

Radon Blocking Effect of Mask used in Everyday Life

Se-Hyeon Cheon,¹ Yong-Ki Lee,² Sung-Min Ahn^{1,*}

¹Department of Radiological Science, Gachon University,

²Department of Radiologic Technology, Chungbuk Health & Science University

Received: June 03, 2020. Revised: June 20, 2020. Accepted: June 30, 2020

ABSTRACT

Since radon is an inert gas and is a monoatomic molecule, the size of one particle represents the size of an atom, which means that it has a radius of approximately 1 to 100 nm. Therefore, if the mask has a radius smaller than the size of general fine dust and ultra fine dust, but it is possible to block the inhalation of radon more than a certain amount, it is considered that the exposure through the inhalation of radon can be reduced through normal indoor wear. Accordingly, we would like to find out the radon blocking effect of a mask worn in everyday life. Looking at the reduction rate of radon for each mask, cotton masks decreased by 33.45%, medical masks by 33.50%, KF 80 masks by 35.12%, and KF 94 masks by 37.72%. It was found that the radon blocking effect of the cotton and medical masks was somewhat inferior to that of the KF mask, but the difference was not so great that the introduction of radon into the air could be blocked to a certain level by wearing a mask.

Keywords: Mask, Radon, Lung cancer

I . INTRODUCTION

라돈(²²²Rn)은 무색, 무미, 무취의 불활성 기체이기도 하며 α 선을 방출하는 자연 방사성 핵종으로서 토양이나 암석 내부의 우라늄, 토륨이 몇 단계의 방사성 붕괴를 이루면서 생성되는 핵종이다.^[1] 평소 사람들이 피폭을 받는 방사선의 종류는 크게 인공 방사선과 자연 방사선으로 구분되는데 자연 방사선은 토양에서 방출되는 방사선, 우주에서 들어오는 방사선, 음식을 섭취하면서 체내에 들어오는 방사선 등으로 구분된다. 그중 라돈은 토양에서 방출되는 자연 방사선으로서 1명이 1년당 피폭되는 자연 방사선 약 2.4 mSv 중에서 약 1.3 mSv가 라돈에 의해 피폭될 만큼 높은 비중을 차지하고 있다.^[2]

2000년부터 현대까지 수많은 암 중 가장 높은 사망률을 나타내는 암은 폐암으로서 라돈은 이러한 폐암의 원인 중 3~14%를 차지하여 세계보건기구(WHO)로부터 흡연 다음으로 폐암을 발생시키는

주요 발생원으로 보고되었다.^[3] 라돈은 토양으로부터 건물의 바닥이나 벽의 갈라짐 등을 통해 실내로 유입된다.^[4] 이처럼 건물 내부로 유입된 라돈은 건물에서 생활하는 사람의 체내로 흡입되어 체내에서 ²¹⁸Po로부터 ²⁰⁶Pb에 이르는 연쇄 붕괴과정을 일으키며 알파선을 방출하여 폐 조직을 손상시킨다.^[5] 따라서 폐암을 유발하는 라돈은 국제암연구위원회(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서는 1급 발암 물질로 규정되었다.^[3] 최근 코로나바이러스 감염증-19(COVID-19)로 인해 다수의 사람이 마스크를 착용하고 있으며, 이중 KF(Korea Filter)는 미세먼지, 초미세먼지 등 유해입자를 차단하는 성능을 나타낸다. KF80은 0.6 μ m의 크기를 가진 미세입자를 80% 이상 차단하며, KF94, KF99는 각각 0.4 μ m 크기의 미세입자를 94, 99% 이상 차단할 수 있다는 것을 의미한다.^[6]

라돈은 불활성기체로서 단원자분자이기 때문에 입자 하나의 크기가 원자 하나의 크기를 나타내며

* Corresponding Author: Sung Min, Ahn

E-mail: sman@gachon.ac.kr

Tel: +82-32-820-4180

이는 대략 반경 1~100 nm를 가지고 있다는 것을 의미한다.^[7] 따라서 마스크가 차단하는 일반적인 미세먼지, 초미세먼지의 크기보다 작은 반경을 가지지만 일정 이상의 라돈 흡입을 차단할 수 있다면 평소 실내작용을 통해 라돈의 흡입을 통한 피폭을 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 이에 따라 일상생활에서 착용하는 마스크의 라돈 차단 효과를 알아보하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구 장비

1.1 라돈측정기

연구에 사용된 라돈 측정기는 스마트 실내 라돈 가스 감지기인 한국 (주)에프티랩의 RadonEye (FTLab, Republic of KOREA)이다. 10분마다 라돈값을 확인할 수 있고 밀폐 용기에 넣을 수 있는 작은 크기이며 밀폐 용기 속에 있어도 앱과 연동이 되어 측정값을 원격으로 확인할 수 있다.

1.2 마스크

일상생활에서 사용하는 마스크 종류에 따라 초미세먼지 차단 효과와 그에 따른 라돈 차단 효과가 비례하는지 측정하기 위해 Fig. 1과 같이 일반적으로 사용되는 일회용 마스크, 의료용 마스크, 면 마스크와 식품의약품안전처에서 인증한 마스크인 KF80, KF94를 사용하였다.



Fig. 1. Masks were used in the experiment.

2. 연구 방법

2.1 라돈측정

성인의 폐활량인 약 4.5~4.8 L의 용량을 표현하기 위해 아크릴을 이용하여 밀폐 용기를 제작하였다. 가로 15 cm, 세로 15 cm, 높이 20 cm인 밀폐 용기에 지름 6 cm의 공기 주입구를 뚫었다. 이후 공기 주입구에 마스크를 부착한 후 앰부 백을 연결하여 일반적인 호흡 상황을 만들기 위해 분당 15회 공기를 주입하였다. Fig. 2와 같이 제작된 밀폐 용기 및 앰부 백을 연결하여 마스크를 통과한 공기의 라돈 농도와 마스크를 통과하지 않은 공기의 라돈 농도를 동시에 측정하기 위해 2대의 라돈 측정기를 이용하여 5시간씩 5회 측정 후, 라돈 측정기에 따른 오차를 줄이고자 측정기의 위치를 바꿔 2회 반복 측정하였다.



Fig. 2. The airtight container was manufactured.

2.2 통계분석

마스크 사용 전후의 라돈 농도를 비교하기 위해 SPSS(statistical Package for the Social Science) ver. 24.0 (IBM Co, Chicago, USA)을 이용하여 대응 표본 t 검정을 통해 신뢰도 95% 수준에서 유의성을 검증하였다.

III. RESULT

1. 라돈 농도 측정

라돈의 방사능을 나타내는 단위로는 SI 단위인

Bq(Becquerel, 베크렐)과 보조 단위인 Ci(Curie, 큐리)를 사용하고 있다. Bq란 단위 시간당 붕괴하는 원자의 수를 나타내며, 1초 동안 1개의 원자가 붕괴하였을 경우 1 Bq라 한다. 1 Ci란 라듐 1 g의 원자가 단위시간당 붕괴하는 양을 말하므로 $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ 이 성립한다. 라돈 농도를 나타내는 단위로는 Bq/m³(Becquerel Per Cubic meter), pCi/L(Picocurie Per Liter), WL(Working Level, 워킹레벨), WLM(Working Level Month), F(Equilibrium Factor, 평형인자), 선량환산인자를 사용하며 본 실험에서는 국제적인 표준 단위인 Bq/m³를 이용하여 라돈 농도를 나타내었다. 라돈 농도를 측정된 것을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Radon measurement according to mask

(unit: Bq/m ³)					
	N	Min	Max	Mean	SD
Cotton_before use	100	8	109	46.49	27.075
Cotton_After Use	100	1	90	30.94	21.407
Medical_before use	100	7	112	48.21	26.751
Medical_after use	100	1	88	32.06	21.442
KF80_before use	100	11	93	48.66	20.724
KF80_after use	100	1	75	31.57	16.112
KF94_before use	100	4	125	54.29	24.609
KF94_after use	100	1	82	33.81	20.072

N : Number, SD: standard deviation

2. 마스크별 라돈 농도 감소율 비교

마스크 사용 전, 후의 평균 라돈 농도의 감소율과 대응 표본 t 검정의 결과를 Table 2에 나타내었다. 이때 각 마스크 별 평균 라돈 농도는 KF 94 마스크가 20.48 Bq/m³, KF 80 마스크가 17.09 Bq/m³, 의료용 마스크가 16.15 Bq/m³, 면 마스크가 15.5 Bq/m³ 순으로 감소하였다. 또한 모든 마스크에 대하여 유의확률 0.00 이하로 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

각각의 마스크에 따라 라돈 감소 효과 비율을 비교하기 위해 Fig. 3과 같이 막대그래프로 나타내었다. 라돈 감소율을 백분율로 나타내면 면 마스크가 33.45%, 의료용 마스크가 33.50%, KF80 마스크가

35.12%, KF94 마스크가 37.72% 순으로 감소하였다.

Table 2. Results of SPSS paired t test

	t	Mean difference	p-value
Cotton	12.584	15.550	0.000
Medical	13.310	16.150	0.000
KF80	13.874	17.090	0.000
KF94	14.463	20.480	0.000

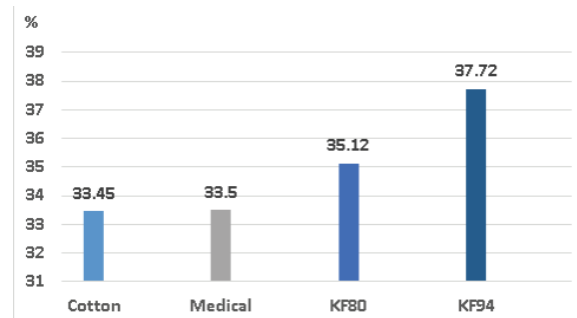


Fig. 3. Compared to mask before use, the percentage of radon decreased when mask use.

VI. DISCUSSION

라돈은 α선을 방출하는 자연 방사성 핵종으로 무색, 무미, 무취의 불활성기체이다. 일반인이 자연에서 받는 피폭의 50%를 차지하며 그중 79%는 가옥 내에서 발생하는 라돈 흡입에 의해 발생한다.^[8] 이처럼 라돈은 토양으로부터 건물의 바닥이나 벽의 갈라짐 등을 통해 유입되며 인체에 유해한 영향을 미치는 오염원으로 작용한다. 이는 일과의 약 80%를 실내에서 생활하는 현대인들에게 있어 해결해야 하는 과제 중 하나이며 세계보건기구에서는 라돈을 흡연 다음으로 폐암을 발생시키는 주요 발생원으로 보고하였으며, 라돈과 같은 오염원들로 인해 발생하는 실내공기 오염으로 인한 사망자가 매해 150만 명에 이른다는 것을 보고한 바 있다.^[9] 최근에는 코로나 바이러스 감염증-19가 확산하여 외부활동을 삼가고 있는 만큼 이러한 라돈 흡입에 의한 위험성 또한 더욱 증대하였을 것이다. 따라서 본 실험에서는 일상에서 사용하는 마스크를 이용하여 라돈 흡입을 방지하는 것을 목적으로 하며 그로 인해 마스크

크 착용의 중요성을 강조하도록 하였다.

본 연구를 통해 일상에서 사용하는 마스크가 라돈을 차단하는 데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 최근 코로나바이러스 감염증-19가 유행하고 있어 개인위생 및 마스크 착용의 중요성이 강조되고 있다. 이번 실험을 통해 마스크의 바이러스 차단 기능뿐만이 아닌 공기 중 라돈의 차단 기능 또한 확인하여 마스크 착용의 중요성을 강조할 수 있을 것이다. 이러한 결과에도 불구하고 본 실험은 다음과 같은 한계점을 가졌다.

첫 번째, 실험 환경 조성에 있어 정량적인 과정이 아닌 수작업으로 과정을 실행하여 측정 간 오차가 발생하였을 수 있다. 본 실험에서는 성인 기준 호흡 중인 폐와 같은 환경을 구성하기 위해 수동식 앰부 백을 이용하여 호흡량을 조절하였다. 최대한 일정한 주입량을 유지하려고 하였으나 이는 수작업으로 실시되어 주입된 공기량에 차이가 발생하였을 수 있고 그로 인해 미세한 오차가 발생되었을 수 있다. 이후 실험에서는 정량적인 과정을 통해 실험환경을 구성할 수 있도록 해야 할 것이다.

두 번째로, 실험을 진행하며 본 연구에서 사용한 면, 의료용, KF 80, KF 94 외에도 KF 99 또한 사용하고 싶었으나 코로나바이러스 감염증-19로 인해 해당 마스크를 실험에 이용하지 못하였다. 추후 KF 99 마스크에 대한 연구가 필요하다. 이번 연구를 통해 KF 80, KF 94 마스크를 포함한 일반적인 마스크 또한 호흡기를 통해 체내로 흡입되는 라돈을 차단하는 역할을 수행할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이후 연구에서는 공기 정화에 효과가 있는 공기청정기 등에서 사용되는 각종 필터의 라돈 농도 감소 효과를 확인한다면 실내 라돈 농도 감소에 효과가 있을 것으로 사료된다.

V. CONCLUSIONS

KF 마스크가 일반적인 면, 의료용 마스크보다 라돈 방어 기능이 우수하며 KF 지수가 높을수록 더 강한 차단 효과를 가진다는 것을 알 수 있었다. 또한 면, 의료용 마스크가 KF 마스크보다 라돈 차단 효과가 다소 떨어지지만, 그 차이는 크지 않아 마스크의 착용만으로도 공기 중 라돈의 유입을 일정

수준 차단할 수 있음을 알 수 있었다.

Reference

- [1] H. A. Ji, J. H. Yoo, G. H. Kim, S. R. Won, S. H. Kim, J. S. Lee, "A Study on the Concentrations of Indoor Radon for Houses in Chungcheongbuk-do Province, Korea", *Journal of the Korean Society for Environmental Health*, Vol. 45, No. 6, pp. 668-674, 2019. <https://doi.org/10.5668/JEHS.2019.45.6.668>
- [2] J. H. Song, G. H. Jin, "Evaluation of Indoor Radon Levels in a Hospital Underground Space and Internal Exposure", *The Korean Society of Radiology*, Vol. 5, No. 5, pp. 231-235, 2011. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2011.5.5.231>
- [3] O. Kim, J. H. Lee, H. S. Kang, "Verification of the Moderating and Mediating Effects of Environmental Education Experience on Awareness and Knowledge of Radon", *The Korean Society for Environmental Education*, Vol. 32, No. 2, pp. 188-204, 2019. <http://doi.org/10.17965/kjee.2019.32.2.188>
- [4] B. Y. Song, W. K. Kim, "Evaluation of Indoor Radon Reduction in Accordance with Intake Drilling Points in Housin", *Journal of the Korean Society of Urban Environment*, Vol. 16, No. 3, pp. 331-337, 2016.
- [5] J. H. Yoo, K. S. Lee, S.Y. Seo, S. H. Kim, J. S. Lee, "Comparison of Indoor Radon Concentrations in Areas of Jeollabuk-do Province", *Journal of the Korean Society for Environmental Health*, Vol. 45, No. 6, pp. 658-667. 2019. <https://doi.org/10.5668/JEHS.2019.45.6.658>
- [6] S. H. Ham, W. J. Choi, W. Y. Lee, S. K. Kang, "Characteristics of Health Masks Certified by the Ministry of Food and Drug Safety", *Journal of the Korean Society for Environmental Health*, Vol. 45, No. 2, pp. 134-141, 2019. <https://doi.org/10.5668/JEHS.2019.45.2.134>
- [7] Y. A. Jo, "On Realistic Views to the Nano-size Atoms", *Journal of the Korean Society of Science and Philosophy*, Vol. 17, No. 1, pp. 25-43, 2014.
- [8] H. H. Park, E. H. Jeong, H. J. Kim, J. Y. Lee, K. Y. Lyu, "Assesment of Indoor Radon Gas Concentration Change of College", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 40, No.

1, pp. 127-134, 2017.

<http://dx.doi.org/10.17946/JRST.2017.40.1.18>

- [9] I. H. Choi, S. S. Kang, J. H. Jun, S. W. Yang, J. K. Park, "A Study of Radon Reduction using Panel-type Activated Carbon", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 11, No. 5, pp. 297-302, 2017.
<http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2017.11.5.297>

일상생활에서 사용하는 마스크의 라돈 차단 효과

천세현,¹ 이용기,² 안성민^{1,*}

¹가천대학교 방사선학과

²충북보건과학대학교 방사선과

요 약

라돈은 불활성기체로서 단원자분자이기 때문에 입자 하나의 크기가 원자 하나의 크기를 나타내며 이는 대략 반경 1~100 nm를 가지고 있다는 것을 의미한다. 따라서 마스크가 차단하는 일반적인 미세먼지, 초 미세먼지의 크기보다 작은 반경을 가지지만 일정 이상의 라돈의 흡입을 차단할 수 있다면 평소 실내착용을 통해 라돈의 흡입을 통한 피폭을 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 이에 따라 일상생활에서 착용하는 마스크의 라돈 차단 효과를 알아보려고 한다. 각각의 마스크 별 라돈 감소율을 보면 면 마스크가 33.45%, 의료용 마스크가 33.50%, KF80 마스크가 35.12%, KF94 마스크가 37.72% 순으로 감소하였다. 면, 의료용 마스크가 KF 마스크보다 라돈 차단 효과가 다소 떨어지지만 그 차이는 크지 않아 마스크의 착용만으로도 공기 중 라돈의 유입을 일정 수준 차단할 수 있음을 알 수 있었다.

중심단어: 마스크, 라돈, 폐암

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	천세현	가천대학교 방사선학과	학생
(공동저자)	이용기	충북보건과학대학교 방사선과	교수
(교신저자)	안성민	가천대학교 방사선학과	교수