

Notas terapeuticas

Radioactividade, emanação do radio, absorpção e eliminação, e radiotherapia interna moderada

por

Adelino Seal

Bacharel em Sciencias Naturaes. Ex-chefe do Laboratorio da Inspectoria da Alimentação Publica do Serviço Sanitario de S. Paulo.

A observação da fluorescencia produzida pelos raios de Roentgen nas paredes dos tubos de vidro, induziu muitos autores a investigar si as substancias fluorescentes, além da fluorescencia, continham alguma cousa analoga aos raios de Roentgen. Em 1896 Becquerel observou a notavel propriedade dos compostos de uranio, que são levemente fluorescentes, de impressionarem chapas fotograficas resguardadas da ação da luz, através de laminas não transparentes.

Como esta propriedade se manifestava com alguns saes de uranio, conservados muitos anos na obscuridade, era evidente que o fenômeno nenhuma relação tinha com a fluorescencia.

Experiencias posteriormente feitas verificaram que o uranio e seus compostos emitem raios especiais, chamados raios de Becquerel, capazes de impressionar chapas fotograficas, de penetrar através de corpos sólidos e de descarregar corpos eletrizados.

Estas propriedades foram tambem observadas no torio e seus compostos, no radio e seus compostos, no polonio, no actinio, etc., todas elas substancias radioactivas. A radioactividade é a propriedade que tem certos corpos de emitir raios de Becquerel.

As substancias radioactivas são fontes de uma radiação heterogenea, espontanea, contínua, dotada de propriedades maravilhosas. Os raios emitidos não se refletem nem se refractam, não são polarizados, não constituem, portanto, raios semelhantes aos luminosos.

O radio e seus compostos emitem uma radiação complexa, que por meio de um campo magnetico pode decompor-se em 3 especies de raios: α , β e γ .

Os raios α constituem o grupo mais abundante quantitativamente, são pouco desviados de sua trajetoria primitiva pelas ações magneticas. São estes raios considerados como iguais aos raios canais de Goldstein e podem ser julgados como particulas corpusculares carregadas de electricidade positiva, propagaveis em direção retilinea e com extraordinaria velocidade. São rapidamente absorvidos pelo ar e seu campo de difusão limita-se unicamente a uma distancia de 7 centimetros, do foco radiante. Têm pequeno poder de penetração e são completamente absorvidos ao

atravessarem objetos bastante delgados, não podendo atravessar as paredes de vidro do tubo que contem a substância ativa.

Os raios β são fortemente desviados de sua trajetoria por um imã, do mesmo modo e com igual sentido como os raios catódicos, com os quais têm grande analogia. A direção do desvio é oposta á dos raios α . Pela sua natureza podem ser considerados como eletrons negativos. O grupo dos raios β não é homogêneo.

Estes raios são menos facilmente absorvidos que os raios α e ionizam o ar menos fortemente do que estes. Seu poder de penetração é relativamente grande e proporcional á sua velocidade de propagação, que é muito proxima da da luz. A imagem por eles produzida nas chapas fotograficas não aparece muito nitida, formando-se mais ou menos uma mancha.

Os raios γ não têm carga elétrica alguma e não são desviados de sua direção retilinea pelas ações magneticas ou electricas. Apresentam grande analogia com os raios de Roentgen. Sua origem pode ser considerada como devida ás ondulações do eter. Sua força de penetração é colossal, podem atravessar placas de chumbo de muitos centimetros de espessura e sua ação se manifesta até á distancia de 3 metros. Ionizam perfeitamente o ar. Não são empregados para diagnostico como os raios de Roentgen, porque as sombras que produzem não são bem limitadas, atravessam de modo igual os ossos e as partes moles.

O radio, seus sais e suas soluções dão origem a uma emissão contínua de emanção. A emanção é um gaz radioativo gerado de modo continuo, constante e espontaneo, com carga elétrica positiva, que se propaga através do ar ambiente tendo a propriedade de produzir radioatividade induzida, nos corpos que se acham proximos, os quais por sua vez tornam-se focos de emissão de raios de Becquerel. A emanção é o produto da dissociação do atomo de radio, que se decompõe por sua vez, sendo o helio um dos produtos finais desta desagregação espontanea.

As investigações geniais de Rutherford, Mme. Curie, Debierne, Elster, Geitel, Boltwood e muitos outros, têm explicado completamente a causa em virtude da qual uma serie de elementos são dotados da propriedade da radioatividade.

Segundo estes autores, os elementos de peso atomico elevado, como o uranio (238,4), o torio (232,4), e o radio (226) são instaveis.

Segundo Thompson, todo o atomo pode ser considerado analogo a um sistema planetario formado por um nucleo material de carga elétrica positiva, ao redor do qual giram em rapido movimento varios aneis constituidos por particulas minimas electricas (eletrons) cuja carga elétrica é sempre negativa.

Si este sistema cinetico é instavel, produzem-se radiações em 3 casos distintos:

1.º — Desagregação de uma fração material do atomo, isto é, produção de um novo atomo de menor peso atomico. Realmente, tem-se verificado que muitas transformações radioativas se fazem com emissão de pequenas particulas materiais (raios α). Estas particulas α são identicas aos atomos de helio. Portanto, pode-se afirmar que em toda a emissão de raios α produz-se uma transformação radioativa acompanhada

da de novo elemento destacado do primitivo e cujo peso atomico é inferior em 4 unidades ao deste. A emissão de particulas α do radio produz um novo **elemento** — a emanção radica.

2.^o — Transformações nas quais ha somente emissão de eletrons. Estas correntes electronicas de grande velocidade denominam-se raios β

3.^o — Os raios β são acompanhados frequentemente dos chamados raios γ muito penetrantes. A investigação da natureza dos raios γ é ainda muito incompleta.

Estas tres especies de raios se diferenciam, como já foi dito, por serem desigualmente absorvidos e pelo desvio causado pelos campos magneticos e eletricos.

Os raios α (atomos de helio) devido á sua massa gigantesca relativamente aos eletrons (particulas α) são absorviveis com relativa facilidade. Sua velocidade é de 10.000 a 20.000 Km. por segundo. Basta uma folha de papel ou uma camada de ar de 3 a 9 cm de espessura para absorve-los completamente. São pelos campos magneticos desviados de tal modo que se pode deduzir que estão carregados de electricidade positiva. As particulas α são mais desviaveis que as particulas α porque sua massa é menor. Sua velocidade é dez vezes maior que a das particulas α . Os raios γ não são desviados pelos campos eletricos ou magneticos. São os mais penetrantes, pois, só uma espessura de 15 mm. de chumbo é capaz de reduzir á metade os raios α .

Está demonstrado que a decomposição radioativa se efetua segundo uma lei constante. Toda substancia radioativa decompõe-se em cada segundo em uma fração absolutamente identica. Esta fração é de todo invariavel para cada substancia e constitue um carater proprio. O tempo em que uma quantidade determinada de substancia radioativa se decompõe reduzindo-se á metade denomina-se vida media. Estas constantes constituem uma medida carateristica da velocidade de decomposição de todo elemento radioativo e variam dentro de limites extraordinariamente amplos, assim por exemplo para o radio C' a dita constante é de um millionesimo de segundo enquanto que para o torio é de cerca de 30.000 anos. Elementos radioativos outrora considerados como independentes mantêm certa relação genetica. Foi verificado que o uranio, o ionio e o radio são productos sucessivos da desintegração de uma familia radioativa da serie do uranio. Atualmente são conhecidas 3 familias de elementos radioativos: a do uranio-radio, a do actino e a do torio.

EMANAÇÕES RADIOATIVAS

O nome de emanção é dado aos gazes radioativos produzidos por substancias radioativas. A primeira emanção observada foi a do torio, descoberta por Rutherford, que a considerou como um gaz material. Esta descoberta efetuada pouco tempo depois da verificação dos fenomenos de radioatividade induzida pelo casal Curie, constituiu um exemplo de fenomeno de radioatividade essencialmente temporaria, produzida por substancias de radioatividade permanente. A emanção do radio é produzida diretamente pelo proprio elemento e caraterisada pela

radiação α cujo percurso é de 4 cms. Sua velocidade de destruição não é muito rápida, decrescendo para a metade em 3,81 dias.

Póde-se considerar a produção de emanção do radio como se fazendo com uma velocidade constante; quando fechada em um recipiente, a emanção acumula-se pouco a pouco e a quantidade acumulada tende para um certo limite, que teoricamente não é atingido sinão no fim de um tempo infinito. A emanção é a causa dos fenomenos da radioatividade induzida. Sua destruição é acompanhada da formação sucessiva de diversos constituintes que se depositam sobre as paredes dos solidos e que são designados pelos nomes de radio A, radio B, radio C e radios D, E e F; porém com a fraca velocidade de transformação do radio D, os ultimos não intervêm quasi nos fenomenos obtidos com a emanção. Ao contrario, a atividade dos radios A, B e C, que são produzidos de uma maneira constante pela emanção, acompanha quasi a atividades da mesma. Si se introduz a emanção sem depositos ativos em um recipiente, os diversos constituintes produzem-se de um modo constante pela emanção, porém sua destruição expontanea compensa rapidamente esta produção. Assim, depois de alguns minutos a quantidade de radio A é obtida, sendo igualmente atingidas as quantidades limites de radio B e radio C no fim de 3 a 3 e meia horas. A atividade do recipiente aumenta desse modo no fim de 3 a 3 e meia horas, quando atinge ao maximo e em seguida o valor da atividade permanece sensivelmente constante para depois se produzir um decrescimento regular e muito lento.

Um estado de equilibrio se produz entre o deposito ativo e a emanção em certo momento. Póde-se considerar a quantidade de deposito ativo como sensivelmente proporcional á quantidade de emanção presente, resultando dahi que se póde determinar a concentração da emanção medindo-se a radiação total. E' o que se faz comumente. Determina-se a quantidade de emanção pela intensidade da radiação γ , emitida pelo vaso que a contem. A emanção, caraterisada pelas suas propriedades radioativas, comporta-se perfeitamente como um gaz. Diversas experiencias feitas com o fim de a fazerem entrar em combinações quimicas, deram todas resultados negativos. Ela se apresenta, pois, como um gaz inerte, pertencente á familia do argonio. Esta sua inatividade quimica facilita a sua separação dos demais gazes capazes de serem absorvidos pelos reativos quimicos, os quais, absorvidos, deixam a emanção apenas de mistura com os gazes da familia do argonio e do helio. E', entretanto, a emanção absorvida pelo carvão vegetal, principalmente pelo carvão de côco, que, mesmo na temperatura ordinaria a absorve quasi em sua totalidade.

Possue a emanção a propriedade de se condensar em baixa temperatura, sendo a sua condensação efetuada quasi que completa e rapidamente a partir de certa temperatura. Esta condensação faz-se sobre toda a superficie solida, mais facilmente porém sobre superficies metalicas ou de vidro. A condensação da emanção pode ser considerada como uma liquefação. A temperatura chamada de condensação é de $-155^{\circ}\text{C}.$, sendo a condensação quasi nula antes de atingi-la, rápida e completa quando alcançada.

ABSORÇÃO E ELIMINAÇÃO DA EMANAÇÃO

Os efeitos terapeuticos das substancias radioativas, principalmente do radio, são obtidos com o emprego da sua emanção, quer preparada artificialmente por meio de aparelhos produtores, quer utilizada a que se desprende espontaneamente das fontes e empregada em emanatorios. A emanção do radio é absorvida pelas quatro vias seguintes:

1.^o — Via pulmonar. A emanção é absorvida diretamente pelo epitelio pulmonar; é a mais importante das vias de administração terapeutica da emanção.

2.^o — Via digestiva. É a da administração da emanção em dissolução na agua.

3.^o — Via vascular ou venosa. É a empregada nas injeções intravenosas ou sub-cutaneas, de aguas radioativas.

4.^o — Via cutanea. A utilizada nos banhos e no uso de lamaz radioativas.

A emanção do radio absorvida por via pulmonar atravessa rapidamente o epitelio do pulmão, atinge o sangue, nele se fixando e sendo em seguida transportada a todos os tecidos, onde se dá a sua desintegração, originando a radiação α e os corpos radioativos: radios A, B, e C, de destruição rapida, e os radios D, E e F, de evolução mais lenta (16 anos para o radio D).

A emanção e seus derivados emitem em grande quantidade a radiação α (90%) e apenas 10% de raios β e γ , não se sabendo qual dos derivados é o mais ativo quanto ao seu valor terapeutico. Gudzent julga ser o radio D.

O sangue dissolve 25% da emanção e a sua eliminação é rapida. Uma hora após a inalação a quantidade de emanção dissolvida é de 10% da quantidade absorvida pelos pulmões. A dose pratica de emanção é de ordem de 0,1 microcurie por litro ou equivalente a 250 unidades Mache.

A absorção da emanção por via digestiva se faz pela ingestão de aguas naturais radioativas ou de soluções da emanção na agua, artificialmente, sendo muito rapida a sua eliminação, que se faz pelos pulmões e pelos rins, podendo ser considerada completa no fim de 4 horas. Este metodo de administração tem seus adversarios, que acreditam ser a emanção em sua maior parte eliminada pelos pulmões, não atingindo a circulação. Outros, seus defensores, julgam o metodo da ingestão superior ao da inalação. Parece verificado que na cura pela ingestão o fígado retém maior quantidade de emanção que os demais órgãos.

A emanção poderá ser introduzida no organismo sob a forma de injeção sub-cutanea ou intra-venosa. Para favorecer a sua difusão, entretanto, seria necessario aumentar o numero de injeções, em virtude da rapida eliminação da emanção através dos pulmões, o que torna tal metodo pouco empregado e não eficaz.

A absorção cutanea representa questão ainda muito discutida. Muitos autores não admitem a absorção da emanção pelo revestimento cutaneo normal. Outros admitem uma penetração minima (1/2000 da concentração da emanção após quasi uma hora de permanencia em contato

com a mesma). Concluem estes autores que a balneoterapia, como frequentemente é praticada nas estancias minerais radioativas, faz com que o doente respire a emanção que se desprende da agua do banheiro ou piscina em que ele se movimenta, sendo a emanção absorvida por via pulmonar e representando, portanto, a balneoterapia apenas um adjuvante da inalação.

Emfim, as lamas radioativas nas suas duas especies — 1.^o naturais ou termais e 2.^o “actiniferas” ou provenientes do precipitado obtido pela soda caustica no tratamento dos minerios de uranio, para obter a sua separação do radio, obtidas industrialmente e formadas de residuos de minerais radioativos — são empregadas como agentes terapeuticos, principalmente as segundas aqui mencionadas.

As lamas “actiniferas” têm a côr vermelho-escuro devido aos compostos de ferro que contêm em grande proporção. Entram ainda em sua composição oxidos de manganéz e aluminio, carbonatos e sulfatos de sodio e calcio, argila, etc.

Como substancias radioativas contêm traços de radio e de polonio e ainda de actinio na proporção de 1/130000. A presença do actinio é constante e como este corpo é dez vezes mais radioativo que o radio, são chamadas “actiniferas” por deverem a sua atividade em grande parte ao actinio.

A radio-atividade das lamas “actiniferas” é primaria, devido á presença nas lamas de corpos radio-ativos e a sua atividade é de 0,15, isto é, uma atividade 50 vezes maior que a das lamas naturais ou termais, que são as encontradas nas visinhanças das fontes radioativas. Sua atividade primaria dá-lhes uma ação mais ativa que aquela das lamas termais, o que permite o seu emprego com a dupla ação da emanção e da radiação, principalmente pelos raios α .

O tratamento pelas emanções de radio por ingestão se faz principalmente por meio das aguas radioativas. O doente, absorvendo na propria fonte a agua radioativa, aproveita a ação da emanção dissolvida, respira por outro lado o ar ionizado e radioativo. Um tratamento desta ordem, entretanto, exige despesas que muitas vezes são superiores ás póses da pessoa necessitada.

Despesas de viagens, estadías nos hoteis, extraordinarios de toda a sorte, não só para o proprio doente como tambem para aqueles que o acompanham.

Pena é que tão importante terapia como esta, que se aproveita de dádiva tão generosa da natureza, seja de applicação — principalmente em nosso meio, — tão em desacordo com a magnanimidade dos beneficios que pôde oferecer.

Aqui um doente só é levado ao tratamento em questão quando dispõe de recursos ou, infelizmente, quando a conselho medico não vê possibilidades de escapar aos gastos que — só com sacrificios de toda a ordem — muitas vezes se fazem.

Talvez por estas razões e tambem para evitar o inconveniente de mudança de local, como pôde acontecer, na Europa, principalmente na Alemanha e na França, têm aparecido ultimamente medicamentos radio-ativos destinados a uso interno, empregando-se uma radioterapia mode-

rada em que o doente aproveita todas as suas propriedades terapeuticas sem deixar o lar e muitas vezes nem mesmo as suas occupações. Esses medicamentos contêm, em geral, doses minimas — alguns DECIMOS DE MILIONESIMO DE GRAMA — de Radio, mesotorio, rigorosamente dosados por processo eletrometrico quando destinados a radioterapia interna. Segundo o Dr. Lacassagne... “A curieterapia interna pratica-se fazendo um corpo radioativo penetrar na circulação e assim ser distribuido por todo o organismo. Em tais condigões a totalidade da radiação é utilizada.

Como os raios α desprendidos pelos diversos corpos radioativos (seja diretamente, seja pelos seus descendentes) têm um percurso no ar de sómente alguns centímetros, serão totalmente absorvidos in loco. Em principio empregam-se de preferencia corpos apresentando uma grande radioatividade, portanto os de vida relativamente curta. Razões de ordem pratica limitam a escolha. Algumas substancias são de preparação difficil e não podem ser obtidas sinão em minimas quantidades, tais como o polonio e o actinio X. Outras são de preço muito elevado, como acontece com o radio. A curieterapia externa utiliza o radio com uma unica perda, a resultante da sua propria desintegração. Na curieterapia interna o corpo injetado não pôde ser recuperado e apesar das infimas doses empregadas, o uso do radio seria relativamente oneroso. Empregam-se principalmente a emanção do radio, o mesotorio, o radiotorio, o torio X e a emanção do torio. Introduzem-se estes corpos no organismo por injeções sub-cutaneas, muscular e intravenosa ou por ingestão”.

De acordo com a opinião do Dr. F. Gudzent... “Si os sais de radio e de torio são levados ao organismo atravez de applicações intra-venosas, eles não são eliminados pelo organismo imediatamente, antes isto se faz lentamente e no espaço de algumas semanas, eliminando-se os seus componentes solidos e produtos de desintegração na maior parte através do intestino e em menor escala pelos rins; os gazes principalmente pelos pulmões, sendo que 20% se eliminam nas primeiras 24 horas. A parte que resta se encontra principalmente na medula óssea e no baço, nos órgãos onde se forma o sangue”.

Na publicação numero 34 do “Chemiker Zeitung” de 1936, encontramos a opinião de que “não se conhecem efeitos prejudiciais imediatos ou posteriores pela terapia de radiação fraca de radio, apesar de se terem empregado, nos primeiros anos, aparelhos para a bebida aos milhares, nos quais as quantidades de radio em solução eram muito maiores que aquelas hoje tidas como permitidas. Os efeitos sobremaneira favoraveis, completamente não prejudiciais de pequenas doses de corpos radioativos em casos de molestias, cada vez mais foram realçados por especialistas, por ultimo pelo Dr. Happel em sua brochura “A Importancia do Tratamento de Doentes em Banhos e Estações de Cura para a Pratica Medica”, Berlim, 1935. Acêrca de casos de intoxicação pelo radio, nestes ultimos annos a imprensa se referiu em noticias sensacionais. Uma verificação cuidadosa de tais casos, todavia, demonstrou que se não tratava de terapia aqui descrita.

Apesar disso tambem se verificou cuidadosamente si haveria possibilidade de intoxicações posteriores em virtude de uma cura pela bebida

continuada e sem interrupção, quando principalmente se indagava si, pela retenção da precipitação radioativa de lenta transformação, Radio D e F, poderiam surgir perigos. Esta possibilidade foi negada claramente entre outros por Fernan, Hirsch e Happel”.

Gudzent em seu livro “Die Radiumtherapie — Methoden und Ausichten”, edição de Theodor Steinkoff, Dresden, 1929, menciona o emprego da radioterapia na cura de varias enfermidades, como por exemplo: gota, artritismo, reumatismo, molestias do sistema nervoso, molestias do aparelho respiratorio, molestias do aparelho circulatorio, molestias do aparelho urinario, molestias chamadas da nutrição, tratamento de chagas atonicas, etc., comprovando os magnificos resultados obtidos com o emprego de tão valiosa propriedade de determinados elementos: A radioatividade.

