

담배 흡연으로 인한 한국인의 방사선 피폭선량 계산에 관한 연구

임경섭 · 유연재 · 김광표
경희대학교

E-mail: kpkim@khu.ac.kr

중심어 (keyword) : 담배, 흡연, 담배중 방사성 물질, 호흡기모델, 방사선량

서 론

대한민국 남성의 흡연율은 세계 최고 수준이다. 2008년 현재 약 51%로 경제협력기구 (OECD) 30개 회원국들의 평균 흡연율의 2배에 달한다.

담배는 유해한 화학물질뿐만 아니라, 방사능 피폭을 초래할 수 있는 우라늄 계열의 방사성물질도 포함하고 있다. 방사성물질이 담배에 축적되는 경로는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 담배를 재배할 때 사용하는 인산질 비료의 주원료인 인회석 내의 방사성 물질이 축적되는 경로와 공기 중의 라돈가스가 재배중인 담배 잎에 흡착으로 인한 경로가 있다. 담배에 포함된 우라늄계열의 핵종은 주로 알파선과 베타선의 방사선을 방출하기 때문에, 담배흡연으로 우라늄계열의 핵종이 신체내부에 흡착되었을 경우 상대적으로 높은 방사성피폭을 초래할 수 있다.

국내에서는 높은 흡연율에도 불구하고 흡연으로 초래될 수 있는 방사선피폭에 대한 인지가 부족하고 또한 이에 대한 연구도 전무한 실정이다. 흡연으로 인한 방사선피폭은 그 방사선량이 낮다 하더라도 국내의 높은 흡연율을 고려한다면 국민보건관점에서 우려의 대상이다. 따라서 본 연구의 목적은 (1) 담배에 포함된 방사성핵종과 그 방사능에 대한 문헌고찰, (2) 담배흡연으로 인한 개인 방사선량 계산, 그리고 최종적으로 (3) 이로 인한 대한민국 국민의 총 방사선량을 예상하는 것이다.

재료 및 방법

담배에 포함된 방사성핵종과 그 방사능을 알아보기 위해 문헌고찰을 실시하였다. Web of science를 통해 “담배 내 방사성물질”과 관련이 있는 논문 30여개를 수집하였다. 각각의 논문에서 측정된 방사성물질의 양을 발췌하여 이를 지역별로 분류하여 담배내 방사성물질의 평균치를 계산하였다.

흡연으로 인한 개인 방사선량 계산을 위해 대한민국 국민의 흡연율과 ICRP-66호흡기 모델을 이용하였다. 국민의

흡연율을 알기 위해서 통계청의 자료를 조사하였다. 통계청에서 발표한 자료에 따르면 국내 흡연자의 하루 평균 흡연량은 2001년에는 20-30 개비가 48.7%로 가장 많았고, 2008년은 11-20 개비가 평균 51.3%로 가장 높았다. 본 연구에서 사용된 선량변환인자는 ICRP-66 호흡기 모델을 기반으로 한 ICRP-71을 사용하였다. ICRP-71은 1996년 출판되었으며 핵종별 침적, 순환, 방출 정도에 따라 F, M, S 값으로 구분하였다.

흡연시 내부피폭을 수반하는 방사성 물질은 우라늄 계열의 천연 방사성핵종이다. 어미핵종인 U-238의 딸 핵종 중 Rn-222은 가스 상태로 체외로 배출될 가능성이 높고 Rn-222와 영속평형을 이루고 있는 딸핵종인 Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214도 선량평가에서 제외하였다.

등가선량은 다음과 같은 식으로 계산 될 수 있다.

$$\text{등가선량} = M (\text{Kg/y}) \times C (\text{Bq/kg}) \times 0.75 \times H (\text{Sv/Bq})$$

위 식에서 M은 연간 흡연하는 담배의 질량이고, C는 담배 1kg속의 방사능 양, 0.75는 흡연시 목속에 들어가는 연기의 양 (약75%), H는 ICRP-71에서 제공하는 선량변환인자 이다. 2003년 총 인구수는 4800만 명 성인인구 3500만 명이며 성인 흡연율 26.3%를 적용하여 흡연으로 인한 총 피폭선량과 국민 1인당 피폭선량을 계산하였다. 국내의 흡연자가 하루 평균 한 갑 (20개비)의 담배를 피운다고 가정하였고, 이때 담배 한 개비의 무게는 0.8g이며, 흡연으로 받는 피폭선량의 단위는 mSv/y를 사용하였다.

결과 및 고찰

그림-1에 문헌에서 수집한 담배 중 Po-210의 방사능 농도를 대륙별로 분류하여 나타내었다. 유럽 14개국 (벨기에, 영국, 핀란드, 프랑스, 유고슬라비아, 네덜란드, 이탈리아, 노르웨이, 폴란드, 러시아, 스페인, 독일, 그리스, 헝가리), 아시아 4개국 (한국, 일본, 필리핀, 사우디아라비아), 북아메리카 6개국 (브라질, 쿠바, 도미니카 공화국, 멕시코, 온두라스, 니카라과), 아프리카 1개국 (이집트)로 분류하여 대륙별 평균값을 나타내었다. 유럽의 평균 Po-210의 값은 22.7 (±7.2) Bq/kg 이고 아시아는 18.1 (±7.7) Bq/kg, 북아메리카는 15.6 (±4.6)

Bq/kg, 남아메리카는 25.5 (±7.5) Bq/kg, 아프리카는 21.7 (±6.1) Bq/kg으로 평균 20.7 (±7.4) Bq/kg이다.

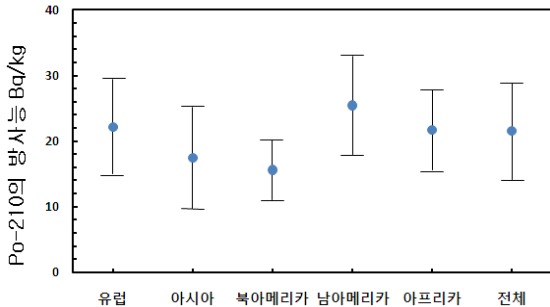


그림-1. 대륙별 담배속 ²¹⁰Po의 방사능농도와 평균 농도

표-1은 총 7개의 국외논문을 분석하여 담배 속에 들어있는 U-238, Ra-226의 방사능을 나타내었다. 평균 방사능 농도는 U-238이 9.48 (±2.1) Bq/kg, Ra-226이 5.22 (±2.4) Bq/kg, 이다. 하지만 U-238의 경우 실제 비교할 수 있는 자료가 총 2개로 신뢰하기 힘든 평균값이라 판단되지만 두 값이 크게 다르지 않아 본 연구에서는 두 자료의 평균값을 사용하였다.

표-1. 담배속의 ²³⁸U과 ²²⁶Ra의 방사능 (Bq/kg)

	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	평균
²³⁸ U		7.96		11				9.48
²²⁶ Ra	3.38	7.18	7.77	3	3.37	8.4	3.45	5.22

U-238의 경우 붕괴되며 방출하는 감마선의 분율이 매우 낮아 직접적인 측정이 어렵다. 따라서 영속평형 상태인 딸 핵종 중 검출효율이 좋은 핵종을 이용하여 U-238의 방사능을 구할 수 있다. U-238에서 Th-230까지는 9.48 Bq/kg, Ra-226은 5.22 Bq/kg, Pb-210에서 Pb-206까지는 20.7 Bq/kg이다.

표-2. 핵종별 연간 피폭량 (mSv/y)

핵종	피폭선량	최소 예상값	최대 예상값
U-238	1.20E-01	2.08E-02	3.32E-01
Th-234	3.20E-04	1.04E-04	3.20E-04
U-234	1.45E-01	2.33E-02	3.90E-01
Th-230	5.81E-01	5.81E-01	4.15
Ra-226	8.00E-02	8.23E-03	2.17E-01
Pb-210	9.97E-02	8.16E-02	5.08E-01
Po-210	2.99E-01	5.53E-02	3.90E-01
합계	1.3	0.77	6.0

ICRP에서는 핵종의 F, M, S를 모르는 경우 Th은 S유형을 기타 핵종들은 M유형 사용을 권장한다. 최대 예상 값

은 Th이 F유형이고, 나머지 핵종들이 S유형인 경우이고, 최소 예상 값은 Th이 S유형 나머지 핵종들이 F유형인 경우이다. 표-2에 흡연을 통해 내부피폭을 유발하는 핵종별 피폭선량 과 최대피폭선량, 최소피폭선량을 계산하였다. 하루 한 갑을 흡연하는 사람은 연간 약 1.3 mSv의 피폭선량을 받는다. 최대 받을 수 있는 피폭선량은 6.0 mSv이다.

표-3. 국민1인당 선량값 (mSv/y)

	ICRP 권장모델	최소 예상값	최대 예상값
국민 1인당 선량값	0.26	0.15	1.15

총 흡연자가 받는 피폭선량은 1.2×10^7 mSv이다. 따라서 국민 1인당 받는 피폭선량은 0.26 mSv 이고 이 값은 흡연자뿐만 아니라 비흡연자와 아동까지 포함한 국민1인당 피폭선량이다.

ICRP-71의 선량계산인자는 1 μ m의 담배입자 크기를 기준으로 한다. 하지만 담배의 입자는 0.2-0.5 μ m로 ICRP 기준보다 작은 입자를 가지고 있다. 따라서 실제 담배의 입자크기를 고려하면 선량값은 더욱 높아질 것으로 예상된다.

결론

본 연구에서는 흡연으로 인해 한국인이 받는 내부피폭선량을 계산하였다. 하루 평균 20개비 흡연으로 받는 피폭선량은 1.3 mSv/y이다. 이 값은 최대 6.0 mSv/y까지 높아질 가능성이 있다. 이는 일반인의 연간 피폭선량한도인 1 mSv/y보다 약 6배가 높은 값이다. 또한 총 흡연자가 받는 피폭선량은 1.2×10^7 mSv이며, 국민 1인당 받는 피폭선량은 0.26 mSv이다. [1] 또한 실제 담배의 입자크기를 적용한다면 선량값이 더욱 높아질 것이다. [2] 무엇보다 이 예상 값은 외국 담배들 속에 들어있는 평균 방사능 값이기 때문에 우리나라의 담배와 차이를 보일 것으로 예상된다. [3] 또한 국내의 경우 타 국가에 비해 높은 흡연율을 보이고 있어 더 많은 사람들이 흡연으로 인해 피폭을 받고 있을 것으로 예상된다. [4] 하지만 흡연으로 받는 내부피폭선량에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. [5] 따라서 국내에서 현재 시판되고 있는 담배들을 이용해 한국의 흡연자들이 흡연을 통해 받는 핵종별 피폭선량 값을 계산하는 연구가 시급히 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 과제는 한국 연구 재단의 한국 원자력 대학생 지원 사업의 지원을 받았습니다.

참고 문헌

1. ICRP, ICRP publication 71 (1996).
2. 이행필 외 5명, "담배에 함유된 Po-210의 방사능 분석에 대한 연구" 한국원자력연구소 (2002).