

PROPOSTA DE UM MODELO DE INCORPORAÇÃO PARA TRABALHADORES OCUPACIONAIS DO IPEN-CNEN/SP QUE MANUSEIAM ¹³¹I

Todo, A. S.; Potiens, Jr. A. J.; Gaburo, J.C.; Sanches, M. P.; Oliveira, E. M
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
C.P. 11049, CEP 05422-970 - São Paulo, SP - Brasil, e-mail: astodo@net.ipen.br

ABSTRACT

All the results of the internal monitoring measurement have to be interpreted concerning the activities content in sample or inside an organ on the whole body. The results are not suitable for comparison with the annual limits of intake by workers. Further calculations are necessary for the assessment of activity or effective dose equivalent. The later requires a reliable metabolism model for the human body and in addition an algorithm for the calculation of absorbed energy in organs or tissues, as well as the time and route of intake of the radioactive materials. Usually, in a routine monitoring, these information are not readily available and are substituted by intake model and the reference man data. Therefore, this work will present the intake models for two groups of workers at IPEN-CNEN/SP. They handle iodine compounds during the processing of irradiated targets and at labeling of radiopharmaceutical compounds. The intake model for the workers are proposed from the knowledge of the activities carried out in the plant and the internal monitoring program of the workers. In this study, the intake is considered to be taken uniformly during the days of major activities carried out by the workers. In practice, the application of this model has be shown suitable, for the studied groups.

Key words: internal dosimetry, dose calculations, mathematical modeling

INTRODUÇÃO

Os trabalhadores do IPEN-CNEN/SP que exercem atividades nas áreas em que são manuseados radionuclídeos na forma não selada, como o ¹³¹I, são controlados por um programa de monitoração interna rotineira. Este programa contempla, principalmente, os trabalhadores cujo risco de incorporação excede 10% do limite anual de incorporação (LIA) [1].

Sabe-se que todos os resultados de medidas de uma monitoração interna de trabalhadores são interpretados com relação às atividades dos radionuclídeos encontrados nos órgãos ou distribuídos no corpo. Esta monitoração poderá ser efetuada através das seguintes formas: 1) Avaliação da presença do radionuclídeo no corpo ou órgãos através de medidas diretas utilizando um contador de corpo inteiro, 2) Medidas de radionuclídeos presentes na urina. Nestes métodos de monitoração as medidas são interpretadas utilizando modelos biocinéticos para a avaliação da incorporação. É importante observar, também, que somente o

conhecimento da medida da atividade no corpo ou a taxa de excreção do organismo não é suficiente para calcular a incorporação. Para o cálculo da incorporação são necessários também, os seguintes parâmetros: a) o momento da incorporação para determinar o tempo decorrido entre a medida e a incorporação, b) saber se a incorporação ocorreu de forma única (agudo) ou ela é de natureza contínua (crônica), saber o modelo metabólico (biocinético) do radionuclídeo em questão.

Desta forma, em um programa de monitoração rotineira é conveniente estabelecer um modelo de incorporação que considere os parâmetros acima referidos e adequados às atividades exercidas na instalação.

MATERIAIS E MÉTODOS DE ANÁLISE

Descrição das atividades na instalação

Para a obtenção do ¹³¹I, o alvo irradiado sofre um processamento físico-químico, via úmida, numa cela quente

exclusiva para esta finalidade. Após esta etapa o material radioativo é transferido para uma cela quente de distribuição onde é efetuada a diluição a um volume adequado para fracionamento e distribuição. A distribuição é efetuada em frascos de penicilina de acordo com a atividade requerida pelos médicos. Existe também as celas quente para marcação de compostos químicos com iodo e por fim as atividade de limpeza das celas quentes.

Modelos de incorporação

Sabe-se que no IPEN-CNEN/SP, os trabalhadores que manuseiam ^{131}I nas etapas de processamento dos alvos irradiados, fracionamento, distribuição e marcação de compostos químicos com iodo, podem ser separados em dois grupos de atividades.

O grupo A exerce atividades de marcação, fracionamento, distribuição e limpeza das celas, às segundas, terças, quartas, quintas e sextas feiras. O grupo B conta com os trabalhadores que efetuam o processamento dos alvos irradiados, fracionamento e distribuição, além da limpeza, às sextas, segundas e terças feiras.

A montagem do modelo foi efetuada de acordo com as informações obtidas das monitorações de ar, do local de trabalho e do nível de contaminação de superfície [2,3]. Desta forma foi possível identificar as atividades e os dias da semana que possibilitariam a incorporação de iodo por inalação. Os modelos propostos a seguir foram determinados para os grupos mencionados, considerando-se uma frequência de análise de iodo em urina a cada duas semanas.

No modelo proposto para o grupo A considerou-se que os dias mais prováveis de incorporação ocorrem às terças, quartas e sextas feiras, com igual probabilidade, sendo que a colheita da urina é efetuada na segunda feira da segunda semana, conforme figura 1.

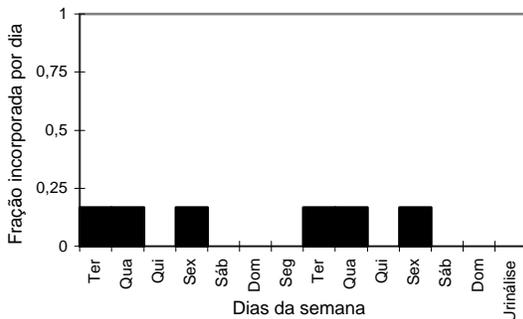


Figura 1: Modelo de incorporação para os

trabalhadores que manuseiam ^{131}I , pertencentes ao grupo A.

Para o grupo B considerou-se que os dias mais prováveis de incorporação ocorrem às sextas e segundas feiras, com igual probabilidade, e a colheita efetuada na quarta feira da segunda semana, figura 2.

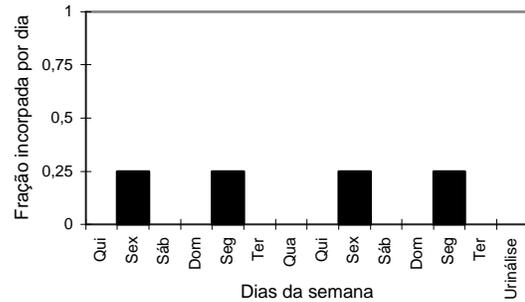


Figura 2: Modelo de incorporação para os trabalhadores que manuseiam ^{131}I , pertencentes ao grupo B.

Modelo simplificado para uso rotineiro

Os modelos dos grupos A e B acima descritos foram simplificados para serem utilizados em atividades rotineiras normais. Neste trabalho foi utilizado o modelo biocinético do ICRP-30 [4], e os dados da tabela de excreção do ^{131}I obtido da publicação NUREG/CR-4884 [5], conforme tabela 1.

Tabela 1: Valores dos fatores de excreção para o ^{131}I , em amostras de urina de 24 horas, para incorporação por inalação.

| Dias decorridos após a incorporação | Fator de excreção |
|-------------------------------------|-------------------|
| 1 | 0,304 |
| 2 | 0,0624 |
| 3 | 0,0162 |
| 4 | 0,00447 |
| 5 | 0,00131 |
| 6 | 0,000329 |
| 7 | 0,000253 |
| 8 | 0,000201 |
| 9 | 0,000190 |
| 10 | 0,000188 |
| 12 | 0,000174 |
| 13 | 0,000167 |
| 20 | 0,000127 |
| 30 | 0,0000625 |

O passo inicial consistiu em determinar um modelo simplificado representado por um único dia de

incorporação que apresentasse o mesmo resultado do modelo proposto para o grupo A.

Conforme apresentado na figura 1, o valor das incorporações em cada dia representa 1/6 do total da atividade, considerando que as incorporações são distribuídas uniformemente nos seis dias do período de monitoração. Inicialmente, determinou-se a fração de atividade que seria encontrada na urina na data da colheita para cada um dos dias de incorporação considerados no modelo. Esta fração de atividade na urina é calculada a partir dos fatores de excreção para cada um dos dias de incorporação, obtida da tabela 1, multiplicada pela sexta parte da atividade total incorporada para o modelo em apreciação.

Exemplificando: considerando uma atividade total unitária (1 Bq) para a incorporação, no período amostrado, a atividade esperada na urina devido a cada dia de incorporação é de: $(1/6) \times 0,000167$ para 13 dias entre a data da incorporação e a colheita da urina, $(1/6) \times 0,000174$ para 12 dias, $(1/6) \times 0,000188$ para 10 dias, $(1/6) \times 0,000329$ para 6 dias, $(1/6) \times 0,00131$ para 5 dias, e de $(1/6) \times 0,0162$ para 3 dias. A soma das 6 frações de atividade na urina encontradas desta maneira representa a atividade total medida para o ^{131}I e resulta em 0,00306 Bq. Finalmente, pode-se inferir a data que melhor represente a incorporação para o modelo simplificado. Esta data é obtida a partir da atividade total na urina e utilizando os fatores de excreção da tabela 1, sabendo que a atividade encontrada deve ser aquela que mais se aproxima da unidade. Como exemplo, considera-se a atividade total encontrada na urina de 0,00306 Bq e determina-se a atividade incorporada utilizando o valor do fator de excreção entre os dias 1 a 6. Assim, as atividades encontradas para o período mencionado são respectivamente de 0,0101 Bq; 0,0491 Bq; 0,189 Bq; 0,685 Bq; 2,33 Bq. Observa-se que a atividade incorporada unitária encontra-se no intervalo de 0,685 Bq e 2,33 Bq, que representa o 4º e o 5º dia, respectivamente. Neste caso obteve-se um valor de 4,2 dias para a atividade unitária. Desta forma adotou-se, conservativamente, 5 dias entre a data da incorporação e a data da colheita de urina e que este resultado representa o modelo descrito para o grupo A, mostrado na figura 1.

Seguindo este mesmo raciocínio efetuou-se os cálculos para o grupo B,

conforme modelo apresentado na figura 2, e obteve-se como resultado 3 dias entre a data da incorporação e a da colheita de urina.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os modelos de excreção de 5 e 3 dias, para os trabalhadores do grupo A e B, respectivamente, foram obtidos considerando-se as atividades rotineiras exercidas na instalação. A sua aplicação minimizará as incertezas na interpretação das excreções urinárias devido ao desconhecimento do momento da incorporação. Conforme pode ser observado na tabela 1, uma variação de 1 dia na estimativa da data da incorporação poderá ocasionar um erro considerável na estimativa da dose quando próximo desta data.

Este modelo está sendo utilizado em um programa de computador desenvolvido no IPEN para o cálculo da atividade incorporada e da dose equivalente efetiva comprometida, em situações normais de operação da instalação.

As doses estão sendo avaliadas segundo este modelo desde agosto de 1996 para o grupo de 45 trabalhadores que manuseiam ^{131}I . Os cálculos efetuados apresentam na sua maioria valores abaixo do nível de registro e os casos que apresentam alguma dose estão muito próximos deste nível.

Os resultados das análises indicam que as atividades rotineiras nesta instalação estão sendo efetuadas de forma satisfatória.

CONCLUSÕES

A utilização do presente modelo torna o cálculo da dose mais consistente quando comparado àqueles obtidos utilizando como data da incorporação a metade do período entre as colheitas (7 dias), sugerido no modelo geral proposto pelo ICRP-30 [4].

A aplicação dos modelos propostos mostrou-se adequada, na prática, para os grupos estudados.

REFERÊNCIAS

- [1] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP, Publication 26, Pergamon Press, 1977.

- [2] SANCHES, M.P.; SORDI, G.M.A.A.; CAMBISES, P.B.S.; JACOMINI, C.A.; BRANDÃO, M.D.F. Protección Radiológica en la producción de radioisótopos del Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, In: II CONGRESO REGIONAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR, 22-26 noviembre 1993, Zacatecas, Mexico, Vol II, p.105-110.
- [3] GABURO, J.C.; SANCHES, M.P.; SORDI, G.M.A.A.. Doses reduction study from production and distribution of radioactive material used in medicine. Phys. Med. Biol. .39(a), Part 2, 1994, Rio de Janeiro, RJ.
- [4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Limits for intakes of Radionuclides by workers. ICRP, Publication 30, part I. Pergamon Press, 1979
- [5] NUREG/CR-4884 Interpretation of bioassay measurements. Washington, DC 20555, July, 1987