

Respecto a este último punto, añadiré que la pigmentación lo mismo puede seguir a un proceso de reacción ligera (correspondiente a dermatitis de 1.º o 2.º grado) como a reacciones intensas (de 3.º o 4.º grado); sea cual fuese la intensidad de la reacción, el surgimiento de tal fenómeno obedece, según los casos, a distinto mecanismo. Kienböck señaló que interesa diferenciar dos clases de pigmentación: una temprana, que se presenta dentro de la segunda o tercera semana siguientes a la irradiación; ésta es debida a diapédesis de los glóbulos rojos de la sangre y al depósito, alrededor de los vasos, de cristales de hemosiderina; esta pseudo-pigmentación (Gassmann) desaparece rápidamente al reabsorberse dichos cristales.

La pigmentación que hay que calificar de tal suele seguir a la anterior y es debida a la emigración y acrecentamiento del pigmento (Grund).

Kienböck interpreta la pigmentación que alternando con zonas decoloradas (atrofia del dermis) aparece en los distritos cutáneos muy intensamente irradiados, no como corrimiento del pigmento sino como hiperplasia de las células de tal substancia.

También se ha informado por varios autores (Wetterer, Hans Meyer y otros) que en ocasiones el pelo que aparece después de la alopecia transitoria producida por aplicaciones röntgenoterápicas presentaba una coloración más obscura. Su mecanismo nos es todavía desconocido.

A este propósito citaré lo observado por A. Imbert y H. Marqués, quienes en 1907 informaron que uno de ellos, cuyos cabellos y barba eran casi blancos, pudo notar que iban oscureciéndose hasta el punto de llamar la atención de las personas conocidas, hecho que a falta de otro factor al que poder atribuirlo hízole suponer que podía estar relacionado con el trabajo cotidiano que con rayos Röntgen había emprendido desde 1896; no obstante sus sospechas, esperó hallar ocasión de confirmar tal hipótesis. Efectivamente, con motivo de irradiar la mejilla izquierda de un hombre de 56 años de edad, afecto de lupus, en el que no se había protegido la barba y bigote durante los primeros meses de tratamiento Röntgen, pudieron observar que los pelos que salieron en dichas regiones, bastante tiempo después de producida la alopecia Röntgen, eran casi entera y completamente negros, coloración que disminuía desde el territorio más intensamente irradiado hasta el menos influido. A pesar de haberse cortado repetidamente la barba y bigote, persistía tal fenómeno.

Grund, en sus investigaciones en cabellos pigmentados en la forma antes descrita, no halló la reacción de la hemosiderina.

### **Dermatitis Röntgen crónica**

La dermatitis Röntgen crónica, denominada por ciertos autores distrófica y también profesional de los röntgenólogos, comienza su exteriorización de manera sorda e insidiosa, así pues de muy distinto modo de cómo se nos manifiesta la modalidad clínica que acabamos de describir o sea de la dermatitis Röntgen de curso más o menos agudo y que en general se presenta ordinariamente después del empleo de radiaciones de mediana dureza.

La forma crónica o profesional de dermatitis Röntgen suele aparecer consecutivamente a la acumulación en los tejidos de gran número de pequeñas dosis, en general, cada una de por sí por completo inofensivas,

Presenta la dermatitis Röntgen diversos grados e intensidades; los primeros síntomas se establecen con tal delicadeza, que pasan inadvertidos la mayoría de veces; acentúanse también lentamente y se agravan con rapidez cuando las modificaciones de la piel han llegado a cierto grado en el que se hacen irreparables, en la mayoría de casos, dada la índole de las lesiones producidas.

Oudin, Barthelemy y Darier fueron quienes ya en su comunicación al Congreso de Moscou, 1897, hacen la descripción de esta forma de dermatitis crónica, a cuyo trabajo siguieron las publicaciones de Richer y Londe, Kienböck, etc.

Albers-Schönberg contribuyó al conocimiento de esta afección facilitando a Unna el valioso material que pudo reunir a beneficio de una circular que dirigió a la clase médica.

La dermatitis Röntgen crónica suele asentar en el dorso de una o ambas manos, particularmente el dorso de las falanges; rara vez se ha mencionado su localización en la cara; de ordinario aparece después de algunos meses y lo que es más frecuente transcurridos 1 ó 2 años de práctica röntgenológica.

Oudin y Kienböck informaron que los primeros signos consisten en desecación de la piel, ligera hinchazón, coloración lívida más o menos acentuada (trastornos de la circulación capilar, acrocianosis ligera); estas manifestaciones pueden acompañarse o no de la caída de los pelos que haya en la región afecta, alopecia que no falta en períodos más adelantados o sea cuando las lesiones son graves; en este período acompaña sensación más o menos marcada de dolor. El eritema difuso se suele acentuar en algunos puntos, generalmente al nivel de la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> falanges de los dedos (recuerda en este período los sabañones); pequeñas y numerosas dilataciones vasculares reunidas en pequeñas zonas dan un aspecto característico a la piel, éste pierde su elasticidad por haberse engrosado; si se coge un pliegue entre los dedos, éste tarda cierto tiempo antes no se deshace. Al nivel de las articulaciones falángicas se forman anchos y profundos pliegues transversales, que se perciben mejor mientras los dedos permanecen en extensión. La piel parece apergaminada, está falta de elasticidad; junto con el engrosamiento de la misma le dan tal grado de rigidez, que molesta y dificulta la flexión y el cierre de la mano.

En muchos casos se agrietan los rebordes epidérmicos de las uñas, efracciones que no sólo sangran sino que resultan dolorosas al ejecutar el menor movimiento; en este período pueden formarse pequeños abscesos subepidérmicos.

La cornificación excesiva o hiperqueratosis puede presentarse, según lo observado por Unna, bajo las formas siguientes: difusa como naturaleza anormal de la superficie; en forma circunscrita, formando verrugas y callosidades; y como consecuencia ulterior y acompañamiento inseparable de las anteriores grietas. La hiperqueratosis circunscrita resulta todavía más desagradable que la indicada y se manifiesta en forma de verruga endurecida, de callosidad o de hiperqueratosis subungueal.

La epidermis se hipertrofia, en el fondo de los pliegues engrosados surgen resquebrajaduras dolorosas, al tiempo que la piel se vuelve rugosa, descamándose por placas. El engrosamiento del tegumento alcanza en ciertos casos hasta la piel de la palma de la mano (hecho señalado ya por Oudin), la cual puede ofrecer a su vez cierta sequedad y dureza. Las uñas

sufren diversas alteraciones, unas veces se estrián longitudinalmente, adelgazándose en su extremo libre, desprendiéndose por los lados del borde de piel engrosada; vuélvense irregulares, quedando reducidas, en ocasiones, a una superficie de pocos milímetros y aun falta de consistencia. En otros casos la uña se desprende progresiva e irregularmente hasta llegar a soltarse; otras veces es la porción adherente la que se separa, sosteniéndose sólo por el borde inferior.

Al engrosamiento de la piel sigue el de los tejidos subyacentes, no escapando a ello el periostio de las falanges, los mismos tejidos periarticulares se hipertrofian a su vez, diversas molestias y dolorosas sensaciones subjetivas acompañan a tales lesiones: la mano, en este período de la dermatitis Röntgen crónica ofrece, según expresión de Oudin a la vista de un caso de Hallopeau, el aspecto que presentan ciertas formas de artropatías deformantes, en estado de anquilosis en extensión.

Unna, en su notable y muy interesante trabajo acerca de la dermatitis Röntgen crónica de los radiólogos, se expresa, en vista de lo hallado en sus investigaciones histológicas, manifestando que «mientras en los accidentes agudos la úlcera Röntgen, los vasos sanguíneos son atacados con preferencia, en cambio son éstos los que menos sufren a la dermatitis crónica (entre gran número de preparaciones sólo un caso pudo observarse la degeneración vacuolizante). Añade que, «tanto por el aspecto clínico como anatómopatológico, las alteraciones de los vasos sanguíneos consisten en una modificación de la distribución de la sangre, caracterizada por plenitud de las arterias y de las venas, efecto parecido al de una ventosa.»

«La epidermis se observa intensamente cornificada, en parte hipertrofiada y predispuesta al cáncer, en parte atrofiada, pero siempre inclinada a la acumulación córnea en forma de durezas o producciones verrugosas. Las dependencias epiteliales se atrofian, ante todo los pelos y las glándulas sebáceas; luego las uñas y las glándulas sudoríparas; la piel coriácea es asiento de edema intersticial crónico, el que disgrega las fibras colágenas, adelgazándolas, lo que a la vez conduce a la atrofia de las fibras elásticas; únicamente los músculos de fibra lisa se engruesan notablemente. Por dichas alteraciones se presenta un importante desplazamiento de las substancias intercelulares y como consecuencia de ello considerable alteración del cutis, dependiendo sin duda de esto el aspecto manchado en rojo y blanco que presenta la piel, afecta de dermatitis Röntgen crónica, toda vez que la plenitud de los vasos sanguíneos de la piel parece ser uniforme y general.»

Con anterioridad a Unna, encontró Darier el engrosamiento considerable de la epidermis en todas sus capas, con extraordinario aumento de la eleidina (queratohialina) y atrofia muy notable de los folículos, en todo lo cual Darier creyó ver el resultado de una reacción de los elementos epidérmicos menos diferenciados, cuya vitalidad parecen exaltar los rayos Röntgen; en cambio en los elementos diferenciados en el sentido de producciones anexas (pelos, glándulas, uñas) vió la aparición de fenómenos regresivos y de atrofia. Entre las alteraciones del dermis observó acumulación de pigmento en las capas superficiales del corión, tumefacción de las fibras colágenas, las que presentaban parcial degeneración basófila, y aumento de las fibras conjuntivas y elásticas alrededor de los folículos pilosos, que aparecían retraídos y atrofiados.

Las consecuencias que puede ocasionar la dermatitis Röntgen crónica las clasifican Krause y Gesse de la siguiente manera: Atrofia de la piel

Decoloración, Alopecia, Atrofia de las glándulas sebáceas y sudoríparas, Atrofia de las uñas, Telangiectasias, Cicatrices ulceradas, Contracturas cicatriciales, Hiperqueratosis, Carcinoma Röntgen (en cerca de sesenta casos, 20 % de mortalidad; de ellos 31 médicos y ayudantes, 27 técnicos y 4 pacientes); Lupus röntgencarcinoma (unos 20 casos), Sarcoma Röntgen (4 casos) Esclerodermis (Delius, Reiche).

Por la especial importancia que presenta para los que se dedican a trabajos röntgenológicos exponemos la más grave de las consecuencias que más o menos tardíamente suele presentarse, por desgracia, como complicación, que sigue a la dermatitis Röntgen crónica, el temido

### CARCINOMA RÖNTGEN

Ya indicó Unna en el trabajo que hace poco hemos mencionado, que en alguna de las preparaciones por él examinadas, entre ellas una procedente de la porción de piel extirpada del dorso de uno de los dedos de un colega (Preparado II, fig. 2., l. c.) había observado alteraciones de grave significación pronóstica cual era la hipertrofia epitelial atípica, de constitución cilíndrica, en el fondo de la capa espinosa, comienzo de una hipertrofia carcinomatosa, la cual penetraba en la hipertrofia celular del tejido conjuntivo que rodeaba el fondo, aunque sin salirse del mismo, de una grieta.

De ordinario se presenta el carcinoma Röntgen en el dorso de la mano; no obstante, Wetterer menciona que por manera excepcional también se ha observado en alguna otra región del cuerpo, por ejemplo pecho, espalda, abdomen, rodilla, región plantar del pie.

Otro de los factores que dan más gravedad al proceso carcinomatoso es la aparición de múltiples nódulos y de metástasis.

El carcinoma Röntgen es un carcinoma epitelial plano que parte del epitelio cobertor de la piel, en estado de cornificación, no habiéndose podido observar ningún caso en que el carcinoma afectase a las células basales de la piel tales como los que se desarrollan en los bulbos capilares y glándulas anexas.

Krause describe las características encontradas por el examen microscópico en una preparación de carcinoma Röntgen.

«El epitelio rara vez puede observarse normal; engrosado en unas capas, aparece enrarecido en otras, notándose ausencia del estrato lúcido; mientras las prolongaciones interpapilares faltan casi por completo cerca del carcinoma, se hallan hipertrofiadas a mayor distancia. El corión presenta la capa superior rarefacta, las media e inferior engrosadas, existiendo intensa y abundante infiltración de leucocitos y células de plasma, que por lo demás se observan alrededor de las prolongaciones cancerosas, que por lo general se hallan en tejido cicatricial muy joven; en ciertas ocasiones se puede notar la hialinización de las fibrillas de tejido conjuntivo y aunque poco acentuada, diversos grados de degeneración basófila. En las zonas telangiectásicas pueden reconocerse aumento de capilares y tumefacción del epitelio.

»En las partes profundas, la muscular está substituída en muchos puntos por tejido conjuntivo, no siendo raro encontrar trombus organizados e hipertrofia del endotelio y hasta moderada degeneración vacuolizante. En la capa basal, el pigmento está aumentado en los espacios intercelu-

lares, y si en general los canalículos y las glándulas sudoríparas están atrofiados, cita Krause, que en una ocasión vió proliferados estos elementos.»

Para dar una idea de cómo se desarrolla y de la malignidad de esta terrible consecuencia de la dermatitis Röntgen crónica, referiré el resultado de las investigaciones realizadas por H. Ribbert, de Bonn, que por lo menos son las que dan una explicación más satisfactoria de la marcha del proceso. Este autor, cuyos trabajos sobre estas materias son bien conocidos, se expresa en el sentido de que el impulso para el crecimiento profundo del epitelio parte de las alteraciones del tejido conjuntivo; habiéndose perdido la tensión normal existente entre ambos, permite a aquél profundizar y crecer; anulada la resistencia del tejido conjuntivo, penetra en éste el epitelio tal como lo haría en huecos y hendiduras del cutis. Las alteraciones del tejido conjuntivo son en parte regresivas y en parte inflamatorias. La intensa infiltración celular, por los procesos regresivos que ocasiona, unida a la desaparición de las fibras elásticas y colágenas, produce la distensión del epitelio, facilitándole su auto-proliferación aún en regiones y tejidos donde de ordinario no corresponde; esta capacidad de acomodación que adquiere el tejido epitelial después de pérdida en parte su diferenciación, facilita no sólo la facultad de existir en condiciones distintas de las normales sino que también la de proliferar activamente, si bien algunos epitelios aparecen por no haberse acomodado al nuevo medio, en cuyo caso quedan éstos rodeados por células gigantes. En todas las preparaciones que Ribbert tuvo ocasión de examinar halló un desarrollo canceroso muchísimo más extenso de lo que clínicamente podía sospecharse, y dice textualmente: «Allí donde a simple vista no se veía nada más que un engrosamiento córneo de la epidermis, con el microscopio se encontraba que el epitelio llegaba ya hasta cerca del hueso.»

En algunas preparaciones, halló en la parte profunda de la piel algunas zonas redondas de infiltración celular, las cuales contenían islas epiteliales, las que cree podrían estar relacionadas mediante cordones con las proliferaciones epiteliales o bien que avanzando por emigración hayan proliferado en distintos puntos formando importantes acúmulos.

Las células epiteliales que pueden observarse en el cutis ofrecen los mismos caracteres que las normales de la epidermis, incluso las particularidades que pueden verse en el epitelio normal de regeneración (grandes núcleos células mayores de lo ordinario).

En el período precanceroso, pudo ver infiltración celular subepitelial maculosa, sin que hubiese empezado la penetración del epitelio provisto de queratosis moderada.

Ribbert deduce de lo expuesto que ya antes de que haya señales macroscópicas en todo territorio de piel que presente queratosis, hay que sospechar la presencia de un cáncer.

### **Sobre la glándula seminal humana**

Al siguiente año que Albers-Schönberg llamó la atención acerca de la acción de los rayos X sobre la glándula reproductora masculina, Philipp (1904) refiere dos casos de azoospermia Röntgen; en uno de ellos se practicó la irradiación de los testículos con el objeto de esterilizar a un joven de 25 años tuberculoso, mientras que en el otro se produjo accidentalmente

al tratar el prurito del ano. En el primer caso pudo observar alguna reducción del tamaño de los órganos irradiados; en el segundo no se manifestó ninguna modificación de volumen.

En 1905, Brown y Osgood informan acerca de 16 hombres robustos, jóvenes de 23 a 40 años, empleados en talleres de construcción de tubos Röntgen, casados hacía algunos años, los cuales no habían procreado. En ninguno de ellos se pudo observar anormalidad alguna de sus genitales ni había antecedentes de afecciones adquiridas. Los que llevaban menos tiempo de trabajar en la proximidad de tubos Röntgen accionados, presentaban oligo-necrospermia más o menos acentuada, en cambio los que desde unos 3 años habían sido alcanzados por los rayos Röntgen, éstos eran azoospermicos. Si bien seis trabajadores ofrecían dermatitis Röntgen, ninguno de ellos la presentaba en el escroto. En 1907 informaron Brown y Osgood, que de entre los 18 trabajadores antes citados aquellos que durante los dos años transcurridos estuvieron alejados por completo de todo trabajo röntgenológico, reapareció la espermatogenesis y algunos de ellos tuvieron un hijo.

Laquerrière (1906), a un médico que desde 1900 se dedicaba a trabajos Röntgen durante una hora diaria y que estaba azoospermico, le aconsejó tomase precauciones rigurosas contra la irradiación y pudo lograr hacer embarazada a su mujer después de cinco meses, durante uno de los cuales estuvo alejado por completo de los rayos Röntgen.

### Sobre los ovarios humanos

Entre las investigaciones llevadas a cabo en ovarios humanos, figura ya en 1907 la de Vera Rosen, quien pudo observar que el ovario röntgenizado comparado con el otro órgano no irradiado, ofrecía disminución del número de folículos primarios. Alteraciones más acentuadas describe en 1910 Faber, quien en el examen microscópico de un ovario irradiado, si bien encontró folículos no dañados, observó una reducción de su número y algunos en vías de perecer.

Reifferscheid pudo observar los ovarios de siete mujeres en las que la irradiación Röntgen se había practicado por motivos varios. La edad de las mujeres oscilaba entre treinta y cinco y cincuenta y dos años; las dosis empleadas fueron desde media hasta tres dosis de eritema. Por el examen microscópico de los cortes seriados que se obtuvieron de los ovarios röntgenizados, halló que todos los folículos primordiales estaban degenerados en consonancia con la dosis administrada. El epitelio folicular estaba en parte bien conservado o más o menos deteriorado. Las células oculares resecaadas a veces permitían reconocer en algunas de ellas la vesícula germinativa, en otras no quedaba ningún rastro. En los folículos más grandes presentaban los epitelios todos los estados de degeneración, a veces hinchados, com el núcleo retraído, a veces el núcleo débilmente coloreado o desaparecido y en lugar de la vesícula aparecía una costra (setiole), vacuola hialina. En los folículos de Graaf, que se encuentran raramente, el epitelio está generalmente bien conservado pero en cambio la célula ovular está reducida o flota libremente en el folículo. La misma célula ovular aparece también en degeneración, reconociéndose pocas veces la vesícula germinativa y la mácula.

Otro ovario que pertenecía a una mujer de treinta y siete años, a la cual por tisis se había practicado el aborto artificial, había recibido en conjunto una y media dosis de eritema en siete irradiaciones. Después de 39 días de la primera irradiación y diez y ocho días después de la segunda, practicóse la esterilización de las trompas y se extrajo un ovario. En este caso todos los folículos mayores habían perecido; notábanse, sólo de vez en cuando, en el borde, algunos epitelios foliculares colgantes con visibles fenómenos de degeneración. La pared folicular estaba muy alterada, observándose rodeada de una zona esclerótica hacia dentro, con completa retracción de la célula en la capa interna. En todo este ovario, a pesar de estar cortado en serie, Reiffersheid halló solamente un folículo relativamente bien conservado en el resto del ovario los demás folículos de Graaf se hallaban alterados y sólo por excepción encontró uno o dos folículos en maduración. En las preparaciones se notaban pequeñas hemorragias capilares, en ocasiones muy abundantes, que generalmente radicaban entre la capa cortical y las células del estroma.

Eymer, que röntgenizó siete ovarios humanos, aportó la confirmación de lo observado y descrito por Reiffersheid.

### **Sobre el curso del embarazo**

En lo que hace referencia a la posibilidad de provocar el aborto mediante la radiación Röntgen, señalaré que aun en muchos de los casos, de que informa la literatura Röntgen, en que como indicación vital se quiso producir, no siempre fué posible alcanzarlo.

Se cita como primer caso de aborto producido por röntgenización el descrito por Fraenkel (1907-1908). Practicó la irradiación de los ovarios de una mujer tuberculosa, en la cual la indicación operatoria estaba contraindicada; después de 25 sesiones, durante cuyas irradiaciones se habían eliminado las radiaciones Röntgen blandas, se presentó el aborto espontáneo, con convulsiones a modo de entuertos e intensa hemorragia, que cesaron después del acto.

Försterling, Krause y Friedrich, H. E. Smith, etc., a pesar de sus tentativas no pudieron llegar a ocasionar el aborto en mujeres en las cuales estaba indicado.

En cambio, Gauss informa que en 5 embarazadas produjo la interrupción del embarazo. El resultado de sus investigaciones fué que en la mujer se pueden lograr con los rayos Röntgen parecidos trastornos a los hallados experimentalmente en animales, mientras la irradiación temprana puede conducir al aborto con fetos vivos, pequeños, microscópicamente no alterados; la irradiación en el último tiempo del embarazo no perjudicó su curso; el feto resultó bien desarrollado, sin presentar ningún daño.

### **Sobre la menstruación**

Si exceptuamos la esterilidad Röntgen producida con fin terapéutico, conviene no olvidar que si durante el período de actividad funcional de los ovarios estos órganos son alcanzados por los rayos Röntgen durante la irradiación de todo el abdomen (empleo diagnóstico o terapéutico), podrán

ocasionarse modificaciones más o menos importantes de la menstruación (Langfellner y otros) en correspondencia con el daño producido por las radiaciones empleadas.

También se ha referido que consecutivamente a la irradiación de la parótida se observó retardo de la menstruación durante un período más o menos largo de tiempo (Fraenkel, Schmidt).

En cambio Wetterer, Ritter y otros investigadores no han podido producir trastornos menstruales por la irradiación de diversas regiones del cuerpo, incluso del cuello.

Dejaremos de consignar los resultados de gran número de investigaciones microscópicas realizadas en varios otros tejidos del organismo humano que se hallaban ya en estado patológico antes de ser influidos por las radiaciones Röntgen, por juzgar que su exposición no corresponde al asunto de este trabajo.

Krause refiere las alteraciones que halló en un ganglio linfático irradiado con dosis de 20 X (rayos 7° Walter, filtro de aluminio de 2  $\frac{m}{m}$ , irradiado en dos días consecutivos), describiendo las siguientes modificaciones histológicas: edema, núcleos picnóticos en grandes masas, abundantes ruinas nucleares y abundantes agrupaciones de pigmento.

No se ha observado efecto perjudicial ni fisiológica ni microscópicamente en otros tejidos como el nervioso, renal y pulmonar, consecutivo a la irradiación Röntgen.

#### **Modificaciones del estado general (?)**

Varios han sido los observadores que señalaron la aparición de trastornos nerviosos como cefalalgia, insomnio, etc., relacionados con la exposición de todo o parte del organismo humano a la irradiación Röntgen. Otros autores indicaron en los primeros años de aplicación de los rayos Röntgen la relativa frecuencia con que algunas horas después de la irradiación del abdomen los pacientes presentaban vómitos cuya duración fué de 12 a 24 horas, accidente acompañado de lengua saburral e inapetencia absoluta.

También se afirmó en los mismos tiempos que las radiaciones Röntgen eran capaces de ocasionar palpitations y cardialgia, principalmente cuando aquéllas atravesaban el tórax.

En todas las relaciones que de tales manifestaciones se han publicado, nunca se han precisado, ni el estado del individuo al someterlo a la acción de los rayos Röntgen, ni las condiciones bajo las cuales se practicó la irradiación; además, la reseña de los citados accidentes coincide con la época en que se admitía por muchos investigadores que los rayos Röntgen, además de obrar sobre la epidermis en parecida manera que las radiaciones ultravioletas, ejercían una acción irritativa en las células nerviosas y particularmente sobre las de la red trófica periférica, irritación que de centrípeta al principio durante el período de latencia (tiempo que media desde la irradiación Röntgen de los tejidos hasta la constitución de lesiones más o menos graves) se hacía centrífuga en el período en que las lesiones se hallaban en período de estado.

Estas mismas razones, juntamente con el hecho de que no he observado

nunca hasta el presente las citadas manifestaciones desagradables—desprovistas de consecuencias según indicaban los mismos autores,—me inducen a creer que algún otro factor intervendría, sobre el que no se fijó la atención, en la aparición de tales molestias, si desde luego excluimos los trastornos que pueden ocasionarse con irradiaciones tan largas o intensas que produzcan alteraciones hemáticas importantes, a las que pueden seguir perturbaciones varias, cuando no serias siempre desagradables (casos citados por Krause y otros).

Precisa no olvidar que el efecto bioquímico que producirá toda nueva irradiación de cualquier célula viva se sumará a las alteraciones que en período de latencia puede aquélla presentar y que más adelante podrá exteriorizar bajo forma de reacción intensa, a pesar de que cada aislada röntgenización hubiese sido insuficiente para provocar una importante alteración celular; ello nos da idea de que en tal caso se han acumulado las dosis de radiación Röntgen administradas, lo que interesa tener muy en cuenta para evitar la aparición de daños en las regiones del cuerpo del paciente que hayan de ser incididas por rayos Röntgen.

La dermatitis Röntgen crónica o de los röntgenólogos, es, aunque de distinto mecanismo que el que acabo de citar, otro ejemplo de ello.

Cuando una región cutánea ha sido asiento de una reacción Röntgen de segundo, tercero o cuarto grados, ofrece después de la curación clínica de las lesiones, a pesar de que haya transcurrido mucho tiempo, una tan marcada susceptibilidad que incluso pequeñas cantidades de radiaciones Röntgen obran como agente vulnerante que determina la reaparición del proceso ulcerativo, trastorno que también se ve surgir consecutivamente a ligeros traumatismos, sea cual fuere la naturaleza de éstos, física, química o mecánica.

Varios son los casos de esta índole que registra la literatura Röntgen, de entre los cuales algunos han sido observados por Freund, Wetterer, Oudin, etc.

Bergonié ha comunicado el de un médico que por la gravedad de las lesiones que presentaba tuvo que abandonar todo trabajo röntgenológico y al cual la influencia de una dosis equivalente a  $1/1.600^a$ , de la necesaria para lesionar a cualquier individuo sano, recibida con ocasión de la actual guerra (toda vez que se vió precisado a exponerse de nuevo a la influencia de los rayos Röntgen), le produjo tumefacción de los tejidos anteriormente lesionados, surgimiento de pequeños tumores epiteliales, dolor en el trayecto del nervio, etc., Bergonié considera la sensibilización larvada que los rayos Röntgen producen en los tejidos y en el citado caso del dermis, como fenómeno de *anafilaxia física* o indirecta, término que propuso para caracterizar dicho fenómeno.

A este propósito Richet hizo notar que toda vez que en esencia se trata de una anafilaxia tan química como la comprobada ordinariamente, dadas las modificaciones químicas que los rayos Röntgen producen en los tejidos y humores, cree preferible la denominación de anafilaxia indirecta. Cabe, pues, suponer (Richet) que la intensa röntgenización origina una substancia anafilactizante (A) que más adelante es substituída, después del período de latencia, por otra substancia definitiva (B), que ya no desaparece de los tejidos (Toxogenina) y la cual al combinarse con la substancia A que surgirá cada vez que se proceda a nueva irradiación de los tejidos, formará otra

substancia (C) dotada de extraordinario poder tóxico, causa de los accidentes anafilácticos.

El estudio y observación de las importantes alteraciones que producen los rayos Röntgen en gran número de elementos vivos de los tejidos que componen el organismo humano y animal, han dado ocasión a que se formularan diversas teorías para explicar cómo obran dichas radiaciones.

Para no alargar este Capítulo, de sí ya tan extenso, sólo citaré alguna de las más conocidas, sin entrar en la detallada exposición de varias de las hipótesis emitidas. Partiendo del principio de que los rayos Röntgen actúan bajo el punto de vista únicamente químico, solamente sobre uno de los componentes de la célula, tenemos la que admite la descomposición de la lecitina y transformación de ésta en colina (Schwartz y otros), teoría que condujo al interesante estudio de la «Imitación del efecto biológico de las radiaciones»; y la teoría que sostiene que los rayos X obran destruyendo los más importantes fermentos de los cambios nutritivos, con lo cual se aceleraría la acción de los fermentos autolíticos. (Neuberg, de sus experiencias con rádiu sobre tejido canceroso dedujo un aumento de los productos de descomposición.)

Bordier, de Lyon, comunicó al IV Congreso Internacional de Fisioterapia (Berlín, 1913), una teoría en la que para interpretar las acciones biológicas manifestadas en los tejidos vivos que han absorbido rayos Röntgen admite un mecanismo no pura y directamente químico (como reducciones, oxidaciones, hidrataciones), sino por disociación molecular análoga a la ionización gaseosa, acompañada de profundas modificaciones de las materias albuminoideas que en estado coloidal contienen las células vivas. Apoya dicha teoría sobre los dos hechos siguientes: 1.º que los rayos Röntgen producen efectos histolíticos (alteraciones de las células y tejidos) por su acción sobre las materias albuminoideas contenidas en el protoplasma celular y 2.º que estas materias albuminoideas se hallan en las células en determinado estado físico.

Posteriormente el estudio de la radiación secundaria corpuscular descrita por Barkla, de la cual se ha hecho ya mención en la parte física de los rayos Röntgen, permite sospechar fundadamente, como señala el citado físico, que dicha radiación secundaria produciendo la ionización de la célula viva sea la causa de las importantes y en ocasiones graves modificaciones químicas y biológicas que exteriorizan las dichas células después de ser incididas y atravesadas por los rayos Röntgen.

Por lo que dejamos apuntado se desprende que según haya sido la cantidad y calidad de radiaciones Röntgen que hayan obrado sobre una determinada clase de células (cantidad de radiación absorbida o transformada por ésta), así resulta en general el efecto biológico producido. De otra parte, tenemos que unas células son más sensibles que otras enfrente de una misma calidad e intensidad de radiación Röntgen, no sólo según sea el período de desarrollo (tejido embrionario muchísimo más sensible que en períodos más avanzados de desarrollo, etc.; las jóvenes más que las maduras, etc.), sino también que ciertos elementos celulares dentro de un mismo órgano (testículo por ejemplo, en el cual las espermatogonias cepa ofrecen también extraordinaria sensibilidad en comparación con la resistencia de las células de Sertoli, etc.).

Interesa, pues, tener en cuenta que tal sensibilidad no depende tanto de los cambios nutritivos (metabolismo) de las células como de su edad y fuerza

de reproducción, la distinta manera de reaccionar de los diferentes elementos celulares de los organismos humanos y animal. Wetterer establece el siguiente orden de sensibilidad para los tejidos normales del hombre: tejido linfático; testículos y ovarios; piel de la cara de los niños; puntos de osificación de los niños; mucosas; piel del tronco de los niños; íntima de los vasos; piel de la cara de los individuos adultos y glándulas sebáceas y sudoríparas; piel de la cabeza y del tronco de adultos; hígado, parénquima renal y vasos; tejido conjuntivo; músculos; cartílagos y por último los huesos.

De entre gran número de observaciones llevadas a cabo con objeto de despejar la incógnita del período de latencia que media entre la irradiación de un determinado grupo de células o tejidos y la exteriorización del efecto bio- o patológico producido en tales elementos por los rayos Röntgen, es, sin duda alguna, tal vez la más importante conquista el estudio de las alteraciones que en el proceso de división celular ocasionan las mencionadas radiaciones, emprendido por Amato en 1911 y por Halbstaedter más tarde. Alejandro Amato, en su interesante publicación acerca de la acción que los rayos Röntgen ejercen sobre las figuras carioquinéticas de las células genitales masculinas de la rana, resume lo hallado en sus investigaciones diciendo: «Que las alteraciones causadas por los rayos X en las figuras carioquinéticas dependen principalmente de alteraciones y destrucción de los elementos acromáticos de los husos y en parte de la influencia perjudicial que ejercen estos rayos sobre la cromatina. Pero a pesar de poderse atribuir las descritas alteraciones en el proceso carioquinético por efecto de los rayos Röntgen o fenómenos degenerativos, he podido encontrar algunas veces, bien que muy raramente, en uno u otro elemento celular, algunas imágenes anormales que se manifiestan en forma multipolar, las cuales otros han descrito como referentes a tejidos patológicos de rápido desarrollo.

Este hecho confirma a su vez que el resultado de la influencia de un excitante sobre la célula puede ser diferente, según el estado interno de la misma, por manera que aun en células aparentemente iguales una misma excitación puede provocar efectos muy diferentes y hasta perfectamente opuestos, por más que las causas de estas diferentes maneras de reaccionar escapan por completo a nuestro conocimiento.»

Bergonié y Tribondeau, en sus numerosas y concienzudas investigaciones dedujeron que los rayos X obran con mayor intensidad en las células vivas: 1.º Cuanto mayor es su actividad reproductora; 2.º Cuanto más larga es su evolución carioquinética; y 3.º Cuanto menos definitivamente fijadas son su morfología y sus funciones. Bordier considera que los dos primeros puntos citados podrían completarse añadiendo «que la radio-sensibilidad de la albúmina viva celular es mayor cuando esta albúmina pertenece a la más joven generación celular.

Krause admite que los rayos Röntgen pueden atacar tanto más intensamente a la célula viva: 1.º Cuanto mayor es su radiación secundaria; 2.º Según las condiciones generales biológicas, cuanto más joven es la célula; y 3.º Cuanto mayor es su capacidad de proliferación.

Para terminar la exposición del modo como obran los rayos Röntgen sobre los tejidos, recordaré la ley de Bécélère: «Todo elemento celular vivo, lo mismo sano que enfermo, si absorbe rayos Röntgen en cantidad suficiente será objeto de transformaciones químicas cuyo último término es la degeneración y muerte del elemento irradiado.»

\* \* \*

Expuesto, aunque en sucinta manera, el efecto que sobre los organismos vegetal, animal y humano producen los rayos Röntgen, creemos que no estará por demás repetir que, según el modo y manera como hayan obrado en relación de calidad, cantidad e intensidad, así como del lapso de tiempo en el que los citados factores hayan obrado, el efecto biológico se exteriorizará de distinta manera y así resultarán también distintas sus consecuencias. Dígalo sino la diferencia entre la dermatitis Röntgen de primer grado cuyos cursos de latencia, acmé y descenso suelen discurrir en un lapso de tiempo de una a tres semanas y la dermatitis Röntgen crónica, llamada de los operadores, y también distrófica, que sin ninguna manifestación de carácter agudo alcanza a degenerar los tejidos, por disminución de la resistencia normal de los mismos, hasta que vemos aparecer el carcinoma Röntgen que en ocasiones se acompaña de metastasis y que puede ocasionar la muerte (1).

¡Cuántas úlceras Röntgen han aparecido en la piel del dorso del tronco consecutivamente a la exploración ortorröntgenoscópica del corazón!

En ocasiones, ha costado bien caro el trazo más o menos inexacto que con objeto de conocer las dimensiones de la proyección cardíaca ha obtenido el médico no ejercitado en estos trabajos, sirviéndose del método röntgenoscópico.

Sumamente larga resultaría la enumeración de los distintos casos en que se ha manifestado la incapacidad, de quien fué osado en aplicar a sus semejantes un agente cuya extraordinaria energía y cuyas tardías y solapadas consecuencias desconocía en absoluto.

Tal vez extrañe, al primer momento, que a pesar de ello hayan continuado y en ciertas épocas aumentado, los daños producidos por la aplicación, ya diagnóstica, ya terapéutica, de las radiaciones que nos ocupan. Bastará, a fin de dar idea de esto último, exponer la cifra de daños y como consecuencia el número de reclamaciones judiciales y el de indemnizaciones satisfechas por alguna Sociedad de Seguros extranjera, por supuestos o efectivos daños. En este sentido cita Franz Kirchberg en su obra (1914), que la indemnización de once casos de daños ocasionados con rayos Röntgen, costó a la Sociedad general de Seguros de Stuttgart (desde enero de 1910 hasta octubre de 1911) la pequeña suma de 53,000 marcos. Desde aquella fecha, 1911, hasta principios de 1913 en la misma Sociedad de seguros se habían anunciado veintinueve reclamaciones más. El mismo autor menciona que según comunicaciones que se le habían remitido, se hallaban en curso en 1914 por lo menos 20 procesos de tal género repartidos entre distintas ciudades

---

(1) Se cita como a primera víctima a Bauerschmidt, técnico empleado en la fabricación de tubos Röntgen quien se servía de la mano para comprobar el grado de dureza de éstos. Apareció en la mano una extensa y profunda ulceración, tal que al transformarse en cancroide cutáneo, siguieron metastasis ganglionares que hicieron necesaria la desarticulación del húmero.

Más tarde, la aparición de metastasis en el maxilar inferior le produjo la muerte. Posteriormente son varios los que por desgracia han pagado con la vida su contribución a los trabajos röntgenológicos, díganlo sino los nombres del Ingeniero Radiguet, en Francia; Wilson, en Inglaterra; Simón, en Suiza; Lester Leonard, en Estados Unidos de la América del Norte, etc., y entre los que han sufrido mutilaciones en sus manos y extremidades el Prof. Dr. Albers Schönberg, en Alemania; Prof. Dr. Bergonié, en Francia; Dr. Howard Humphris, de Escocia; Dr. Carriazo en España y muchos otros.

alemanas. Señala, además, que a estos datos no hay duda que aun podrían todavía añadirse aquellos casos en que la indemnización la pagó privadamente el médico, después de un arreglo con su cliente.

La explicación de la oscilación del número de personas perjudicadas o dañadas (médicos, clientes, operarios de la industria de tubos Röntgen, etc.), en relación con las distintas épocas por las que ha pasado la röntgenología, podemos fácilmente explicárnosla teniendo en cuenta la desproporción que existe de una parte entre el aumento del rendimiento de los aparatos Röntgen y la falta de conocimientos por parte de los médicos no especialistas. Asimismo la adquisición del instrumental röntgenológico moderno por gran número de médicos que no han recibido ninguna enseñanza, ni teórica ni práctica, de röntgenología general y desde luego tampoco acerca del manejo e interpretación de lo señalado por los aparatos de medición (aun suponiéndoles en posesión de los mismos), hizo exclamar a G. E. Pfahler (de Filadelfia) «que, cuanto más se perfeccione la radiología, tanto más sólo resultará accesible a los únicos iniciados en ella». ¿Qué de extraño tiene, pues, el hecho de que todavía se vean accidentes producidos por el empleo, en condiciones inadecuadas, de una radiación dotada de tan grande energía bioquímica, cuando cabe, aunque por suerte raramente, la posibilidad de presentarse algún caso desgraciado en la práctica del más ducho y cuidadoso radiólogo, cual ocurre con todo medio terapéutico, sea médico o quirúrgico?

¿Pueden evitarse perjuicios y daños como los que pueden derivarse de lo que hemos apuntado al hacer la sucinta exposición de los efectos bioquímicos de las radiaciones Röntgen, principalmente de aquellos a que expone su manejo y aplicación con fines médicos?

Procuraremos, en esta tercera parte de nuestro trabajo, ocuparnos de los medios que, reduciendo considerablemente alguno de los citados daños, previenen, en la práctica röntgenológica, las consecuencias más o menos desagradables y graves que del manejo de la radiación Röntgen pueden seguirse.

Creemos que lo apuntado bastará para dar a conocer con cuántas precauciones hay que manejar los rayos Röntgen, tanto para fines diagnósticos como para lograr de ellos un beneficioso efecto terapéutico.

Comenzaremos por la exposición breve de aquellos factores que favorecen la aparición de daños Röntgen, así como los medios que están al alcance del röntgenólogo para aumentar o disminuir la sensibilidad de ciertos tejidos vivos en los casos en que está indicada la röntgenoterapia. Por lo que se refiere a los daños a que expone la utilización de los rayos Röntgen para fines diagnósticos—röntgenoscopia y röntgenografía—la expondremos al finalizar este discurso, por requerir el empleo de determinados medios de protección tanto para el paciente como para el operador y ayudantes.

En la aplicación metódica de los rayos Röntgen con fines terapéuticos juegan importante papel los factores individuales. En consideración a una especial sensibilidad que ofrecen determinados sujetos, recordaremos aquí que mientras no podamos negar categóricamente que existe, en determinados individuos, una idiosincrasia para los rayos Röntgen, hemos de admitir que pueda que exista. Otra cosa hay que señalar y es la influencia que las condiciones individuales imprimen a la reacción Röntgen, como son ciertas enfermedades tales como la enfermedad de Basedow, neurosis vasomotoras y de ciertos estados arterioesclerosos, etc., de las cuales

puede seguirse después de dosis pequeñas, aconsejadas como normales en un individuo no afecto de tales enfermedades, una exageración del proceso de reacción que hubiera seguido a la cantidad administrada a no mediar alguno de los citados procesos.

Tales enfermedades modifican el curso de la reacción, exagerándola.

Parecidamente a esto último, se observa en la irradiación de territorios cutáneos en individuos afectados de eczema, psoriasis, etc., cuya extraordinaria sensibilidad a los rayos X exige proceder a la irradiación con la mayor cautela.

Si bien es poco frecuente, interesa recordar el hecho de que ciertas mujeres presentan durante el período menstrual un estado especial de sensibilidad cutánea que facilita la pronta exteriorización, alarmante en ocasiones, del efecto de la radiación Röntgen, la aparición rápida de eritema más o menos pronunciado o reacción previa. En ninguno de los distintos casos por nosotros observados ha durado más de 36 horas; ni tan siquiera se ha seguido de ligera pigmentación.

También importa tener presente en la práctica de irradiaciones terapéuticas, que existen diferencias de sensibilidad según el sexo, edad y la región del cuerpo; así vemos que la piel de la cara, superficie cutánea interna de los miembros, particularmente la correspondiente a los pliegues articulares; la piel de la mujer resulta más sensible que la del hombre, la fina lo es más que la gruesa, la del niño y del viejo mucho más que la de los individuos adultos; la piel de la frente es asimismo de la cara la que reacciona con menos cantidad de radiación; la del escroto y la de los grandes labios y también, según ciertos autores, la de las eminencias tenar e hipotenar, mucho más sensible que las del resto del organismo. Por lo tanto, habrá necesidad de hacer intervenir estos factores al calcular la dosis conveniente para establecer el tratamiento röntgenoterápico de determinada región. De no proceder así, se expone al paciente a consecuencias desagradables cuando no perjudiciales, como: reacción intensa seguida de alopecia definitiva, atrofia de la piel, telangiectasias, cicatrices lisas o lustrosas y en algunos casos deformantes.

Las citadas consecuencias desagradables pueden originarse por las causas que facilitan la sobreexposición (irradiación excesiva), no obstante haberse ejecutado la irradiación con el instrumental adecuado y dominio de la técnica Röntgen, pero prescindiendo de los factores relativos al sujeto, tanto por lo que se refiere al estado general de éste como al local objeto de irradiación.

Entre otras de las causas que pueden motivar una sobreexposición o conducir a la aplicación de una dosis mayor de la debida, figuran la interpretación de los datos suministrados por los aparatos de medición y las alteraciones que durante el funcionamiento de los aparatos Röntgen puedan presentarse en los mismos.

Nunca pecará por exceso, el que se dedica a trabajos Röntgen, si con objeto de evitar daños al cliente y preocupaciones a sí mismo, comprueba escrupulosa y repetidamente el buen régimen del instrumental, el del tubo Röntgen y las indicaciones de los aparatos auxiliares, especialmente las de los de medición. Es frecuente oír, que hoy día con el instrumental moderno se pasan las cosas en este terreno de muy diferente manera que años atrás; a ello hemos de contestar que no se olvide que el menor descuido en lo que acabamos de mencionar puede ser motivo sobrado para que el no iniciado

en esta clase de trabajos Röntgen produzca, no obstante su vasta ilustración, algún daño más o menos grave, en ocasión en que no lo esperaba.

Toda vez que con los aparatos de medición alcanzamos a conocer la dosis, aproximada, de energía que posiblemente será absorbida, según sea la sensibilidad de las células del tejido objeto de irradiación, las que se evalúan con relación a un efecto físico, químico o físico-químico, sobre el cual se funda el establecimiento de unidades arbitrarias que se refieren a un efecto biológico que la radiación Röntgen empleada puede producir en los tejidos en que han de obrar, concíbese que no existe en el sentido estricto de la palabra una proporcionalidad determinada entre las indicaciones que nos suministran los aparatos de medición y el efecto de las dosis, por lo que sólo tendrán estas últimas un valor relativo, mas nunca absoluto, pero suficientes cual los valores de los grados termométricos, etc., bajo el punto de vista práctico, para que pueda fiar en ellas el que se halla familiarizado con las mismas. Concretando y refiriéndonos especialmente a la medición de dosis y efecto útil en terapéutica de afecciones situadas en el interior del organismo, diremos que en la medición del efecto útil se ha adelantado mucho durante estos últimos tiempos.

Los aparatos de medición fundados en el efecto de ionización producidos en una cámara especialmente dispuesta, en relación con un electrómetro permiten, con carácter más científico, presumir con escaso error las alteraciones biológicas que pueden provocarse según la radiación empleada.

Por lo generalizado que está el uso de las pastillas de platino-cianuro de bario nos detendremos en señalar que la apreciación de su cambio de color (viraje) y que forman el reactivo de algunos procedimientos de medición, también expone, según llevamos dicho en la primera parte de nuestro trabajo, a grandes errores. Prescindiremos de las anomalías visuales de que puede estar afectado el individuo que practica la lectura del cambio de color o tinta de la pastilla reactiva, no obstante haberse empleado para su irradiación, radiaciones Röntgen de calidad semiblanda; según sea la naturaleza e intensidad de la luz de que se sirve para la observación del cambio de coloración, el que hace la lectura del grado a que corresponde el viraje—luz diurna o artificial—así pueden observarse grandes diferencias; aun en el caso de emplearse la iluminación eléctrica, según se recurra a lámparas de incandescencia de filamento metálico o bien a las de filamento de carbón y también según sea el voltaje de la corriente eléctrica que la atraviesa. Ello ha llevado a la construcción del radio-fotóscopo ideado por Th. Noguier y de la lámpara Osram con filtro de vidrio azul especial confeccionado por la casa Pohl, de Kiel, aparatos cuyo uso no se ha generalizado, siendo lo más práctico examinar la pastilla a la luz difusa del día y si ello tiene que practicarse en horas en que no se puede disponer de tal iluminación, precisará, una vez determinadas las distintas dosis en la citada condición que acabamos de indicar, equipararlas inmediatamente con las indicaciones que nos dé el mismo reactivo irradiado observado a determinada distancia de la luz artificial que se usará cuando el examen diurno no sea posible, estableciendo así la correspondiente proporcionalidad entre ambas indicaciones. Ello bastará, para no traspasar los límites de la dosis propuesta, siempre que se tengan presentes todas las demás reglas que se requieren para su empleo con lo que se evitará la producción de una quemadura Röntgen.

Cuando se trate de mediciones empleando las tiras de papel cubiertas

de emulsión sensible como en procedimiento de Kienböck, casi resulta excusado señalar que es necesario que el baño revelador no esté alterado y que el tiempo de desarrollo sea medido cuidadosamente, independientemente del hecho de tener que comprobar el grado de sensibilidad de las tiras reactivas al renovar la provisión, cual ocurre al adquirir de nuevas y también, de vez en cuando, al cabo de cierto tiempo de poseerlas.

Interminable resultaría la exposición de todos los casos que pueden presentarse en la práctica röntgenológica, por cuyo motivo sólo a modo de ejemplo señalamos las citadas causas de error. Para dar idea de la diversidad de procedimientos destinados a la medición de la calidad y dosificación de las radiaciones Röntgen y de las bases en que se fundan, exponemos en una nota el índice de la interesante publicación de Christen: «Medición y Dosificación de los Rayos Röntgen» (1913) (1).

A fin de evitar en lo posible la aparición de la úlcera Röntgen cuando se requiere administrar dosis elevadas de estas radiaciones, se han ideado diversos procedimientos encaminados a disminuir la sensibilidad de la piel enfrente de los rayos y aumentar en cambio la de los órganos que, situados más o menos profundamente en el interior del organismo, han de ser objeto de irradiación. Creyóse en un principio que con el empleo de inyecciones de eosina (Morton, Michman y Schmidt) se podría, por la transformación de la radiación Röntgen en radiaciones fluorescentes, coadyuvar al efecto que las radiaciones ejercían en los tejidos patológicos objeto de tratamiento. Werner aconsejó las inyecciones de colina; en estos últimos tiempos y principalmente en Heidelberg, se asocian para la curación del cáncer las inyecciones intravenosas de Enzytol al tratamiento Röntgen. Las corrientes de alta frecuencia aconsejadas por Chr. Müller, a fin de disminuir la sensibilidad de la piel. Reicher y Lenz las inyecciones subcutáneas de adrenalina al 1 % en solución salina de novocaína, método que según dichos autores permite en el espacio de tiempo de 14 a 18 días aumentar la cantidad de irradiación Röntgen hasta el doble de la dosis de eritema, a cuyo procedimiento responden según ellos favorablemente los tumores malignos situados subcutáneamente.

La isquemia producida en la piel por compresión, fué utilizada con objeto de reducir la sensibilidad de aquélla y en este sentido ideó Köhler el uso de una tela metálica interpuesta en el trayecto de los rayos y aplicada directamente sobre la piel. Estos métodos no han logrado sino una escásima desensibilización de la piel sana.

En cambio la hiperhemia activa, la inflamación producida por las radiaciones de la lámpara de vapores de mercurio, por las del radio, etc., aumentan la sensibilidad de la piel y de los tejidos anormales desarrollados en la misma, enfrente de los rayos Röntgen.

También resulta beneficioso para favorecer la acción de los rayos Röntgen sobre los tejidos patológicos que asientan en órganos de las cavidades torácica o abdominal, el empleo combinado de la diatermia con el de las radiaciones Röntgen, práctica en la que conviene recordar la necesidad de aplicar los electrodos en zonas cutáneas distintas de aquellas por las cuales han de atravesar los rayos Röntgen antes de alcanzar las regiones

---

(1) Medición y dosificación de los Rayos Röntgen por el Dr. en med. y fil. Th. Christen.—Prof. auxiliar en la Universidad de Berna (1913). (Véase al final del discurso antes de la bibliografía Röntgen pág. 75).

enfermas situadas debajo de estas últimas, cuando no se emplean electrodos especiales.

### **MOLESTIAS Y DAÑOS QUE PUEDEN DERIVARSE POR DEFICIENCIAS DEL LOCAL, DE LA INSTALACIÓN Y DEL ENTRETENIMIENTO DEL INSTRUMENTAL RÖNTGEN.**

#### **Precauciones que son de recomendar y que no derivan de la acción fisiopatológica de los rayos Röntgen**

A pesar de que por puro sabidas podríamos prescindir de su enumeración, no dejaremos de consignar en este lugar que los locales o local donde se halla instalado un laboratorio Röntgen ha de reunir sus condiciones de aireación, capacidad y fácil desinfección de paredes, techo y suelo; la luz diurna habrá de tener libre acceso, mientras que la luz artificial habrá de regirse por una acertada disposición que permita no sólo reemplazar a aquélla, sino que también en condiciones tales que la transición de la obscuridad necesaria para practicar con ventaja los exámenes röntgenoscópicos a la luz de suficiente intensidad que requiere el minucioso examen de ciertos detalles del sujeto enfermo, no se verifique bruscamente sino de manera gradual.

Los trastornos que en los aparatos respiratorio y olfatorio, y aun sobre el estado general de quienes se ocupan a diario de röntgenología puede producir la acción continuada de los gases desprendidos del interruptor electrolítico, o del gas del alumbrado de los interruptores de mercurio en los cuales dicho gas constituye el dieléctrico, independientemente del ozono producido durante el funcionamiento de los aparatos Röntgen, ya solo, ya mezclado a una u otra emanación de los interruptores, son motivo más que suficiente para que se dote a los locales destinados a trabajos röntgenológicos de la instalación conveniente de ventiladores adecuados, extractores del aire impuro unos, de inyectores de aire libre otros. Muestra de la acción perjudicial de esta clase de mezclas gaseosas son los trastornos generales, como cefalea, vómitos, alteraciones del pulso, malestar general, etc., observados en pacientes sometidos a una circunscrita y débil irradiación Röntgen, cuando ésta se practica en un laboratorio que no reúna las enumeradas condiciones higiénicas, por cierto más descuidadas de lo que sería de desear o por haberse trabajado en el mismo largo tiempo sin interrupción, y que no presentan los mismos enfermos en el mismo local y sometidos a la irradiación en las mismas condiciones pero con aire recientemente renovado y libre de las mencionadas emanaciones.

Más peligrosa por sus consecuencias es para el paciente, la posibilidad de la implosión del tubo Röntgen momentos antes, durante o inmediatamente después de la irradiación.

En estos casos si éste se halla situado, por requerirlo el examen que se practica, encima de la cara u otra región delicada del cuerpo, es de aconsejar y aconsejamos cubrir el rostro o la región que se va a irradiar con una toalla u otro lienzo que absorba la menor cantidad de radiaciones Röntgen (aun de las de escaso poder de penetración), con lo cual en el caso desgraciado de ocurrir la destrucción del tubo se evitará que los pequeños fragmentos de cristal pudieran herir no sólo la piel sino otros órganos como los ojos, etc.

Aunque poco frecuente, haremos notar que el personal de un laboratorio Röntgen habrá de manejar con todo género de precauciones los tubos Röntgen durante su colocación en soportes, cajas de protección, localizadores, etc., pues ya se ha dado el caso de que la implosión de tubos ha producido daño en los ojos. Kirchsberg cita el caso de una hermana que figuraba en el personal de un laboratorio Röntgen.

La instalación de los conductores de la corriente de alta tensión que se utiliza para accionar los tubos Röntgen deberá estar dispuesta en forma que excluya la posibilidad de que una descarga pueda dañar al paciente o personal del laboratorio o al tubo Röntgen con que se opera. En la mayoría de instalaciones Röntgen, hállanse los cables o conductores debidamente aislados a cierta distancia del techo del local y en altura que ni aun para personas de gran estatura puedan recibir ninguna, descarga. También habrán de vigilarse los conductores que unen los tubos Röntgen a los cables conductores de la corriente de alta tensión, pues al soltarse uno de ellos durante la práctica de una irradiación, la derivación a tierra de la corriente al través del cuerpo del individuo, podría ocasionar, cuando no una sensación más que desagradable o la inutilización del tubo Röntgen, cosa esta última a la que podrían seguirse graves consecuencias si el tubo se empleaba libremente y aun empleándolo en caja de protección si ésta no se hallaba provista de filtro como hace poco hemos indicado.

La posibilidad de que pueda ocurrir un corto circuito entre los conductores de la corriente eléctrica de alimentación de los aparatos Röntgen deberá estar prevista bajo el punto de vista de un incendio.

#### **PROTECCIÓN—A EXCEPCIÓN DE LA ZONA OBJETO DE TRATAMIENTO O EXAMEN DIAGNÓSTICO—DEL RESTO DEL ORGANISMO DEL PACIENTE, DEL OPERADOR Y PERSONAL DE UN LABORATORIO RÖNTGEN, CONTRA LA ACCIÓN DIRECTA PERJUDICIAL DE LOS RAYOS RÖNTGEN SEMIBLANDOS.**

En los primeros tiempos de aplicaciones röntgenoterápicas y röntgenodiagnósticas, al röntgenólogo y sus ayudantes les bastaba alejarse del foco Röntgen (tubo) para escapar a la acción perniciosa de los rayos X, pero más tarde vióse que era necesario interponer entre éste y aquéllos pantallas, delantales, guantes, gafas, etc., opacos a la radiación que nos ocupa, y aun como más efectivas pantallas constituídas principalmente por planchas de plomo más o menos gruesas. Ya poco después de la aparición de trastornos cutáneos, se hizo uso del plomo en planchas, en primer lugar por la opacidad que presenta enfrente de las radiaciones Röntgen y entre otros conceptos por su relativo bajo precio y la facilidad de darle diferente forma según convenga, ventajas que han sido confirmadas hace pocos años por los interesantes trabajos llevados a cabo por Walter—comunicados en los Congresos de la Sociedad Röntgen Alemana de 1913 y 1914,—con objeto de dilucidar cuál era prácticamente la mejor substancia protectora. Efectivamente, encontró que el plomo en espesor de 2 milímetros recubiertos con 2/10 de estaño, era el medio mejor de protección, mientras que los vidrios al plomo la dan muy escasa. Usanse además, como materiales, pastas laminadas o tejidos y cristales de composición especial, que absorben y transforman las radiaciones antes de alcanzar éstas el cuerpo de los individuos que se halla-

ban próximos al paciente u objeto de investigación Röntgen. El empleo de cajas de protección, dentro de las cuales se aloja el tubo Röntgen, las que sólo permiten la salida de la radiación heterogénea y homogeneizada del tubo por una de sus caras, redujo considerablemente la aparición de los daños en partes superficiales del cuerpo, tanto del sujeto objeto de exploración como del observador u observadores situados cerca del tubo en función. Los localizadores, aparatos de dimensiones más reducidas que las cajas protectoras y contruidos en vidrio, de plomo, madera recubierta con tela de material especial de protección, etc., los hay adaptables unos a las mencionadas cajas y otros directamente al tubo (1), a los cuales pueden adaptarse distintos accesorios como diafragmas, alargaderas, filtros, etc., permiten reducir aún más el campo de acción de los rayos que emergen del tubo Röntgen, pero téngase en consideración que rara vez poseen los materiales antes citados el suficiente grado de impenetrabilidad, o sea de absorción de radiación Röntgen, que impida que los rayos secundarios y los duros que se producen, pasen a través y ejerzan efectos perjudiciales y hasta graves a la larga, en las personas que se hallan repetidamente en la proximidad de tales accesorios, mientras acciona el tubo Röntgen. La opacidad de los materiales destinados a protección deberá ser comprobada por el práctico que se sirve de ellos, pues no hay que fiar en la denominación de los mismos, toda vez que no obstante el uso de algunos de ellos hanse visto aparecer trastornos cutáneos y acción sobre órganos internos, cuya causa era debida a la extraordinariamente deficiente protección de los medios y materiales empleados a este fin. Los trabajos realizados con radiaciones Röntgen de relativamente gran poder de penetración, prueban lo perjudiciales que pueden resultar, para los enfermos, medios de protección deficientes.

Respecto a que el paciente puede ser dañado por los rayos Röntgen durante las citadas exploraciones, diremos lo indicado por Albers-Schönberg en su obra «Técnica Röntgen» quien clasifica las causas del siguiente modo:

1.º Por demasiada proximidad del foco Röntgen a la superficie del cuerpo en el cual inciden los rayos X, y que generalmente se halla situada en el plano opuesto al en que se aplica la pantalla fluorescente o placa fotográfica.

2.º Por exceso de tiempo; exceso de exposición, innecesario en la inmensa mayoría de exploraciones, del cuerpo del paciente a la radiación Röntgen; y

3.º (complemento de lo que acabamos de decir) por la repetida proximidad de una a otra irradiación del paciente, aun cuando la practicada o practicadas anteriormente hubiesen podido ser incapaz o incapaces de ocasionar ningún perjuicio, si hubiese mediado mayor lapso de tiempo de la una a la otra.

Dada la construcción de los modernos aparatos Röntgen y partiendo de lo que acabamos de indicar, manifestaré que de las aplicaciones con fines diagnósticos no debe seguirse daño alguno. Ellos permiten alejar

---

(1) Existen en el comercio modelos de tubo Röntgen en que la salida de las radiaciones al exterior del mismo, sólo se verifica por una limitada región de la superficie de la esfera de cristal situada entrente del anticatodo, por haberse construido ésta con vidrio opaco a los rayos a excepción de una pequeña área que es la que permite y limita la salida y empleo de la radiación. Su uso es muy limitado en la práctica röntgenoterápica corriente.

convenientemente de la superficie del cuerpo del paciente (de 40 a 75 centímetros—y aun más con aparatos e instrumentos especiales—) y obtener excelentes imágenes röntgenoscópicas o röntgenográficas con marcado contraste en las proyecciones. Aun en la confección de röntgenografías de cuerpos extraños muy transparentes a los rayos Röntgen, como pequeños y delgados fragmentos de cristal, espinas de pescado, enclavados en tejidos blandos de poco grosor, como ocurre generalmente (dedos, brazo, etc. y también en el diagnóstico de afecciones dentarias en cuyo último caso la distancia se reduce expreso hasta 25 mtrs.) no obstante recomendarse el empleo de radiaciones Röntgen de grande longitud de onda (rayos blandos), podemos afirmar que el tiempo de exposición es hoy día tan corto que si la irradiación ha obrado lo necesario para la confección de un bien detallado röntgenograma, nunca seguirá a tal exploración el menor daño ni local ni general para el paciente; en estos casos la exposición podrá oscilar entre 5 y 15 segundos, con intensidades secundarias de 4 a 2 miliamperios.

La misma circunstancia antes citada, o sea el uso de instalaciones Röntgen modernas, coloca al práctico en condiciones de poder evitar en los exámenes röntgenoscópicos en grande escala, no sólo daños, sino las molestias que la aparición de eritema ligero podría ocasionar al individuo objeto de examen, por la considerable reducción del tiempo que se requiere para ejecutar su examen röntgenoscópico. Casi en absoluto se evitan con ello los daños cuando se trata de impresionar debidamente la emulsión sensible de una placa fotográfica.

Los tiempos de exposición serán más o menos largos según sea la intensidad de la corriente de alta tensión que atraviese el tubo durante el examen o acto de impresionar una placa y en relación con el grado de dureza o fuerza de penetración de las radiaciones empleadas, la distancia del foco Röntgen a la pantalla röntgenoscópica o placa fotográfica y al grosor de la parte del cuerpo objeto de examen. Así pues, no es de extrañar que el tiempo de exposición para impresionar una placa fotográfica pueda oscilar entre una fracción de segundo  $1/150$  a 4 minutos como máximo. Este último tiempo es también más que suficiente en general para practicar la röntgenoscopia.

Los daños a que expone al paciente la práctica de exámenes röntgenoscópicos de cierta duración pueden, en la inmensa mayoría de ocasiones, evitarse aun prescindiendo del uso de aparatos como el intensímetro de Furstenau, etc., conociendo el que maneja los aparatos el régimen de la corriente de alimentación del tubo, la calidad de las radiaciones emitidas por éste, la distancia del foco Röntgen al plano del cuerpo sobre el que inciden aquellas y, aproximadamente, el efecto biológico de tales radiaciones obrando durante un tiempo determinado a la distancia a que se hallará la superficie cutánea del individuo que se va a examinar.

El uso de interruptores automáticos intercalados en el circuito eléctrico de alimentación del aparato productor de la corriente de alta tensión, o de otros instrumentos (reloj que señala cada minuto, etc.), facilita prácticamente no rebasar el tiempo prefijado para realizar el examen.

La repetición de intensa irradiación del enfermo con rayos Röntgen sin que haya transcurrido un prudencial lapso de tiempo expone a serios disgustos; a fin de evitarse sorpresas, es de recomendar la costumbre de preguntar a los pacientes si han estado sometidos o no a otros exámenes o irradiaciones Röntgen y en caso afirmativo pedir todos aquellos datos y factores que cree suficientes el röntgenólogo para poder practicar con tran-

quilidad y a conciencia el examen que se le solicita. En cambio, si hay que proseguir un tratamiento röntgenoterápico es necesario que el röntgenólogo que ha de encargarse del paciente ya irradiado, exija al que va a ser su cliente o éste al médico que dirigió anteriormente el tratamiento Röntgen, todos los antecedentes ya citados que permitan por un lado salvaguardar al röntgenólogo que ha de continuar las aplicaciones röntgenoterápicas, contra la eventualidad de la aparición de trastornos de mayor o menor importancia.

Cuando se trate de un examen röntgenoscópico que por la índole de la exploración requiera varios exámenes de la misma región en un mismo día, deberá el que haya de practicar tales exploraciones reducir el tiempo de irradiación de cada aislado examen, de modo que la suma total de los tiempos no exceda de lo que pueda irradiarse sin perjuicio para el paciente.

Por lo que se refiere a la posibilidad de ocasionar daños a los pacientes objeto de irradiaciones terapéuticas, sólo recordaremos aquí lo expuesto al hablar de la medición de dosis, o sea que bastará el empleo juicioso de pocos pero bien estudiados métodos o instrumentos de medición, teniendo en cuenta las causas de error, muchas de ellas fáciles de obviar después de conocido el fundamento científico de los mismos y de algún ensayo previo antes de servirse de ellos.

De lo concerniente a la exposición de los distintos métodos aconsejados en Röntgenoterapia, y la crítica que de algunos de éstos podríamos hacer, sólo diremos que conviene ser precavidos y en consecuencia muy prudentes en lo de administrar dosis considerables de radiaciones Röntgen, no obstante sean éstas de muy corta longitud de onda (extraordinariamente penetrantes) siempre que se trate de irradiar regiones o cavidades donde, como en el abdomen, se podría ejercer nefasta influencia en órganos y tejidos normales.

### **PROTECCIÓN DE LOS RÖNTGENOLÓGOS Y DEL PERSONAL DE UN LABORATORIO RÖNTGEN, CONTRA LA ACCIÓN PERJUDICIAL DE LOS RAYOS RÖNTGEN DE CORTA LONGITUD DE ONDA Y DE LA RADIACIÓN RÖNTGEN SECUNDARIA.**

Si en realidad pueden evitarse hasta cierto punto, según el trabajo Röntgen que se ejecute, los efectos nocivos de las radiaciones Röntgen semiblandas y hasta los de las de relativa dureza, con el uso del delantal, guantes y gafas de composición adecuada, y también mediante pantallas de madera recubiertas de plomo y estaño, no es posible abstraerse por completo a los efectos de las radiaciones directas muy duras con el empleo de las telas opacas y tampoco al de las radiaciones secundarias que se producen en multitud de objetos y aun en las paredes del Laboratorio donde se trabaja, a pesar de la parcial protección que dan las citadas pantallas de madera-plomo, por lo que las radiaciones secundarias ejercerán su pernicioso influencia sobre los tejidos más sensibles del organismo de quienes se dedican a trabajos röntgenológicos, influencia que a la larga podría ser desastrosa.

La protección del operador y demás personas que le rodean no es tan efectiva durante la práctica de ciertas exploraciones röntgenoscópicas. La necesidad que se presenta, en muchos casos, de indicar y colocar en determinada posición una extremidad o el cuerpo del paciente; también la conveniencia de ejercer presión sobre un órgano o región del individuo sometido

al examen, con el fin de poder diferenciar ciertos detalles o comprobar si es fácil o no el desplazamiento de tal o cual órgano, exigen que el operador haya de prescindir en tales circunstancias de la disposición de que vamos a ocuparnos luego y que nos asegura la mayor protección capaz de lograr hoy.

Mientras se trata de exámenes röntgenográficos o de aplicaciones röntgenoterápicas, pueden aquéllos no solamente alejarse suficientemente del tubo en función sino también preservarse de la irradiación de rayos duros, encerrándose en una caseta o pequeño aposento de madera forrada de plancha de plomo de unos  $2 \frac{m}{m}$ , cabina que puede ser compartimiento del mismo laboratorio; protección ideada y aconsejada, hace muchos años, por Albers-Schönberg.

Es, pues, indispensable que el generador de la corriente eléctrica de alta tensión (inductor o transformador) sea puesto en acción y regulado desde la llamada Cámara de protección y asimismo que desde el refugio que ella representa, pueda el röntgenólogo o persona que le reemplace observar cómoda y exactamente las indicaciones de los aparatos auxiliares de medición, como son el miliamperómetro, osciloscopio, etc. Además es de recomendar, que la modificación de la presión del interior de los tubos pueda efectuarse a distancia del mismo, por manera que la persona que ejecuta la regulación el grado de vacío de los tubos Röntgen, de modelo corriente, o del poder de penetración de las radiaciones Röntgen de los tubos Liliensfeld o Coolidge, no reciba la acción de los rayos Röntgen, ni la de las radiaciones secundarias producidas por ellos.

Mencionaremos la disposición y construcción de las cabinas o cámaras de protección contra los rayos muy duros, denominadas de protección ideal. Modelos de esta clase figuran en el Instituto Radiológico del Hospital de San Jorge, de Hamburgo. He aquí su descripción: cada una forma parte del local donde están instaladas y tienen las dimensiones  $3 \frac{1}{2} \times 1 \frac{1}{2} \times 2 \frac{1}{2}$  metros, siendo capaz para unas ocho personas, las que pueden permanecer en ella con relativa comodidad. La cabina está construída con tablonces de madera de considerable grueso y se halla revestida por su parte exterior con planchas de plomo de 2 milímetros de espesor, las cuales están dispuestas de modo que los bordes de cada una de las planchas se superpongan con los de las situadas a su alrededor, y reforzada todavía esta cubierta de plomo con una red de hilos metálicos y todo ello recubierto de argamasa, sobre la que se han dispuesto planchas de pizarra. Dos puertas convenientemente dispuestas permiten el libre acceso y fácil salida del interior de la cabina, sin que las radiaciones Röntgen de ninguna clase puedan penetrar en el interior de la misma.

Estas cabinas o cámaras poseen dos ventanas, provistas de vidrio de plomo de cinco milímetros de espesor, las cuales pueden cubrirse con persiana de madera. En el interior de estas cámaras se hallan, además de los aparatos adecuados para mantener la ventilación, todos los interruptores, conmutadores y disposiciones para regular la marcha de los interruptores, grado de vacío del tubo, etc., etc.

De otra parte, pueden contribuir a reducir considerablemente la acción perjudicial que los rayos secundarios, producidos en el mismo cuerpo del paciente, puede ejercer sobre el operador, el uso de diversas disposiciones y accesorios, como son zócalos o plataformas con movimiento de elevación y rotación, etc., los que por otra parte al facilitar las exploraciones röntge-

noscópicas evitan la irradiación excesiva del paciente. Donde tales accesorios y demás medios de protección señalados en esta parte de nuestra disertación deben figurar principalmente es en los Laboratorios Röntgen centrales de todo Hospital, pues en ellos es donde pueden resultar perjudicados de gravedad considerable número de personas, y con mayor motivo los médicos röntgenólogos, tanto por la intensidad de las radiaciones que suelen emplearse en tales Institutos como por el frecuente uso que a diario se hace de aquéllas.

Otra medida de precaución debemos indicar por las ventajas que puede reportar, no sólo al médico röntgenólogo, sino también a todo el que se dedica a trabajos Röntgen y a sus familias: nos referimos a la imposición por éste de dos pólizas de seguro contra accidentes, profesional la una y la otra de responsabilidad civil; por las lesiones o dolencia a que le expone especialidad tan peligrosa por una parte y por los perjuicios que puede ocasionar al paciente, aunque esto último pueda ocurrirle en muy rara ocasión a quien tenga acreditada su suficiencia en la especialidad röntgenológica (comprendidas esmerada técnica y vigilancia del instrumental durante su empleo y del paciente durante la irradiación).

\*  
\*  
\*

Antes de terminar espero me otorgaréis la gracia de permitirme tributar un sentido recuerdo a las, por desgracia, numerosas víctimas—en especial a las ocasionadas entre los que se dedican a trabajos Röntgen,—que sucumbieron a las fatales alteraciones producidas por las radiaciones X, investigadores a quienes no amedrentaron ni la debilidad que se apoderaba de su existencia en unos casos, ni las mutilaciones que exigía el progresivo avance de la carcinomatosis Röntgen en otros, para hacerles desistir de laborar en provecho de las aplicaciones de la Röntgenología, sacrificando su vida en beneficio de la Humanidad, cuando tanto cabía esperar todavía de su actividad y talento.

A las distinguidas familias de tales héroes enviamos nuestro respetuoso homenaje de admiración y pésame, mientras hacemos votos para que vivan muchos años sin sufrimiento ninguno, y menos derivado de las lesiones Röntgen, aquellos otros mártires en quienes no obstante haberse recurrido a intervenciones quirúrgicas para evitar la generalización del cáncer profesional, corren todavía el riesgo de un fatal desenlace y entre los que figuran eximios Profesores cuya existencia tanto ha contribuido y contribuye con su perseverante labor al rápido y brillante desarrollo de la Ciencia röntgenológica. A estos últimos un fraternal abrazo.

Señores: os ruego me perdonéis si he abusado de vuestra benevolencia con esta larga peroración, que si alguna disculpa puedo alegar es mi ferviente anhelo de poder contribuir, siquiera sea en manera insignificante, a evitar por una parte cierto grado de intranquilidad de ánimo, así como alguno de los daños antes expuestos, que pueden seguirse, a quien en nuestra querida nación y con fines médicos comience a dedicarse a trabajos röntgenológicos y de otra librar de prejuicios y de perjuicios a los enfermos que hayan de ser objeto de investigaciones o tratamiento Röntgen.

HE DICHO

Nota correspondiente a la página 67.

Th. Christen.—Medición y dosificación de los rayos Röntgen, 1913.

### INDICE

- I. Prefacio.
  - A. Naturaleza de nuestras mediciones.
  - B. Objeto de la medición.
- II. El grado de dureza.
  - A. Definición.
  - B. Rayos homogéneos.
  - C. Rayos secundarios.
  - D. Filtros de rayos.
  - E. Medición de dureza.
    - 1. Teoría.
    - 2. Métodos.
      - a. La mano de fantoma.
      - b. Escalas de valores escalonados Walter. Beez.
      - c. Escalas bimetalicas.
        - (1) Escala Röntgen.
        - (2) » Benoist.
        - (3) » Benoist-Walter.
        - (4) » Wehnelt.
      - d. Escalas eléctricas de dureza.
        - (1) Teoría.
        - (2) Distancia de chispa paralela.
        - (3) El miliamperómetro.
        - (4) El esclerómetro de Kienböck.
        - (5) El voltmetro electrostático de Bergonié.
        - (6) El cualímetro de Bauer.
      - e. Medición absoluta de la dureza.
        - (1) Teoría.
        - (2) El radioesclerómetro de Villard.
        - (3) El medidor de dureza absoluto de Christen.
      - f. Medición de rayos endurecidos.
    - 3. Grado de dureza y tensión secundaria.
    - 4. » » » e intensidad.
    - 5. Valoración de las diferentes escalas.
    - 6. Comparación de las diferentes escalas.
    - 7. Medida unitaria.
- III. Intensidad y energía superficial.
  - A. Definición.
  - B. Distancia focal.
  - C. Energía superficial.
  - D. Medición de la energía.
  - E. «Directo» e «Indirecto».
  - F. Las transformaciones primarias o electrodinámicas.
    - 1. Energía de la corriente primaria.
    - 2. » » » » secundaria.
      - a. Teoría.
      - b. Medición de la tensión secundaria.
        - (1) El esclerómetro.
        - (2) La distancia de chispa paralela.
      - c. Medición de la intensidad de la corriente secundaria.
        - (1) Teoría.
        - (2) Los miliamperómetros electromagnéticos o de carrete polifásico.
        - (3) Los miliamperómetros de hilo calentable.
        - (4) Crítica de la medición de la corriente secundaria.
        - (5) El Voltímetro.
        - (6) Corrientes opuestas.
        - (7) Dilatómetro de resistencia.
        - (8) El tubo oscilógrafo de luz incandescente de Gehrke.
    - 3. Energía de los rayos catódicos.
    - 4. Energía Röntgen.
    - 5. Importancia de todas las transformaciones.
    - 6. Combinaciones inexactas.
    - 7. Rayos catódicos.
    - 8. Factor de distribución.
  - G. Las transformaciones secundarias o radiodinámicas.
    - 1. Teoría. Ley de efectividad.
    - 2. Las diferentes transformaciones.
      - a. Efecto térmico de los rayos catódicos secundarios.
      - b. Fosforescencia.
      - c. Fluorescencia.

- (1) Ensayos de Röntgen.
  - (2) El medidor de luz Röntgen de Roiti.
  - (3) El método del radio según Courtade.
  - (4) Medición de la energía superficial según Gaiffe.
  - (5) El método de valores escalonados según Tonsey.
  - d. Los métodos radio-eléctricos.
    - (1) Transformación en carga eléctrica.
      1. Medición de la corriente.
      2. Medición de la tensión.
        - a. Método Piffard.
        - b. Beez.
        - c. Fürstenau.
    - (2) El elemento de selenio de Forster.
    - (3) La ionización.
  - e. Calor.
  - f. Efectos químicos.
    - (1) Efecto fotográfico.
      1. Teoría.
      2. El cuantímetro de Kienböck.
      3. El procedimiento de papel sensible según Strauss.
    - (2) Alteraciones de color en sales.
      1. Sales halógenas.
      2. El platino-cianuro de bario.
    - (3) El desprendimiento del yodo.
    - (4) La precipitación de calomelanos.
- IV. Dosis.
- A. Esencia de la acción de los rayos.
  - B. Dosificación del efecto local.
  - C. Concepto de la dosis Röntgen.
  - D. Ley de dosificación.
  - E. Porvenir de la cuestión de dosificación.
  - F. Métodos de dosificación.
    1. Métodos electrodinámicos.
      - a. La tensión secundaria.
        - (1) La chispa paralela.
        - (2) Medición de tensión según Klingelfuss y según Bergonié.
        - (3) La capa del semi-valor.
      - b. Intensidad de la corriente secundaria.
        - (1) Miliamperómetro.
        - (2) Voltímetro.
    2. Métodos radiodinámicos.
      - a. El tubo termométrico de Köhler.
      - b. Métodos radioeléctricos.
      - c. Métodos radioquímicos.
        - (1) Cromorradiómetro de Holznecht.
        - (2) Medidor Röntgen de Immelmann.
        - (3) Cuantímetro de Kienböck.
        - (4) Procedimiento de papel sensible de Strauss.
        - (5) Desprendimiento de yodo según Freund y según Bordier y Gailard.
        - (6) Decoloración del platino-cianuro de bario de Saboureaud y Noiré.
        - (7) Escala de Holznecht.
        - (8) El platino-cianuro de bario de Bordier.
        - (9) Precipitación de calomelanos de Schwartz.
        - (10) El cansancio de la fluorescencia de Gaiffe.
    3. Combinaciones.
    4. Dosificación de rayos endurecidos.
    5. Comparación y valoración de los diferentes métodos de dosificación.
  - G. Terapéutica profunda.
    1. Filtración de los rayos secundarios.
    2. Efecto profundo de los rayos primarios.
      - a. Teoría.
      - b. Efecto útil. Regla del semi-valor.
      - c. Protección de la piel. Cociente de dosis.
      - d. Dosis biológica.
      - e. Sensibilización y desensibilización.
      - f. Radiación homogénea.
      - g. Efecto Röntgen inducido.
  - V. Observación final.
  - VI. Apéndice.
    - A. Dosis y grado de dureza.
    - B. El ionocuantímetro.
- Fe de erratas.  
Bibliografía.