

ยวดี มะลาด : การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รังสีรักษาจากโบรอนจับยัธนิวตรอน ในการรักษามะเร็งท่อน้ำดี (A FEASIBILITY STUDY OF USING BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY (BNCT) TO TREAT CHOLANGIOCARCINOMA (CCA) CELL LINE). อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินรัตน์ กอบเดช, 67 หน้า.

คำสำคัญ: รังสีรักษาจากโบรอนจับยัธนิวตรอน/ มะเร็งท่อน้ำดี/ ประสิทธิภาพทางชีวภาพสัมพัทธ์

รังสีรักษาจากโบรอนจับยัธนิวตรอน (Boron Neutron Capture Therapy: BNCT) เป็นรังสีรักษาแบบกำหนดเป้าหมายซึ่งอาศัยอันตรกิริยาระหว่างไอโซโทปโบรอน-10 (^{10}B) ที่มีความเสถียรกับนิวตรอนความร้อน เพื่อปลดปล่อยอนุภาคอัลฟาและลิเทียมพลังงานสูงซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำลายสารพันธุกรรม (DNA) ภายในเซลล์มะเร็ง แม้ว่า BNCT จะถูกนำไปใช้รักษามะเร็งหลายชนิด แต่ยังไม่มีการใช้งานการประยุกต์ใช้เพื่อรักษามะเร็งท่อน้ำดี ซึ่งเป็นมะเร็งที่มีอุบัติการณ์สูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของ BNCT ต่อเซลล์มะเร็งท่อน้ำดี โดยใช้สารแอล-โบโรโนฟีนิลอะลานีน (L-BPA) เป็นตัวนำส่ง ^{10}B จากนั้นจึงฉายรังสีนิวตรอนความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์ของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) หรือจากมหาวิทยาลัย เกียวโต และเปรียบเทียบประสิทธิผลทางชีวภาพสัมพัทธ์ (Relative Biological Effectiveness: RBE) กับการฉายรังสีเอกซ์พลังงาน 6 เมกะโวลต์ ณ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ผลการศึกษาพบว่า L-BPA แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น แต่ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm (ซึ่งมี ^{10}B ประมาณ 51 ppm) เซลล์ยังคงมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าร้อยละ 85 นอกจากนี้ ปริมาณการสะสมของ ^{10}B ภายในเซลล์ยังเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา โดยพบว่ามีการสะสมสูงสุดที่ 48 ชั่วโมง เมื่อนำเซลล์มะเร็ง ท่อน้ำดีที่สะสม ^{10}B ไปรับรังสีนิวตรอนความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์ทั้งสองแห่ง พบว่าความเสียหายของดีเอ็นเอเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีและระยะเวลาที่ได้รับรังสีตามลำดับ ที่สำคัญคือ ค่า RBE ของ BNCT ในเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีสูงถึง 3.466 เมื่อเทียบกับการฉายรังสีเอกซ์ ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของ BNCT ในการรักษามะเร็งท่อน้ำดี เนื่องจากเซลล์สามารถนำเข้าสู่และสะสม ^{10}B ได้ในปริมาณที่เพียงพอต่อการทำลายดีเอ็นเอและนำไปสู่การตายของเซลล์เมื่อได้รับรังสีนิวตรอน

YUWADEE MALAD : A FEASIBILITY STUDY OF USING BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY (BNCT) TO TREAT CHOLANGIOCARCINOMA (CCA) CELL LINE
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CHINORAT KOBDAJ, Ph.D. 67 PP.

Keyword: Boron neutron capture therapy (BNCT)/ Cholangiocarcinoma (CCA)/ Relative biological effectiveness (RBE)

Boron neutron capture therapy (BNCT) is a targeted radiotherapy in which the stable isotope Boron-10 (^{10}B) captures a thermal neutron, releasing highly energetic alpha and lithium particles that cause DNA damage in tumor cells. Although BNCT has been applied to various cancers, its application to cholangiocarcinoma (CCA), a cancer of high incidence in Northeast Thailand, remains unexplored. In this study, we aimed to evaluate the effects of BNCT on CCA cells. L-boronophenylalanine (L-BPA) was used as the ^{10}B delivery agent. The irradiation was performed using thermal neutrons from reactors at the Thai Institute of Nuclear Technology and Kyoto University. For comparison, the relative biological effectiveness (RBE) was calculated relative to CCA cells irradiated with 6 MV X-rays from Chulalongkorn Hospital. Our findings demonstrated that L-BPA exhibited dose-dependent cytotoxicity. However, the cell viability remained above 85% at an L-BPA concentration of 1000 ppm (containing 51 ppm of ^{10}B), indicating a suitable therapeutic window. Furthermore, intracellular ^{10}B accumulation in CCA cells increased in a time-dependent manner, peaking at 48 h of incubation. The subsequent irradiation of ^{10}B -loaded CCA cells with thermal neutrons at both facilities resulted in a dose-dependent increase in DNA damage. Moreover, BNCT demonstrated superior efficacy compared to conventional X-rays, with a calculated RBE value of 3.466. In conclusion, these findings demonstrate the potential of BNCT for CCA treatment, as CCA cells can accumulate sufficient ^{10}B to induce significant DNA damage and subsequent cell death upon neutron irradiation.

School of Physics
Academic Year 2024

Student's Signature

ช.ค.ค.

Advisor's Signature

C. Kobdaj