

Dose efetiva coletiva na população pernambucana devido a procedimentos diagnósticos em medicina nuclear

A. R. Araújo¹; H. J. Khoury¹; F. F. Lima²

¹ Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luiz Freire, 1000 – Cidade Universitária, CEP: 50740-540, Recife – PE, Brasil

² Centro Regional de Ciências Nucleares – CRCN, Av. Prof. Luiz Freire 200, Recife - PE, 50740-540, Brasil

fflima@cnen.gov.br

(Recebido em 05 -de março de 2010; aceito em 19 de abril de 2010)

Este trabalho apresenta um levantamento dos procedimentos em medicina nuclear realizado em Pernambuco (Brasil) a fim de fornecer subsídios para estabelecer os níveis de referência no Brasil e estimar a dose efetiva coletiva na população pernambucana. Os dados avaliados foram o tipo de radiofármaco utilizado, a atividade administrada, o número de cada tipo de exame e a idade e sexo dos pacientes no período de 2000 a 2004 em sete serviços de medicina nuclear. Baseado na ICRP-60, foram efetuados os cálculos da dose efetiva coletiva (E_{col}). Os resultados mostraram uma frequência média anual de 2,36 exames/1000 habitantes e a cintilografia cardiovascular é o procedimento mais comum (50%). Os resultados também indicam que as atividades administradas aos pacientes são mais elevadas do que as recomendadas pela IAEA na maioria dos exames. Essa diferença pode refletir as diferenças nos programas de controle de qualidade implementados. Foi observado que a E_{col} anual (1.718 homem.Sv) e a E/habitante anual (0,22 mSv) se apresentaram mais elevadas que a de outros países. Assim, sugere-se que os protocolos sejam revisados a fim de reduzir a dose nos pacientes sem reduzir a qualidade da imagem.

Palavras-chave: Medicina nuclear, Níveis de referência, Dose efetiva coletiva.

This paper presents a survey of nuclear medicine procedures performed in Pernambuco (Brazil) in order to help establishing diagnostic reference activities for nuclear medicine procedures in this country and to estimate the effective collective dose imparted to the population. Data were gathered on the type of radiopharmaceuticals used, the administered activity, the number of each kind of examination, and the age and sex of the patients involved over the period 2000-2004 in seven nuclear medicine centres. Based on ICRP-60, collective effective dose (E_{col}) have been calculated. The results showed an average annual frequency of 2.36 examinations/1,000 inhabitant and cardiac scintigraphy is the most common procedure (50%). The results also indicated that the activities administered to patients are higher than the guidance levels of the IAEA in most of the examinations. It was observed that the E_{col} (1,718 man.Sv.y⁻¹) and E/inhabitant (0.22mSv.y⁻¹) are higher than other countries. Therefore, it is suggested that the protocols have been revised in order to reduce the patient dose without reduce the image quality.

Keywords: Nuclear medicine, Reference level, effective collective dose.

1. INTRODUÇÃO

O uso médico da radiação ionizante e de radionuclídeos contribui significativamente para a exposição de indivíduos e da população em geral à radiação, conforme trabalhos realizados em países desenvolvidos e em alguns países em desenvolvimento [1]. De acordo com a *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR), em seu relatório sobre fontes e efeitos da radiação ionizante, publicado em 2000 [2], exposições diagnósticas são caracterizadas por doses relativamente baixas para os pacientes, que, a princípio, são suficientes para prover a informação clínica desejada, mas podem resultar em significativas doses coletivas devido ao elevado número de exames realizados.

Dentre os exames utilizados para o diagnóstico clínico destacam-se os procedimentos em medicina nuclear, que envolvem a utilização de radiofármacos. A dose média por procedimento em medicina nuclear é superior à encontrada em procedimentos de radiologia convencional[2]. Por esta razão, torna-se também importante a avaliação da exposição da população devido a esse tipo de exame.

Como os limites de dose não se aplicam à exposição médica de práticas autorizadas, a *International Atomic Energy Agency* (IAEA) recomenda níveis de referência para procedimentos diagnósticos e, em medicina nuclear, esses níveis são as atividades administradas aos pacientes (adulto padrão) que possibilitam a obtenção de imagens com qualidade para o diagnóstico com a menor dose ao paciente[3].

Com o propósito de estimar a dose efetiva coletiva e otimizar os procedimentos em Medicina Nuclear, vários autores têm realizado levantamentos de dados sobre esses procedimentos em diversos países [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. No Brasil, há poucas informações sobre as atividades utilizadas nos procedimentos diagnósticos em medicina nuclear, principalmente nas Regiões Norte e Nordeste.

Diante do exposto, este trabalho objetiva avaliar os procedimentos diagnósticos empregados em Medicina Nuclear no Estado de Pernambuco, um Estado localizado na região Nordeste do Brasil, no período de 2000 a 2004, a fim embasar níveis de referência no país, e calcular a dose efetiva coletiva na população pernambucana.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Levantamento dos procedimentos diagnósticos

Foi realizado um levantamento de dados em 7 (sete) clínicas de Medicina Nuclear localizadas em Recife, Pernambuco, sendo 6 (seis) privadas e 1 (uma) pública. Foram coletados os dados referentes ao período de 2000 a 2004.

Os dados coletados incluíram a número de exames, o tipo e a atividade dos radiofármacos administrados e a idade e sexo dos pacientes. Esses dados foram agrupados segundo o formulário da UNSCEAR com relação aos exames diagnósticos (cerebral, tireóide/^{99m}Tc, tireóide/¹³¹I, pulmonar perfusão e inalação, cardiovascular, ósseo, fígado/baço, renal, e outros). Com relação à idade, os pacientes foram distribuídos em 6 grupos (0-1, 2-5, 6-10, 11-15, 16-40, >40 anos).

A partir do número total de exames anuais foi obtida a frequência anual de exames por cada 1000 habitantes, levando em consideração a população de Pernambuco registrada no Censo de 2000 e estimada nos anos 2001 a 2004, segundo o IBGE [10].

2.2. Cálculo das doses efetivas

A dose efetiva por unidade de atividade administrada foi calculada através do programa MIRDOSE 3.1 [11] que utiliza simuladores de crianças e adultos de ambos os sexos. A dose efetiva (E) e a dose efetiva coletiva (E_{col}) foram calculadas com base na ICRP 103 [12].

Primeiramente, foi calculada a dose efetiva coletiva por grupos de idade de pacientes de determinado procedimento (E_{col,jk}) através da equação 1.

$$E_{col,jk} = \left(\frac{E}{A} \right)_j \cdot A \cdot N_j \quad (1)$$

onde (E/A)_j é a dose efetiva por atividade administrada em um grupo de idade de um determinado tipo de procedimento, A é a atividade administrada e N_j é o número de procedimentos realizados no grupo de idade em questão.

Assim, a dose efetiva coletiva para um determinado tipo de procedimento (E_{col,k}) foi calculada pela equação 2:

$$E_{col,k} = \sum_j E_{col,jk} \quad (2)$$

e a dose efetiva coletiva E_{col} foi obtida pela relação 3:

$$E_{col} = \sum_k E_{colk} \quad (3)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Levantamento dos procedimentos diagnósticos

O levantamento de dados realizado em Pernambuco no período de 2000 a 2004 mostrou que o número de exames em Medicina Nuclear foi de 93.452, com uma média anual de 18.690 exames, tendo uma frequência média anual por cada 1000 habitantes de 2,36. Observa-se na tabela 1 que tanto o número de exames como a frequência por 1000 habitantes tem aumentado a cada ano, sendo que os valores de 2004 são praticamente o dobro dos valores do ano 2000.

Tabela 1: Frequência anual de exames por cada 1.000 habitantes de Pernambuco.

Ano	População($\times 10^6$) [10]	Número de exames	Frequência/1000hab ^a
00	7,916	14.881	1,88
01	8,008	17.323	2,16
02	8,085	18.507	2,29
03	8,162	20.375	2,50
04	8,324	22.366	2,69
Média	8,099 \pm 0,155	18.690 \pm 2.862	2,30 \pm 0,31

Uma análise comparativa com os dados coletados por Santos [13] durante o período de 1990-98, mostra que o número médio de exames em Medicina Nuclear aumentou uma ordem de grandeza no período de 2000 a 2004, enquanto que a frequência praticamente dobrou (Tabela 2). No entanto, a população média de Pernambuco não obteve um grande aumento no número de habitantes (fator de 1,1) [10]. Este fato demonstra que houve uma maior procura pelos exames de Medicina Nuclear no Estado.

Tabela 2: Comparação da frequência anual de exames por cada 1.000 habitantes de Pernambuco em diferentes períodos.

Período	N° Médio de Exames	População Média ($\times 10^6$)	Frequência/1000 hab.
1990 – 98 [13]	8.808	7,218	1,22
2000 – 04	18.690	8,099	2,30

Na figura 1, estão distribuídos os principais exames de Medicina Nuclear no período de 2000 a 2004 em Pernambuco. Observa-se que 50% do total de exames são de cintilografias do miocárdio. Este resultado provém do alto índice de doenças cardiovasculares que a população brasileira tem adquirido devido ao estresse cotidiano, a uma alimentação inadequada e uma vida sedentária, seguindo a tendência mundial. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Brasil é o nono (9º) no mundo em números absolutos cuja população morre mais de doenças cardíacas [14].

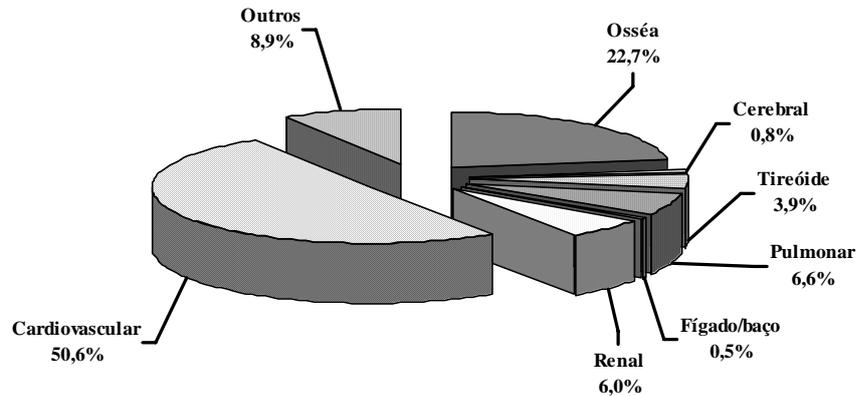


Figura 1: Distribuição percentual de exames em Medicina Nuclear no período de 2000 a 2004 no Estado de Pernambuco.

Vale ressaltar que no período de 1990-98 as cintilografias cardíacas representavam 15% dos exames [13], e no período de 2000-2004 houve um crescimento muito significativo, passando a representar 50% dos exames realizados em Pernambuco. Esse aumento demonstra claramente uma maior procura aos serviços médicos por causa de doenças cardiovasculares, além de uma maior popularização deste procedimento diagnóstico. Inclusive, algumas clínicas têm priorizado a realização de estudos de perfusão do miocárdio.

O segundo procedimento mais comum é a cintilografia óssea. Esse índice pode ser devido ao acompanhamento da incidência de metástases, principalmente devido aos cânceres de mama e próstata. Segundo o INCA, no período de 1997-2001, as taxas de incidência ajustadas por idade na cidade de Recife foram 61,6% e 46,8%, para câncer de mama e próstata, respectivamente.

Essa distribuição de exames (figura 1) contrasta com o observado em outros países. No levantamento realizado em Cuba no período de 1995-1999, a cintilografia do miocárdio sequer é mencionada, sendo os exames da tireóide (captação e imagem com ^{131}I) o de maior percentual (63%) [1]. Um estudo realizado na Espanha, no período de julho de 1999 a março de 2000, mostrou que o procedimento mais freqüente era a cintilografia óssea (quase 45%), seguido dos procedimentos endócrinos (15%) e dos cardiológicos (12%) [8]. Na Alemanha (1996-2002), foi observado que 37% do total de exames são da tireóide, seguido de 25% para cintilografias ósseas e de 13% para exames do miocárdio [4].

Na tabela 3 são apresentados os valores das atividades dos radionuclídeos administradas no estado de Pernambuco, bem como os valores recomendados no documento Safety Report Series N°40 da IAEA [3]. Observa-se que as atividades usadas no Estado de Pernambuco são superiores aos recomendados no referido documento em todos os procedimentos. Esses valores de atividade também são mais elevados do que encontrados em outros países [1, 2, 9]. Segundo a ICRP [12], todos os tipos de exames radiológicos têm que ser otimizados, de tal modo que a dose efetiva recebida pelo paciente não exceda àquela necessária para obter a informação clínica desejada.

Para otimização da proteção do paciente em medicina nuclear, é recomendado os níveis de referência para procedimentos diagnósticos [3, 15]. Em longo prazo, esses níveis de referência são derivados por meio da escolha do radionuclídeo, geometria da câmara de cintilação, colimador e métodos para processamento de imagens. E a decisão final é baseada na análise do

operador (*ROC analysis*) das imagens dos pacientes. Entretanto, uma forma de eliminar os esquemas de atividades inapropriadas em curto prazo é descrever a atual situação em termos de distribuição estatística das atividades administradas em medicina nuclear em uma região com equipamentos e métodos similares [15]. Vale ressaltar que, esses níveis de referência para exposição médica devem ser estabelecidos por uma equipe profissional relevante (médicos) [3].

Nesse estudo, foram observadas algumas diferenças entre as atividades utilizadas em um dado procedimento pelos serviços de medicina nuclear em Pernambuco (tabela 3) e essas diferenças variaram, em média, por um fator de 1,7 para os procedimentos utilizando ^{99m}Tc , destacando-se a perfusão pulmonar (2,5), Fígado/baço (3,0) e renograma (2,5). No caso da cintilografia da tireóide com ^{131}I , há serviços que administram atividades 5 vezes mais elevadas que outros. Com relação às atividades recomendadas pela IAEA, a razão média foi 2,75 e as razões mais elevadas foram para cintilografia pulmonar. Entretanto, vale ressaltar que a atividade recomendada pela IAEA para a perfusão pulmonar não seria apropriada se a ventilação for feita com aerosol de ^{99m}Tc [3]. Assim, talvez as atividades elevadas encontradas nesse estudo fossem necessárias para mascarar a atividade de ventilação.

Tabela 3: Comparação entre as atividades administradas em Pernambuco e as recomendadas pela IAEA.

Exames	Radiofármaco	Atividade administrada (MBq)	
		Este Estudo ^a	IAEA[3]
Ósseo	MDP	978 (925-1110)	600
Cerebral	ECD	951 (740-1110)	800 ^b
Tireóide ^{99m}Tc	^{99m}Tc	502 (370-555)	200
Tireóide ^{131}I	^{131}I	10 (3,7-18,5)	20 ^c
Pulmonar (Perfusão)	MAA	423 (259-666)	100
Pulmonar (Inalação)	DTPA	1062 (999-1110)	80
Fígado/Baço	Est. Coloidal	328 (185-555)	80
Vias Biliares	DISIDA	307 (296-370)	150
Cint. Renal	DMSA	233 (185-259)	160
Renograma	DTPA, ECD	486 (296-740)	350
Cardiovascular (Repouso)	MIBI	523 (444-666)	600
Cardiovascular (Esforço)	MIBI	1639 (1332-1998)	600

^a média (intervalo de atividades); ^b DTPA ou Glucoheptonato; ^c Atividade para ^{123}I .

É importante enfatizar que as atividades recomendadas pela AIEA são para o homem padrão (paciente adulto com 70kg). Muitos pacientes ficam fora desse intervalo padrão (pacientes mais magros ou mulheres) e, com isso, o paciente recebe uma exposição desnecessária de radiação. Nesses casos, é necessário adotar atividades reduzidas.

Observa-se, assim, a necessidade de rever os protocolos empregados nos serviços de medicina nuclear do Estado.

3.2. Cálculo das doses efetivas

Os cálculos da Dose Efetiva Coletiva no período de 2000 – 2004 de acordo com o número de exames realizados nos mostram uma Dose Efetiva Coletiva anual de 1.718 homem.Sv (tabela 4).

Tabela 4: Comparação entre as doses efetivas anual (coletiva e por habitante) no Estado de Pernambuco e em outros estudos

<i>Estudo</i>	<i>E_{col} (homem.Sv)</i>	<i>E/habitante (mSv)</i>
Cuba (1995-1999) [1]	54	0,05
Alemanha (1996-2002) [4]	10.200	0,12
Reino Unido (2003-2004) [5]	1.600	0,03
Pernambuco (1990-1998) [13]	806	0,11
Esse estudo	1.718	0,22

Quando comparado com ao estudo realizado em Pernambuco no período de 1990–98 [13], a E_{col} anual teve um aumento significativo de cerca de 47%. Isto se deve ao fato de o número médio de exames por ano ter aumentado e os protocolos terem permanecido praticamente os mesmos. A maior contribuição para a dose efetiva coletiva é proveniente dos procedimentos efetuados com o ^{131}I (Pesquisa de metástases de carcinoma diferenciado da tireóide e cintilografia/captação da tireóide), perfazendo um percentual de 96,5%. A diminuição do uso do referido radionuclídeo através da substituição pelo ^{99m}Tc e ^{123}I proporcionaria uma redução das doses efetivas no paciente e coletiva.

Em comparação com outros países, Pernambuco apresenta o valor da dose efetiva por habitante (E/habitante) maior que aquela registrada no Reino Unido[5], Alemanha[4] e Cuba[1]. Na realidade, ela é significativamente mais elevada do que a média registrada pela UNSCEAR para países de nível de saúde pública I (0,081mSv) e de saúde pública II (0,008mSv) no qual o Brasil está enquadrado[2].

4. CONCLUSÃO

Os dados apresentados nesse trabalho caracterizam a prática de procedimentos em medicina nuclear realizados no Estado de Pernambuco no período de 2000 a 2004. Eles mostram que esse tipo de prática ainda está em expansão no referido Estado e o aumento significativo no número de exames é impulsionado pelo estudo de perfusão do miocárdio.

As atividades administradas aos pacientes para a maioria dos procedimentos são mais elevadas que aquelas recomendadas pela IAEA e as aplicadas em outros países. Assim, sugere-se que os protocolos devam ser revisados a fim de reduzir as doses sem reduzir a qualidade da imagem.

As doses efetivas anuais por habitante também são mais elevadas que em outros países. Estes valores podem ser reduzidos com a utilização do ^{123}I ou ^{99m}Tc no lugar do ^{131}I em alguns procedimentos.

É importante continuar efetuando esse tipo de levantamento para ajudar a estabelecer atividades de referência para medicina nuclear a serem aplicados no Brasil e para fornecer as

doses efetivas coletiva e por habitante no país devido a procedimentos diagnósticos em Medicina Nuclear.

1. FLORES, O.B.; CABALLERO, A.B.; SÁNCHEZ, O.L.; ESTRADA, A.M.; GARCIA, J.H. Population Effective Collective Dose from Nuclear Medicine Examination in Cuba. *Radiation Protection Dosimetry*, 121(4):438-444 (2006).
2. UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly with Annex D: Medical Radiation Exposure, NY:UNSCEAR, United Nations (2000).
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Safety Report Series No.40, Vienna (2005).
4. STAMM – MEYER, A.; NOBKE, D.; SCHNELL-INDERST, P.; HACKER, M.; HAHN, K.; BRIX, G. Diagnostic nuclear medicine procedures in Germany between 1996 and 2002 – Application frequencies and collective effective doses. *Nuklearmedizin*, 45:1-9 (2006).
5. HART, D.; WALL, B.F. UK nuclear medicine survey 2003–2004. *Nuclear Medicine Communications*, 26:937-946 (2005).
6. KALMYKOV, L.; PILIPENKO, N.; KOMEEVA, V. Collective doses and radiation risks due to medical diagnostic exposures in Ukraine. *Radiation Protection Dosimetry*, 69:275-280 (1997).
7. TYAGI, K.; JAIN, S.C.; JAIN, P.C. Radiation dose estimates in Indian adults in normal and pathological conditions due to ⁹⁹Tc – labelled radiopharmaceuticals. *Radiation Protection Dosimetry*, 95:37-42 (2001).
8. MARTIN-COMIN, J.; Alarcó, R.; Banzo, J.; CAMPOS, L.; FREIRE, J.; GARIA-SOLIS, D.; LAFUENTE, C.; LOMEÑAS, F.; PEÑAFIEL, A.; RAYO, I.; SOPENA, R.; SORIANO, A. Practice of nuclear medicine in Spain. *European Journal of Nuclear Medicine*, 28:105-112 (2001).
9. BOMBEN, A.M.; CHILIUTTI, C.A. Radiopharmaceutical Activities Administered for Diagnostic and Therapeutic Procedures in Nuclear Medicine in Argentina: Results of a National Survey. *Proceedings of 11th International Congress on the International Radiation Protection Association (IRPA 11)*, Madrid, Spain, 2004.
10. <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 14/04/2010.
11. STABIN, M.G. MIRDOSE – The personal computer software for use in internal dose assessment in nuclear medicine. *Journal of Nuclear Medicine*, 37:538-546 (1996).
12. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). The 2007 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann ICRP 37 (2-4) (2007).
13. SANTOS, M.A.P. *Avaliação da dose na população de Pernambuco devido aos procedimentos de medicina nuclear*. Dissertação de Mestrado do Programa de Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco, 1999. 89 p
14. <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0oi389293-ei298,00.html>> Acesso em: 21/03/2006.
15. MATTSSON, S., JACOBSSON, L., VESTERGREN, E. The Basic Principles in Assessment and Selection of Reference Doses: Considerations in Nuclear Medicine. *Radiation Protection Dosimetry*, 80(1-3):23-27 (1998).