

$^2\text{H}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ 반응을 이용한 BNCT용 열외중성자 빔 설계 가능성 연구
A Feasibility Study of Epithermal Neutron Beam Design for BNCT
Using $^2\text{H}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ Reaction

한치영, 김종경, 정규선
한양대학교

요 약

$^2\text{H}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ 반응으로부터 발생하는 높은 에너지의 중성자를 이용, 붕소 중성자 포획 요법(BNCT, Boron Neutron Capture Therapy)에 적합한 열외중성자 빔 설계 가능성을 연구하였다. 발생하는 중성자를 BNCT의 중성자 선원으로 이용하기 위하여 중성자 선원에 대한 중성자속과 중성자 스펙트럼 분석을 수행하였다. MCNP 전산코드를 이용하여 중성자 선원에 대한 여러 가지 재질의 중성자 특성 분석을 수행하여 BNCT용 열외중성자 빔 설계에 필요한 감속재, 여과재, 반사체로서 각각 ^7LiF , 40%Al-60%AlF₃, Pb를 선정하였다. 뇌에서의 도시메트리 영향을 평가하기 위하여 skin-skull-brain 타원형 뇌 팬텀을 사용하였으며 각각(skin, skull, brain)은 균질한 등가물질로 구성되어있다. MCNP 전산코드를 이용한 반복적인 작업을 통하여 BNCT용 열외중성자 빔 설계안을 제시하였고 팬텀 내에서의 AD, AR, ADDR 및 선량성분 등을 계산하여 설계된 중성자 빔의 도시메트리 특성을 분석한 결과, 설계된 중성자 빔은 뇌종양 치료에 효과적인 결과를 나타내었다. 중성자 선원에 대해서 충분한 중성자속이 확보된다면 $^2\text{H}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ 반응을 이용한 BNCT의 실현 가능성은 매우 높다고 판단된다.

ABSTRACT

A feasibility study was performed to design an epithermal neutron beam for BNCT using high energy neutrons produced from $^2\text{H}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ reaction. Flux and spectrum were analyzed to use these neutrons as the neutron source for BNCT. Neutronic characteristics of several candidate materials in this neutron source were investigated using MCNP code, and ^7LiF , 40%Al-60%AlF₃, and Pb were determined as moderator, filter, and reflector in an epithermal neutron beam design for BNCT, respectively. The skin-skull-brain ellipsoidal brain phantom, which consists of homogeneous regions of skin-, bone-, or brain-equivalent material, was used in order to assess the dosimetric effect in brain. An epithermal neutron beam design for BNCT was proposed by the repeated work with MCNP runs, and the dosimetric properties(AD, AR, ADDR, and Dose Components, etc.) calculated within the phantom showed that the neutron beam designed in this work is effective in tumor therapy. If the neutron source flux is high enough, BNCT using the neutron source produced from $^2\text{H}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ reaction will be feasible.