することあり。此者は又比較的長時日に亘りて持続し、平均放射後5週前後、時に2箇月以上に及ぶことあり。

以上の経過は軽症反応の場合にして、其後は徐々に色素の脱落を招致す。

脱落は一様に行われずして斑点状に^{あせ}褪るが故に恰も縮緬様の紋理を作り、且同時に萎縮を来す。然れども之を低圧放射の場合の色素沈着及色素脱落に比せば、程度軽微にして白斑も大ならず。

若し反応の強き場合に於ては、早きは放射後第1週、遅きも第4週に至りて発赤、癢痒を同時に訴え、時には知覚過敏又は鈍痛を覚ゆることあり。発赤は時日を経ると共に益々増加し、癢痒の甚しき場合は、之を掻き破りて水疱を作り、更に進みては上皮剥離、糜爛を呈し、漿液性分泌液を漏出す。糜爛は僅に上皮層を侵すのみにして真皮に迄到来せざるを普通とす。是れ将来の治癒に好機を与うるものにして、一般に治癒の早きは通常のレントゲン放射による皮膚炎と差異の甚しき点なりとす。

糜爛を形成するに至れば患者は烈しき癢痒と軽度の疼痛とを訴う。癢痒は一時可なり息者を悩ますも、1-2週後には著しく軽快す。疼痛は刺痛を帯ぶるも決して堪え得ざる程度に非ず。上皮剥離は始め一小部なるも、漸次拡りて遂には放射全野に及ぶ。分泌液の漏出は比較的多からず、又悪臭を放たず、所々に灰色苔を被る。第4週頃より苔の減少すると共に疼痛軽退し、上皮形成を現わして糜爛面次第に縮小す。上皮形成は通常周辺部より始まりて中心に及ぶ。第6週の終りに至れば糜爛面は全く上皮を以て被るも、放射門口辺縁の上皮は尚多少剥離することを得べし。糜爛の稍々強き場合には、上皮形成するも蜂窩状を呈せる略々同大の小紋理を広く一面に作る。第8週頃には一般に皮膚萎縮を

始め細微ながら毛細血管の拡張を見ると共に、色素斑、白斑が相交りて現わる。糜爛の濃厚なる場合に於ては、色素斑著明に現わるゝも、軽度の場合に於ては色素沈着は淡し。

以上諸反応の週期的発現を一括して示せば、第十五表の如し。

皮膚諸反応と患者栄養との間には多少の関係あるものの如く、一般に栄養不良のものには其発現早く、可良のものには発現は遅延し且軽度なる如し。而して諸反応の内、糜爛、水疱、癢痒、疼痛等の如き適當の処置によりて早晩治癒消失するも、後胎症たる皮膚萎縮、脱色、毛細管拡張等は長期に亘るも消失することなし。更に特に注意すべきは、斯の如き後胎症ある皮膚は勿論、然らざる皮膚と雖も、一度レントゲン線放射を受けたるものに在りては、外来刺戟に対する抵抗力を著しく喪失せり。レントゲン線は放射部組織に抵抗薄弱部(Locus minoris resistentiae)を生じせしむる作用あり。而して此抵抗減弱部は1紅斑量を要せず、その三分の一最内外に於て既に之を現すものなり。

斯の組織は肉眼竝に検鏡的には更に何等認むべき変化なく、唯外来刺戟に対する抵抗力の減退するのみにして、化学的、温熱的、機械的等の刺戟により容易に重篤なる障碍を惹起し、不治の潰瘍、壞疽等を形成するに至る。されば一度放射せられたる組織は細心の注意を致し、罨包、氷嚢、刺戟性薬物等の使用、光線照射、温浴、摩擦等を厳に戒むべきなり。

抵抗薄弱部の抵抗力喪失の度は放射量に並行するものにして、該組織のレントゲン反応度に近き放射量程、著明に現わるべきなり。而して又斯の如く放射によりて既に一度抵抗力が減弱せし部位が再び正常の抵抗力を快復するまでの年月不明なるも、抵抗力喪失の度によりて差異あるは想像に難からず。Wintzは子宮癌腫放射患者に於て、放射後2年に放射部皮膚に温罨包を施したるに板状の硬結を促したるを報告せり。

局所障碍の内、最も恐るべきものは晩発性潰瘍なり(第五十一図)。放射の為め多少抵抗力を減弱せる組織が不注意によりて組織崩壊を起すことあり。殊に深部放射のものは低圧放射のものに比し更に悪性にして、殆ど治癒の傾向なしとす。通常、放射せられたる皮膚を搔爬、打撃の如き小なる外傷を受くるに始まり、此部を中心として周囲且深部に向け、漸次潰瘍を形成し、次第に全放射部一面を侵すに到る。創面は一面に蒼白貧血性の肉芽を以て作成せられ、更に出血の傾向なく所々に島嶼の散在せる如く帽針頭大乃至示指頭大の、特に暗赤色を呈せる肉芽の隆起する所ありて出血を見る。遺残壞死に陥れる組織塊は暗赤色汚穢の腐肉となりて付着し、肉芽表面は多量の黄緑色濃稠なる分泌物

第十五表. 局所的障碍の週期的発現

周期	症 候										
	癢痒	発赤	色素沈着	異常感	糜爛	疼痛	上皮形成	水疱	皮膚萎縮	脱色	毛細管拡張
第1週	3	3	1	1	/	/	/	/	/	/	/
第2週	4	6	4	1	1	1	/	/	/	/	/
第3週	4	4	8	1	4	4	2	/	/	/	/
第4週	4	1	3	2	1	5	3	2	/	/	/
第5週	3	2	5	/	4	1	2	1	/	/	/
第6週	1	/	/	/	1	1	2	2	/	/	/
第7週	/	/	1	/	/	/	1	/	1	1	1
第8週	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	/
第9週	/	/	/	/	/	/	/	/	1	1	/
第10週	/	/	/	/	/	/	/	/	1	2	/
第11週	/	/	/	/	/	/	/	/	1	1	/
第12週	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	/
第13週	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1

にて被われ、堪え難き悪臭を放散す。健康皮膚との界は一般に腫脹硬結隆起し、表皮菲薄発赤す。接触によるに疼痛は此部に於て特に劇甚なり。

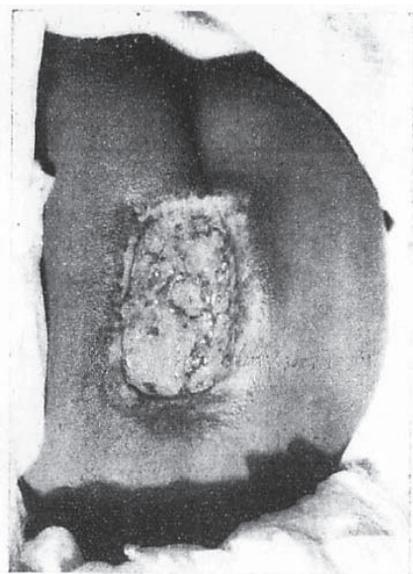
潰瘍は皮下組織のみならず、筋層更に進みては骨質をも破壊するものにして、腹壁に於ては時に腹腔に穿孔し、直腸に通ずるものあり。

患者の最も苦痛とする所は劇甚の疼痛なり。夜半に於て、強烈なる疼痛が発作し、其苦悩実に見るに堪えざるなり。食思進まず次第に羸瘦衰弱するも、年余にして始めて創面辺縁より表皮形成す。然れども其進歩頗る緩慢且不安定にして、一進一退遅々として良好を示さず。二三年乃至数年を経過す。疼痛は漸く軽度なるも、痒感之に代りて劇甚となるに至る。

更に後胎症として慢性硬結性浮腫あり(第五十二図)。放射の広さに相当し、周囲と明確に境界を画きて現わるる皮下硬結にして、健康部よりも僅に上面隆起し、硬固豚皮様を呈す。表皮の状態は外観健康皮膚に何等異なることなきも、時に血管怒張、色素沈着、萎縮等を呈することあり。専ら痒感感を伴う。主として皮下脂肪に富む部位に好発し、下腹部、腋窩、臀部、乳房に現わる。長時日に亘りて存在するも、自然に消退するを常とす。

其他粘膜竝に爾他の組織にも障碍が襲来し、膀胱に於ては屢々加答兒を訴え、重篤なる場合には潰瘍を形成し、血尿を洩す。婦人に在りては、膀胱腫瘍を形成すること稀ならず。

直腸より粘液乃至血便を漏し、時に裏急後重を訴う。進んでは潰瘍を作り、腹腔に穿孔して斃死すること在り。腸粘膜は皮層よりも侵され易きものなれば、十分に注意を払うものとする。



第五十一図. レントゲン潰瘍

喉頭は皮膚紅斑量の120%にて反応すれば、喉頭癌放射後往々にして早発性浮腫を呈す。この浮腫は必ずしも危険に非ざるも、浮腫の爲め呼吸困難なることあり。更に重視せらるは後期危険症なり。即ち喉頭粘膜にレントゲン潰瘍を形成し、狭窄感、疼痛、吃逆、咳嗽及発熱あり。応急法として気管切開を要する場合あり。されば喉頭癌の放射は分割放射を行い、此危険を未然に避くべし。

胸部放射後に肺硬結を来すことあり。

肺胞細胞は比較的抵抗力強く、よく過量の放射に堪うるも、120乃至130%紅斑量を一時に付加すれば該部に抵抗薄弱部を生じ、感冒、百日咳、気管枝炎等を患うれば硬結を醸生す。軽度の肺硬結には、自覚的には殆ど何等の障碍を見ず。打診上時に軽度の抵抗あり、聴診上呼吸音鋭利となり、時に笛声を聴く。重症なれば肺組織は肉様変性を呈し、咳嗽、胸部刺痛を劇しく促進し、著明の濁音、笛声、水泡音、呼吸音の消失等を現わす。

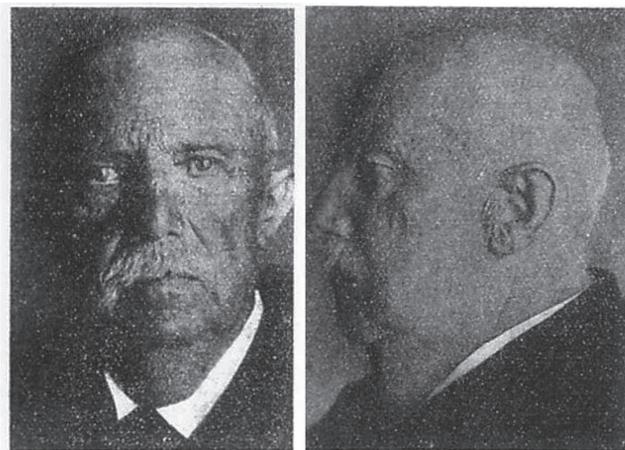
レントゲン撮影像に於て、軽症なれば肺紋理の軽度の増加に過ぎざるも、重症に至れば一肺葉に局限し、又は全肺に亘る濃厚なる陰影を認むべし。

経過は頗る緩慢にして時に年余及ぶ。斯る患者は気管枝炎、感冒等に侵され易くなるなり。

予後は一般に可良なるも、肺炎等を併発せば不良となる。

局所的陳碍の治療法

軽度の皮膚炎には何等の加療を必要とせざるも、唯滑石粉を撒布し、繃帯を施して保護すれば可なり。紅斑にはブロー液罨法、又は硼酸水罨法等を施すべく、既に水疱竝に糜爛を形成せるものには、硼酸、ラノリン、ラノリンクリーム、亜鉛華オリーブ油等の油類竝に軟膏等を用う。余等は生理的食塩水又はデーキン液湿布にて好結果を収めたり。



第五十二図. 皮膚硬結

一度潰瘍を形成せし場合は躊躇を要せず、直に観血的療法を選むべし。潰瘍周囲の健康皮膚までを十分に広く剔出し、縫合閉鎖若しくは有茎弁によりて皮膚移植を施すなり。手術の結果は頗る良成績なり。疼痛頓に去り治癒早く、保存的療法の到底及ぶ所に非らず。

保存的療法には、局所の膏薬療法を主とし、傍ら患者の活力増進を計るべし。

局所には 1% 醋酸礬土水、2% 硼酸水、5000 倍昇汞水、生理的食塩水、リバノール溶液等による湿布、硼酸軟膏、単軟膏、レゲロート軟膏、デスチン軟膏等使用せらるも、何れも著明の効果を示さず。生理的食塩水竝にリバノール溶液の湿布は稍々見るべき効果あるも、一時疼痛を強むる為に疼痛に平素悩める患者は貼用を拒否すること多し。余等は常に 5 乃至 10% チクロフォルムワゼリンを賞用せり。此ものは局所疼痛を緩解し、上皮形成を促進するなり。

パラフィン療法又は蠟療法（固形又は流動パラフィン、黄臘、樹脂を潰瘍面上に流下し外来刺戟を避け肉芽の保護増殖を促さんとする方法）は疼痛を鎮静し、治癒を速かならしむと称するも、余等の実験にては著明の効果なかりき。其他ラヂウム、紫外線、ジアテルミー、持続浴等の方法は何れも推賞するに足らず。

一般療法としては、疼痛、睡眠障害あれば対症法を講じ、クロールカルチウムの静脈内注射、エラルゾン、ソラルゾン等の皮下注射等を併用す。

肺硬結を起したるときは、一般に強心剤を与え安臥を命ず。祛痰剤、温罨法、ジアテルミー等は却つて状態を増悪する傾向あり。

全身的障碍

全身的障碍の重なるは、レントゲン宿酔なり。

レントゲン宿酔は症候群にして、Gauß は全身倦怠、頭痛、嘔気、嘔吐、悪心、下痢を挙げ、Mischer は全身倦怠、食思不振、眩暈、悪心、嘔気、嘔吐、頭痛を列举せり。即ち月経困難時、又は妊娠初期の症状に彷彿たるものにして、心臓衰弱、血圧下降、脈拍促進、体温上騰、薦骨痛、羸瘦或は顔面放射後の口内乾燥、筋肉放射後の局所緊張感などを数う。

レントゲン宿酔の軽重、持続は、各患者の体質、衰弱の程度、年齢、放射部位、或は放射量によりて差異あり。放射中既に強度の嘔吐を以て症状を現わすものあり、或は放射後 7-8 時間にて現わることあり。或は週余にて現わすものあり。2 乃至 3 日にして症状消退し、遅く 1 週日を出でざるも、例外として数週間持続するものあり。而して食思不振は長くまで続くものなり。

亦宿酔症候は女性に著明にして且頻度も多きが如し。其他一般に神経質は之にかゝり易し。又月経時には中間期よりも出現多しとす。

20 乃至 30 歳に於て最も多く、且顯著に現われ、幼年及老年者程其程度減少す。

レントゲン宿酔の原因には議論紛々として歸する所を知らず。

Reusch 及 Wintz は紫光線竝に放電或は放射中、絶えずレントゲン管球周囲より発生する多量のオゾン及ニトロ瓦斯を吸入して、嗅覚神経を刺戟し、又肺より吸収して中毒症状を起し宿酔症状を出現せしむ、Simon はオゾン及ニトロ瓦斯を吸入して嘔吐及悪心を起す者は神経質の患者にして、嘗て既に宿酔に罹患せし者が、此悪臭を連想して大脳皮質及嗅覚神経嘔吐中枢の反射興奮を招来するものなるは、恰もエーテル全身麻酔を受けたる患者が後日エーテルを吸入し、手術室を瞥見して悪心、嘔吐を催す同一なる關係にありと論じ、且実験に於てオゾンを吸入し僅に悪心を惹起せしめ得たるに過ぎず。故に宿酔症状の主原は之を他に求めざるべからざるも、宿酔症状の増悪を補佐するの一因たるを失わずと結論せり。

Hirsch はオゾン説を駁して曰く、現代に於けるレントゲン室及レントゲン発生装置は非常なる進歩改良が加えられ、数時間に亘る放射治療に於てすら、何等臭気を感じざるに拘らず、宿酔の依然として現わるは明に他に原因の伏在するを窺うに足るべしと。

Wintz はレントゲン放射の為め磁力線内に在る患者の全身に電荷を来し、全身細胞機能障碍を誘起するに起因するものなりと云い、Simon は此説を否定し、果して全身の電荷による全身細胞の機能障碍に因するものとなれば、四肢の放射に於ても、猶当然宿酔を誘起せざるべからざるに、事實は之に反し宿酔の起らざることにて之を知るなり。電荷の為め局所神経の刺戟興奮を亢進せしめて宿酔症状を助長するものと論及せり。

Werner は放射後、体内に発生するヒヨリンを宿酔の主因と認むるも、未だ汎く之を認容せられず。Strauß は血清のヒヨレステリン含量の増加、神経細胞のヒヨレステリン欠乏を主なる原因なりと主張す。

Heinecke 等は、淋巴球の崩壊に基く血液の刺戟作用を宿酔の主因なりと唱えたり。

Czepa 及 Högler は、胆汁及乳汁証明法によりてレントゲン放射後肝臓機能の障碍を認め、之を以て宿酔症上出現を説明せんと試みたるも、Borak 及 Kriser は腹部他部を被包防禦し、単独に肝臓のみを 4 耗のアルミニウムにて濾過し、5 日間放射せる 7 例にて自覚的にも他覚的にも、宿酔症状を認めざりき。単独なる肝臓

放射は何等機能障害を来すものに非ず。更に一步を譲り、肝臓の障害がレントゲン宿酔の確実なる原因なりとするも、此障害は毎常直接肝臓放射によるものに非ずと。

Sielmann は、脊椎肉腫患者の放射治療後強度なる宿酔症状の出現せるに遭遇し、300 センチリットル^{センチリットル}の生理的食塩水を注入せるに驚異すべき卓効を認め、尚動物及人間に就て、レントゲン深部放射後赤血球、血色素、血液内食塩含量の減少を立証せり。氏は更に動物及人間に於てレントゲン放射後尿量及食塩排泄量の増加を認め、精細なる化学的定量法によりて其増量せる排泄食塩の供給臓器は肝臓及皮膚にして、肝臓疾患例えば黄疸或は肝臓転移病巣ある患者にはレントゲン放射を行うも大量の食塩排泄を認めず。さればレントゲン宿酔は食塩の新陳代謝障害に因るものにして、血清内食塩含量の動揺によるも、之が唯一の原因には非ず。必ずや蛋白質新陳代謝障害の密接なる関係あるものならんと論ぜり。Berhardt は、レントゲン宿酔の原因として血液内赤血球数、食塩、カルシウム含量、乾燥物質屈折力との関係を論述せしが、未だ真諦^{しんたい}を得ず。

更に Simon は、胃を短時間なりとも直接に放射せば、長時間に亘る強度の宿酔症状を起し。悪心多し。これは消化管の中毒症状にして、胃腸神経の刺戟状態に他ならずと称し、Kienbeck 等の主唱せる放射による細胞退化変性初期に於ける刺戟期、即ち前駆期—刺戟期の症状として現わる。仮説に賛意を示したるも、氏は単に腹部放射にて頭蓋放射による宿酔症状の出現に言及せざりしは、未だ全き説とは言ふべからず。

Mischer は、胃を放射すれば宿酔の出現最も著明に且頻度も多し、^{なかんづく}就中幽門部の最もレントゲン線感受性強きを認め、宿酔の原因を全く胃の放射による影響に帰したり。而して胃の以外、例えば胸部—腹部—卵巢—頭蓋等の放射も尚軽度なる宿酔症候を現わすは、即ち胃以外の部位の放射に当りて生ぜる第二次散乱レントゲン線が胃に作用して、恰も胃が直接放射を被りたると同様の状態に陥りたる結果と見るべく、唯胃の受くる放射線量の少き為め宿酔も軽度に現わる。なりと主張せり。而して氏は、更に放射せられたる局所組織の破壊、毒性産物の吸収、或は Heinecke の述べたる卵巢細胞核破壊産物等は、宿酔症状原因の枝葉と見るべく、且放射後に現わる薦骨痛、下痢、発熱、羸瘦は、組織的破壊に基因する局所的作用なりと論断せり。氏は尚胃の分泌機能と宿酔との関係を論じて曰く、顔面或は頸部放射後数日間持続する口内乾燥は、唾液腺が麻痺せし為めにして、上記の事実は放射による胃分泌機能の変化を推論するに足れり。宿酔時に於ける胃液遊離塩酸量は不定なれども、一般に減退し、吐出物は常に

中性又はアルカリ性を呈す。是れ放射量が恰も胃の刺戟及麻痺量の中位にあれば、一方重症なる宿酔を現わす麻痺量放射の場合なりと論ぜり。然れども Sielmann 其他の実験により推理し、放射後体内の水分竝に食塩の排泄旺盛となるものなれば、顔面及頸部に放射して口内乾燥を起すも、これは局所的分泌機能障害にのみ基くものと見なす可からず。全身の水分欠乏の結果、部分的症候として現わる。ものにして、放射後の吐出物は必ずしも中性及アルカリ性を呈せず。往々酸性なるは確実の事実なり。

Hirsch は 脳下垂体の刺戟量及麻痺量を決定せんとする試験の途次に於て、脳下垂体に刺戟量放射せし後、間もなく宿酔症状の発現の軽度なる事実、又頭部に発生せる鱗屑疹の放射治療、^{すこぶ}卵巢のレントゲン去勢を施行せしに、何れも宿酔症候の頗る軽微にし、且亦放射部位による宿酔出現の選択性と臓器製剤による宿酔の予防及治療の可能なるに着眼し、深部治療法の完全を期せんと欲せば、腫瘍其他、目的臓器に向い所定の放射量を付加せざるべからず。此際、皮膚及腫瘍よりも感受性の^{さど}敏き内分泌器が障害せらる。は当然にして、四肢、其他内分泌臓器の存在せざる部は放射するも、例外なく宿酔を誘起せざれども、胸部、腹部、頭蓋等を放射すれば内分泌臓器、即ち胸腺、甲状腺、上皮小体、卵巢、副腎、脾臓、膵臓、睪丸、脳下垂体が障害を受け、共同機能の急性失調の結果として宿酔症候を呈し、恰も妊娠時機能不全の結果として所謂妊娠宿酔を呈し、又クロロフォルム、エーテルの類が内分泌器に作用してクロロフォルム或はエーテル宿酔を呈するが如し。而してレントゲン放射後の内分泌障害を二種に區別す。一は一時的障害にして宿酔と称し、他は回復し得ざる持続性障害にし、内分泌器の慢性疾患たるバセドー病、バンチ病、及シモン病等の如き悪液質を呈し、レントゲン悪液質と称す。尚此宿酔の前駆症状とも認むべき倦怠脆脱力感は、Bauer, Mayerhof, Hwerden 等の研究に依れば、副腎の機能不全に基因することは確定的事実にして、内分泌器疾患が臓器療法によりて奏効する如く、レントゲン宿酔及悪液質も亦臓器療法によりて症状に軽快するは正に之を裏書するものと主張せり。

レントゲン宿酔の治療

レントゲン宿酔の原因の考察は各学者説を異にす。従て治療法の根柢も亦不明なる所なり。今日行わるものは、一は^{対症療法}他は^{原因療法}なりとす。

前者は主として種々の鎮静剤を用いて神経興奮を低下し反射を抑止す。通常ワレリアン^{チンキ}、コンヂュランゴ、パントポン、スコポラミン等が用いらる。

Simon は、消化管神経組織がレントゲン線を吸収刺激せらるゝを以て原因療法之の不可なるを論じ、バルドリアン製剤たるネオボルニバル錠を以て其興奮を低下せしめんと試みたり。該製剤は副作用なく、持長服用するも胃を障碍することなく、血圧を高め、呼吸を速進し食欲を増進するものなり。毎日 5 乃至 6 回 2 錠宛、放射前後 2 日間服用す。余等の経験によれば、稍々認むべき効果あり。

原因療法には、原因解説上より種々の法あり。

オゾン及ニトロ瓦斯は十分に室内の換気を行い、或は鼻孔に混綿タンポンを挿入し、又は放射中喫煙せしめ不快なる嗅覚神経の刺激を避ければ良効ありと。されど毎常的確なる効果は望み得べからず。

Wintz は患者の電荷を減退せしむる為に土地に誘導法を講じ、有効なりと称せるも現今之を顧るものなし。

Kothmyer は、肺結核患者のレントゲン去勢に際し、両側を同時に放射せば、時に衰弱死亡するものあり、こは血液障碍によるものと見做し、血液障碍の快復を迅速ならしめんとして砒素剤を投与して患者の衰弱を防ぎ、同時に宿酔症状発現の度を軽減したりと。

Sielmann は食塩療法が著明なる効果ありと論じ、其服用を易からしめんが為め、一瓦の食塩粉末と小両のメントールワレリアンとを膠囊に入れたるもの、又は 10% 食塩水 10 兪ミリリットルをアンプルに入れたるものをレントゲノザンと命名せり。此者はヘモザニン会社より発売せり。膠囊 3 箇宛を放射前後に服用せしめ、宿酔重症なる時は静脈内注射を施すにあり。

余等はレントゲノザン代用品としてクロナトール注射液を用い、相当の効果を収め得たり。

Mischer は、胃部に完全に防禦被覆を施し、胃部皮膚疾息には成る可く軟線を用い、能う可くんばアルミニウム濾過使用を可とすと。又アチドールペプシ竝に稀塩酸の投薬にて良果を見たり。Mischer は胃の充満時に宿酔発現は軽度なりと謂い、Bruger は空虚胃を以て有利なりとなす。余等の経験にても空虚胃に宿酔少く、且軽症なり。

Kokhorn は、胃の放射後塩酸カルシウムを牛乳又は水に混じ服用せしめ、良好成績を挙げたり。

Hirsch は原因論に立脚し、臓器療法を以て最も合理的の療法と推賞せり。

即ち脳下垂体前葉の越幾斯エキセスと副腎皮質の越幾斯エキセスを皮下注入すれば、何等の症状なく著効を収むと。氏は更に造血臓器製剤を併用せり。氏は 300 放射例に於て殆ど宿酔を惹起せるものを見ざりき。而して放射前 8 乃至 14 日頃より脳下垂体前葉の越幾斯エキセスなるヒパンター

ク (Hypantak) 及副腎皮質越幾斯エキセスたるエピコルターク (Epicortak) と最も障碍を受くべき内分泌臓器越幾斯エキセスの注射を行いたり。余等の実験に於てモルヒネ、パントポン、其他の麻痺剤は臓器越幾斯エキセスの作用を障碍すれば、之が使用を絶対に禁ず。

血液障碍

血液障碍は急性竝に慢性に區別す。

急性血液障碍は、造血臓器若しくは循環血液を一回又は数回に亘りて比較的大量放射せし時に現われ、慢性血液障碍は長期間に亘り絶えずレントゲン放射を受くるレントゲン従業者に見る変化なり。こは茲に必要なきを以て之を省略す。