

PRODUÇÃO DE ^{123}I UTILIZANDO-SE O CÍCLOTRON CV-28 DO IPEN-CNEN/SP

S.A.C. MESTNIK, J. MENGATTI, W. NIETO, S.I. YANAGAWA, L.C.A. SUMIYA, C.P.G. SILVA e J.A. OSSO JUNIOR

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES/SP - Caixa Postal 11049 - CEP: 05422-970

Estabeleceram-se as condições ideais para a produção do ^{123}I por meio da reação $^{124}\text{Te}(p,2n)^{123}\text{I}$ usando o cíclotron CV-28 do IPEN-CNEN/SP, com prótons de $E_{\text{max}}=24$ MeV. Estudaram-se dois tipos de alvos (TeO_2 e $\text{TeO}_2 + 2\% \text{Al}_2\text{O}_3$) e a influência do Al_2O_3 na liberação do Iodo. Após a seleção, o alvo $^{124}\text{TeO}_2$ (96,2%) em ^{124}Te , foi fundido em suporte de platina (277 mg/cm^2) e irradiado com correntes de prótons até $12 \mu\text{A}$. A separação do ^{123}I foi realizada pelo processo de destilação a seco utilizando-se um forno de indução e atmosfera de O_2 . Os resultados obtidos nas sete primeiras produções foram: Rendimento de produção = $(3,31 \pm 0,07) \text{ mCi } ^{123}\text{I}/\mu\text{Ah}$, 1,7% de ^{124}I no produto (EOB), a perda de $^{124}\text{TeO}_2$ durante cada destilação foi menor do que 0,5% e a forma química do iodo coletado em solução de $\text{NaOH } 0,01 \text{ N}$ foi aproximadamente 100% iodeto.

INTRODUÇÃO:

O ^{123}I é um radioisótopo muito importante na área de Medicina Nuclear uma vez que substitui o ^{131}I pela vantagem de reduzir ao paciente a dose total absorvida. Sua meia-vida física (13,2h) e a emissão de um fóton de alta abundância ($E_\gamma = 159 \text{ KeV}$) são de grande importância para uso médico. Pode ser usado na forma de iodeto de sódio para estudos da função tireoideana ou incorporado a compostos orgânicos para outras finalidades, por exemplo: IMP (Isopropil-p-I-anfetamina) e a HIMP (Hidroxibenzilpropanodiamina) para estudos dinâmicos do cérebro; ácidos graxos e a MIBG (Meta-Iodo-Benzil-Guanidina) para estudos do miocárdio e anticorpos marcados com ^{123}I para detecção de tumores(7).

O ^{123}I pode ser produzido a partir de dois métodos: 1. Método Direto, no qual utilizam-se deuterons ou prótons de energia baixa $E_p \leq 24$ MeV, e reações do tipo: $^{123}\text{Te}(p,n)$, $^{124}\text{Te}(p,2n)$, $^{122}\text{Te}(d,n)$, $^{121}\text{Sb}(\alpha,2n)$ e $^{122}\text{Te}(^3\text{He},2n)$. 2. Método In-

direto, onde utilizam-se partículas de energia alta: prótons de $E = 50-60$ MeV ou deuterons de $E = 70-85$ MeV e reações do tipo: $^{127}\text{I}(d,6n)^{123}\text{Xe}$ $\frac{2,08 \text{ h}}{EC}$ ^{123}I ou $^{127}\text{I}(p,5n)^{123}\text{Xe}$ $\frac{2,08 \text{ h}}{EC}$ ^{123}I .

A vantagem deste método é a obtenção de um produto de alta pureza radionuclídica.

Considerando-se as características do cíclotron existente no IPEN-CNEN/SP (modelo CV-28 da Cyclotron Corporation) optou-se em preparar o ^{123}I pelo método direto por causa da limitação da energia do feixe de prótons.

A produção se dá pela incidência de prótons de 24 MeV sobre o alvo de dióxido de Telúrio(2), por meio da reação $^{124}\text{Te}(p,2n)^{123}\text{I}$, e para a obtenção do produto com alto grau de pureza, para aplicação médica, é necessário que o alvo seja altamente enriquecido em ^{124}Te (96,2%).

A impureza ^{124}I obtida pela reação: $^{124}\text{Te}(p,n)$, associada com a produção do ^{123}I pela reação $^{124}\text{Te}(p,2n)^{123}\text{I}$ tem influência considerável na resolução de mapeamentos e na dose total absorvida pelo paciente e é o fator que limita o tempo útil de aplicação do ^{123}I . A literatura(3) mostra que a qualidade da imagem cintilográfica do ^{123}I começa a se deteriorar substancialmente quando o nível de ^{124}I for da ordem de 4,5% em relação ao ^{123}I . Para amostras de ^{123}I produzidas pela reação $^{124}\text{Te}(p,2n)$ com alvos enriquecidos (96,2% em ^{124}Te), este nível é atingido 36 horas após EOB (end of bombardment).

EXPERIMENTOS REALIZADOS

Inicialmente, estudou-se o método de confecção do alvo o qual baseia-se na fusão de TeO_2 ou do $\text{TeO}_2 + 2\% \text{Al}_2\text{O}_3$ sobre suporte de platina. O objetivo da adição de Al_2O_3 ao alvo foi verificar se havia alteração em sua resistência física(1), quando irradiado, e também estudar a influência deste óxido na liberação do iodo durante a destilação(4), (Tabela 1). Dois alvos foram testados: TeO_2 puro e $\text{TeO}_2 + 2\% \text{Al}_2\text{O}_3$ (277 mg/cm^2). Os materiais foram colocados sobre um suporte de platina em uma cavidade, $0,78 \text{ cm}^2$, ($d = 1 \text{ cm}$, $h = 0,1 \text{ cm}$) e fundidos em temperaturas superiores a 7360C . Irradiaram-se os mes-

mos com correntes de prótons de até 12 μ A utilizando-se sistema Wobbling (sistema de varredura) durante vários intervalos de tempo (10 min - 2 h). De terminaram-se as perdas de TeO_2 gravimetricamente.

Realizou-se a separação química do iodo pelo método de destilação a seco, em atmosfera de

O_2 , usando-se destilador de quartzo e forno de indução de alta frequência (Modelo "I", 8 Kw, POLI-TRON). Coletou-se o iodo em solução de NaOH 0,01N. O equipamento utilizado para a destilação é apresentado. (Figura 1).

TABELA 1. Separação química de iodo radioativo a partir de alvos de TeO_2 e $\text{TeO}_2 + 2\% \text{Al}_2\text{O}_3$, pelo método de destilação a seco, usando forno de indução. Temperatura do forno: $760 \pm 5^\circ\text{C}$. Intervalo de tempo de destilação: 2 min. Fluxo de O_2 : 30-40 ml/min.

	ALVOS			
	TeO_2 PURO		$\text{TeO}_2 + 2\% \text{Al}_2\text{O}_3$	
	Alvo 1	Alvo 2	Alvo 1	Alvo 2
Iodo Liberado do Alvo (%)	$92,1 \pm 2,9$	$97,1 \pm 2,0$	$50,7 \pm 2,2$	$47,2 \pm 4,4$
Iodo Coletado em Solução de NaOH 0,01 N (%)	$73,2 \pm 8,2$	$73,2 \pm 8,0$	$40,1 \pm 6,3$	$38,9 \pm 1,9$

Número de experimentos = 6

EQUIPAMENTO UTILIZADO NA SEPARAÇÃO QUÍMICA DO ^{123}I

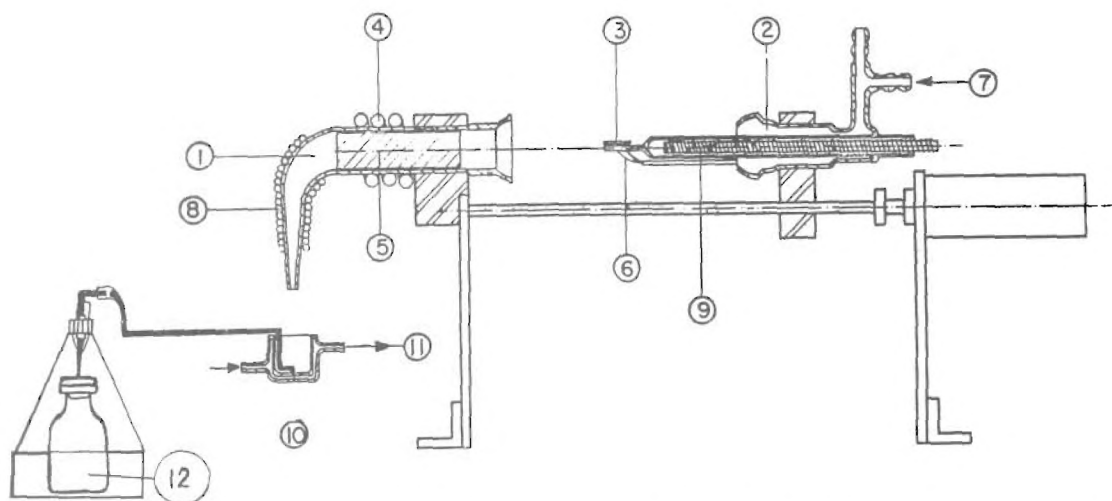


FIGURA 1. Esquema do equipamento: 1. Tubo externo de quartzo (fixo). 2. Tubo interno de quartzo (móvel). 3. Suporte de platina com óxido de telúrio. 4. Forno de indução. 5. Tubo de platina $\varnothing = 22$ mm. 6. Termopar. 7. Fluxo de $\text{O}_2 = 30-40$ ml/min. 8. Aquecimento. 9. Resistência elétrica. 10. Solução de NaOH. 11. Circulação de água de refrigeração. 12. Frasco coletor.

Posteriormente, quando utilizaram-se alvos enriquecidos, foram estudados os rendimentos de produção do ^{123}I , a porcentagem do contaminante ^{124}I presente e a forma química do iodo coletado por cromatografia.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 1 observa-se que, quando o Al_2O_3 foi adicionado ao TeO_2 , cerca de 40% da atividade do iodo produzido ficou retida no alvo durante a destilação enquanto que, quando se usou o TeO_2 puro, apenas 5% foi retida. Provavelmente este óxido atua como adsorvedor para o iodo⁽²⁾.

Ainda, quando usou-se TeO_2 puro, a resistência física do alvo apresentou-se satisfatória uma vez que não houve perda de massa, mesmo irradiando-se com correntes de 12 μA durante duas horas. A massa do alvo manteve-se em 216 mg. Estes resultados são concordantes com os de Michael e colaboradores⁽⁵⁾.

Durante as destilações, as perdas de massa do TeO_2 foram 0,5%. Esta pequena perda mostra a vantagem em se usar aquecimento indutivo em lugar de aquecimento convencional conforme verificado também por Oberdofner e colaboradores⁽⁶⁾.

A análise dos dados referentes à sete produções, levaram aos seguintes resultados:

Rendimento de produção do ^{123}I : $(3,31 \pm 0,07\%) \text{ mCi } ^{123}\text{I}/\mu\text{Ah}$.

Nível de Pureza ^{124}I no ^{123}I : 1,7% (EOB).

Forma química do Iodo coletado em sol. NaOH 0,01N= 100% como iodeto.

Concluiu-se que o produto obtido a partir deste estudo mostra-se adequado para uso médico, desde que usado dentro dos limites de tempo exigidos para que a relação $^{124}\text{I}/^{123}\text{I}$ mantenha-se dentro do permissível para se obter uma boa resolução nos mapeamentos, ou seja, até 4,5%.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas do grupo de Produção de Radionuclídeos Ana Lucia Villela Pinheiro Lima e Luiz Antonio Villela, pela colaboração que vêm prestando à produção rotineira do ^{123}I e também a otimização do método, à Dra. Setsuko Sato Achando que vem realizando o controle radioquímico do produto e aos responsáveis pela operação do Ciclotron CV-28 do IPEN-CNEN/SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRADY, G.W. "Structure of tellurium oxide glass" *J.Chem.Phys.* 27(1): 300-303, 1957.
2. BOSCH, R.V.D.; GOEIJ, J.M.; HEIDE, J.V.D.; TER - TOOLEN, W.; THEELEN, H.J.; ZEBERS, C. "A new

approach to target chemistry for the iodine - ^{123}I production via the $^{124}\text{Te} (p,2n)$ reaction". *Int.J.Appl.Radiat.Isot.* 28: 255-261, 1977.

3. BOSCH, R.V.D. "Production of ^{123}I , ^{77}Br and ^{87}Y with the Eindhoven A.V.F. Cyclotron". Thesis, Eindhoven, Alemanha, out., 1979.
4. MESTNIK, S.A.C. and MENGATTI, J. "Studies for the Production of ^{123}I at the CV-28 Cyclotron, of IPEN-CNEN/SP". Proceedings of Fourth Workshop on Targetry and Target Chemistry, 71-72, Villigen, Suíça, 9-12/9, 1991.
5. MICHAEL, H.; ROSEZIN, H.; APELT, H.; BLESSING, G.; KNIEPER, J. and QAIM, S.M. "Some Technical improvements in the production of ^{123}I via the $^{124}\text{I} (p,2n) ^{123}\text{I}$ reaction at a compact cyclotron". *Int.J.Appl.Radiat. Isot.* 32:381-7, 1981.
6. OBERDORFER, F.; HELUS, F.; MAIER-BORST, W. "Experiences in the routine production of ^{123}I via the $^{124}\text{I} (p,2n) ^{123}\text{I}$ reaction with a low energy cyclotron". *J.Radioanal.Chem.* 65:1-2, 51-56, 1981.
7. YOKOYAMA, A.; SAJI, H.; FUJIBAYASHI, Y. "Future need of radionuclide development in radio-pharmaceuticals". Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kyoto - Japan, Kyoto University, INIS-mf-12714.