

## 최종보고서 [기관고유연구사업]

과제고유번호	1510240-1	연구분야 (코드)	B-4	지원 프로그램	e창의 (일반연구)과제	공개가능여부 (공개, 비공개)	공개
연구사업명	국립암센터 기관고유연구사업						
연구과제명	양성자치료용 수동 가변형 다엽콜리메터 개발						
과제책임자	성명	이 세 병	소속	양성자치료센터	직위	책임의학물리사	
세부과제	구분	과제명			과제책임자		
	(1세부)				성명	소속(직위)	전공
	(2세부)						
	(3세부)						
총연구기간	2015년 01월 ~ 2015년 12월 (총 1년)	해당단계 참여 연구원 수	총: 14 명 내부: 11 명 외부: 3 명	해당단계 연구개발비	연구비: 5,400천원 민간: 0천원 계: 5,400천원		
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 14 명 내부: 11 명 외부: 3 명		총연구개발비	연구비: 5,400천원 민간: 0천원 계: 5,400천원	
연구기간 및 연구비 (단위:천원)	구분	연구기간	계	국립암센터	기업부담금		
	계	2015.01~2015.12	5,400 천원	5,400천원	소계	현금	현물
	제1차	~			0	0	0
	제2차	~					
	제3차	~					
참여기업	참여기업명 :						
국제공동연구	상대국명:				상대국 연구기관명:		
위탁연구	연구기관명:				연구책임자:		

### 요약

양성자치료시스템에서 사용하는 치료빔 조사영역의 모양을 만들어 주는 재사용이 가능한 가변형 다엽콜리메터를 개발하는 연구과제로 임상적용이 가능한 시제품제작을 완료하여 목표는 달성하였고 치료준비시간단축 및 경비절감에 기대효과가 있음.

2015 년 11 월 3 일

과제책임자 : 이 세 병 (인)

국립암센터원장 귀하

< 국문 요약문 >

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>양성자 환자마다 밀링머신에서 제작하여 사용하고 있는 황동블록을 대체하는 재사용이 가능한 수동 가변형 다엽콜리메이터를 개발하고 환자치료에 적용하는 것을 목적으로 하고 다엽콜리메이터의 재질 연구, 디자인 개발 및 환자 치료계획에 적용하는 방법까지 포함해서 연구를 수행하고 임상적용이 가능한 시제품을 완성한다.</p>																
<p>연구개발성과</p>	<p>&lt;정량적 성과<sup>1)</sup>&gt;</p> <table border="1" data-bbox="438 604 1372 840"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>달성치/목표치<sup>1)</sup></th> <th>달성도(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SCI 논문 편수</td> <td>0/1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>IF 합</td> <td>0/1.0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>기타 성과</td> <td>임상용제품개발</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>1)</sup> 총연구기간 내 목표연구성과로 기 제출한 값</p> <p>- 양성자치료 환자의 치료빔 조사면을 자유롭게 조정이 가능한 다엽콜리메이터 사용으로 치료기간중의 치료빔 조사면 변화에 즉각적인 적용이 가능. 양성자 환자의 치료준비시간 단축 및 치료빔 블록 제작 경비절감.</p> <p>&lt;정성적 성과&gt;</p> <p>- 양성자 치료빔의 특성 연구 및 산란빔 측정연구는 치료실의 방사선 환경에 대한 데이터는 추후 양성자치료관련 연구개발에 참고 자료로 활용 가능. - 양성자 차폐체 연구는 치료시설 관련 연구에 활용 가능.</p>					구분	달성치/목표치 <sup>1)</sup>	달성도(%)	SCI 논문 편수	0/1	0	IF 합	0/1.0	0	기타 성과	임상용제품개발	100
구분	달성치/목표치 <sup>1)</sup>	달성도(%)															
SCI 논문 편수	0/1	0															
IF 합	0/1.0	0															
기타 성과	임상용제품개발	100															
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 환자치료용 블록 제작에 소요되는 높은 재료비 지출을 막고, 제작시간을 최소화하여 치료대기 환자수를 크게 줄이며 응급환자가 발생하여도 신속히 치료하는 것이 가능해짐. 이를 통해 치료환자 수의 증가나 수익의 증가를 기대해 볼 수 있음.</p> <p>○ 가변형 수동 다엽콜리메이터의 개발로 정확하고 빠르게 환자 치료부위의 변화에 대응 할 수 있어 치료일정을 단축할 수 있고 치료의 효과도 개선.</p>																
<p>중심어 (5개 이내)</p>	<p>양성자치료</p>	<p>다엽콜리메이터</p>	<p>치료빔블럭</p>	<p>빔 노즐</p>	<p>치료빔 조사면</p>												

< 영문 요약문 >

< SUMMARY >

<p>Purpose&amp; Contents</p>	<p>The purpose of this research is to develop reusable and manually variable multi-leaf collimator(MLC) to replace sigle-use aperture in proton therapy. It was consisted of radiation protection material search for proton beam stop, multi-leaf design for beam shaping and integration with treatment planning system. At the final step, the developed manual MLC will be tried for patient treatment.</p>																
<p>Results</p>	<p>&lt;Quantitative Output<sup>1)</sup>&gt;</p> <table border="1" data-bbox="419 667 1353 846"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Score/Gaol<sup>1)</sup></th> <th>Achievement(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No. of SCI Papers</td> <td>0/1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Summation of I.F.</td> <td>0/1.0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Others</td> <td>Development of Clinical Model*</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>1)</sup> Suggested goal for total research term. * Max. Field size : 110mm * 110mm, Leaf width 5.0mm or less, Max. P beam energy 205MeV.</p> <p>&lt;Qualitative Output&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Using changable multi-leaf collimator, it is possible to change proton treatment quickly.</li> <li>- Reduction of patient treatmen preparation time and save of expense for patient aperture</li> </ul>					Item	Score/Gaol <sup>1)</sup>	Achievement(%)	No. of SCI Papers	0/1	0	Summation of I.F.	0/1.0	0	Others	Development of Clinical Model*	100
Item	Score/Gaol <sup>1)</sup>	Achievement(%)															
No. of SCI Papers	0/1	0															
Summation of I.F.	0/1.0	0															
Others	Development of Clinical Model*	100															
<p>Expected Benefits</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Better patient treatment output due to shortening the preparation time of proton treatment.</li> <li>○ Increasement of number of proton patient due to reduce of aperture making time.</li> <li>○ Retrenchment of expenditure for patient aperture, brass.</li> </ul>																
<p>Keywords</p>	<p>Proton Therapy</p>	<p>Multileaf Collimator</p>	<p>Aperture</p>	<p>Beam Nozzle</p>	<p>Treatment Field</p>												

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의개요 .....	
2. 국내외 기술개발 현황 .....	
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	
5. 연구결과의 활용계획 등 .....	
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	
7. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	
8. 참여연구원 현황 .....	
9. 기타사항 .....	
10. 참고문헌 .....	

### <별첨> 자체평가의견서

※ 여러개의 세부과제로 과제가 구성된 경우 위 목차와 동일하게 세부과제별로 작성함

( I. 총괄과제, II. 제1세부과제, III. 제2세부과제..... )

<본문작성 양식>

### 1. 연구개발과제의 개요

#### 1-1. 연구개발 목적

○ 양성자 환자마다 밀링머신에서 제작하여 사용하고 있는 황동블록을 대체하는 재사용이 가능한 수동 다엽콜리메이터를 개발하여 환자치료용으로 사용하고자 한다.

#### 1-2. 연구개발의 필요성

##### 1-2-1. 국내외 현황 및 문제점

○ 양성자빔은 X선을 이용한 방사선치료와 비교하여 그림 1과 같이 Bragg peak 이라는 독특한 선량 전달 특성을 가지고 있어서 종양주변의 중요 정상장기를 보호할 수 있는 이점이 있어서 전 세계 여러나라에서 양성자치료센터를 앞 다투어 건설하고 치료용으로 운영하고 있음(표 1).

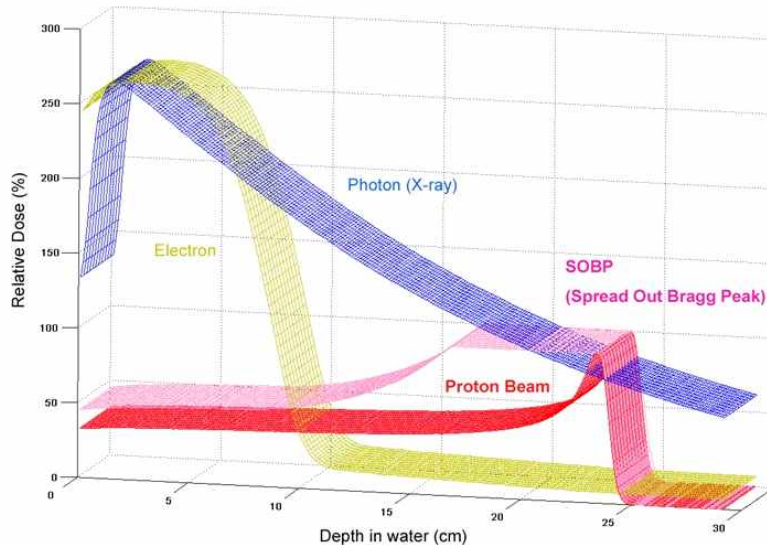


그림 1. 매질내에서의 양성자빔 에너지 전달 특성; X선은 매질의 표면근처에서 에너지 전달이 크게 일어나는 반면, 양성자빔은 특정한 깊이에서만 높은 에너지 전달이 일어난다.

○ 현재 국립암센터에서 보유한 양성자치료기를 사용한 암 치료에서 깊이방향의 종양경계를 조정하는데 블록과 보상체의 사용은 필수적임. (그림 2) 이러한 환자맞춤형 보조 장구는 환자별로 개별적으로 제작되어야 하고 일회용이어서 매년 높은 재료비 지출이 발생하며, 각각의 제작에 소요되는 시간도 상당히 길어서 한꺼번에 많은 환자를 치료하거나 응급환자를 신속히 치료하기는 어려움. (표 2)

○ 현재 암센터의 보유 정밀가공 밀링머신도 2대로 신환기준 가공 능력은 블록 및 거리보상체를 모두 가공하는 경우 주당 평균 5명 정도로 환자의 증가 시 추가 구매 설치가 필요하지만 밀링머신 설치공간의 제약으로 별도의 공간 확보와 장비구매 비용이 필요한 사항임. (그림 3)

○ 특히, 종양의 크기가 상대적으로 큰 간암, 폐암, 소아암 환자의 경우, 블록의 크기도 함께 커져서 가공시간이 크게 늘어나고 이로 인해 후속 치료환자들의 치료시점이 불가피하게 지연됨. (표 2, 평균가공시간 참고)

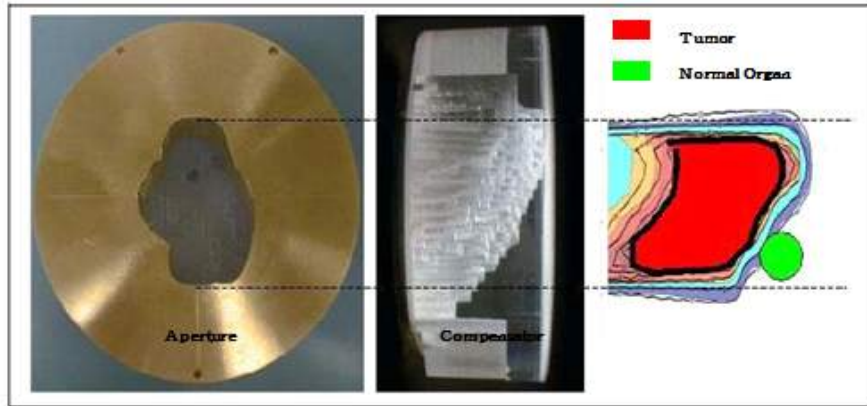


그림 2. 환자용 블록 및 거리 보상체와 양성자 치료빔의 조사 개념도



그림 3. 블록 및 거리보상체 가공을 위한 정밀가공 밀링머신

보상체 크기		블럭 1개당 평균 가공소요시간
100 mm	6 cm 두께	1시간
180 mm	6 cm 두께	1시간
250 mm	6 cm 두께	1.5시간
	CSI (Head), Pelvis	1.5시간

표 2. 블럭 평균 가공시간

- 국립암센터에서 매년 약 1,600개의 황동블럭을 사용하고 있으며 3억에서 5억 정도의 구매 비용을 지출하고 있음. 표 3는 양성자 치료용 블럭의 2014년도 구매 단가표이며 단가는 매년 국제 황동단가와 연동되어 변화고 있음.

구분	규격	단위	수량	단가(원)	계(원)
블럭 (차폐체)	133.3 x 65mm	개	300	92,620	27,786,000
	185 x 32.5mm	개	300	95,850	28,755,000
	275 x 21.6mm	개	250	150,780	37,695,000
	350 x 430mm x 10t	개	300	472,920	141,876,000
총액					236,112,000

표 3. 양성자치료 블럭구매 단가표 (2014기준)

- 국립암센터에 설치되어 있는 양성자치료기는 IBA라는 양성자 치료기 공급업체에서 제작 설치된 모델(2007년 설치)로 당시엔 다엽콜리메이터에 대한 옵션이 없었으며 현재의 동 회사 제품엔 선택 가능하지만 암센터 설치모델에 설치하려면 치료노즐의 전면 교체가 필요한 사항이라 사실상 불가능한 사항 임. (그림 4)



그림 4. 왼쪽은 국립암센터 양성자치료실 노즐 오른쪽은 IBA최신 MLC가 장착된 노즐

### 1-3. 연구개발 범위

- 양성자치료용 콜리메이터에 적합한 재질 연구
- 양성자 치료기에 적합한 다엽콜리메이터의 디자인 연구
- 양성자치료기용 탈부착 어댑터 개발
- 임상적용 프로토콜 개발

## 2. 국내외 기술개발 현황

### ○ 국외

일반적으로 양성자 치료에서 사용되는 방법은 노즐과 큰 블록을 이용하기 때문에 MLC의 개발은 이러한 소모품의 만드는데 시간을 줄이고 환자 치료 시 OAR을 보호하는데 유용하기 때문에 국외적으로 양성자 치료에 응용하고자 연구되었다.

#### 2.1 츠쿠바대학병원, 일본

- 치료실 조건에 최적화된 빔 조사면의 형태 및 크기에 대한 연구

- ▶ 양성자치료용 노즐에 환자 블록 및 거리보상체의 장착을 위해 사용 중인 snout의 형태를 고려한 콜리메이터 디자인.
- ▶ 기존 snout을 이요한 수용 가능한 빔조사 크기 연구

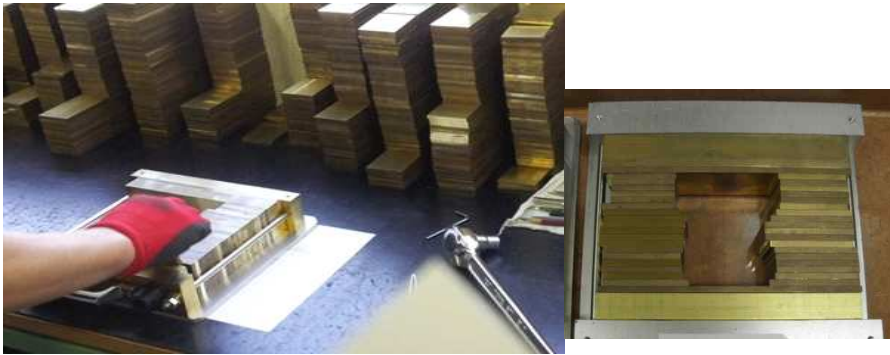


그림5. 일본 츠쿠바대학병원에서 사용 중인 수동 콜리메이터의 예.

#### 2.2 IBA

- 사이즈의 경우 4.4 mm 두께와 98 mm 길이를 가진 100개의 립으로 구성된 MLC는 250 X 180 mm<sup>2</sup> 크기로 Varian mechanical과 협업하여 진행되었으며 Geant4를 사용하여 이차 중입자의 산란등을 시뮬레이션하여 연구를 진행하였다. 이 MLC는 Univ. Pennsylvania의 Abramson Cancer center에 적용되었다.



그림 6 U-Penn에서 사용했던 콜리메이터



### 3. 연구수행 내용 및 결과

#### ○ 연구 수행 내용

##### 3-1. 양성자치료용 콜리메이터에 적합한 재질 연구

- 양성자빔 차폐력이 우수하고 가벼우면서 견고한 재료 탐색
  - ▶ 현재 환자치료용 블록으로 사용하고 있는 차폐체인 황동의 차폐력과 다른 대체 재료의 비교분석연구
  - ▶ 치료실 환경에서의 사용상의 충격강도 및 사용사 편의성 고려한 재성특성연구
- 콜리메이터 재료의 양성자빔에 의한 방사화정도 및 발생핵종 연구
  - ▶ 치료빔 조건에서의 빔 노출과 방사화 정도 측정 연구
- 차폐체인 황동의 재질 테스트
  - ▶ 현재 사용 중인 차폐체와 매뉴얼 다엽콜리메이터에 사용 될 재질의 양성자 빔에 대한 차폐력

비교

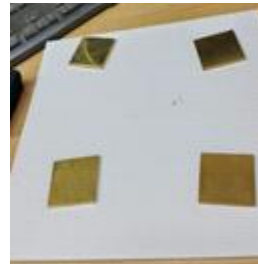
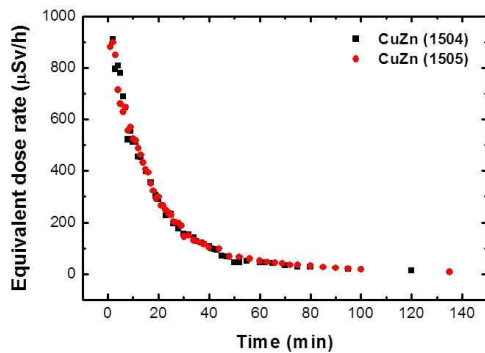


그림 7 차폐체 재질에 따른 차폐력 비교

▶ 매뉴얼 다엽콜리메이터에 사용 될 재질의 양성자 빔에 대한 차폐 내구성 비교, 양성자빔을 여러 번 조사한 이후에도 처음보다 동일한 차폐력을 가지고 있다.

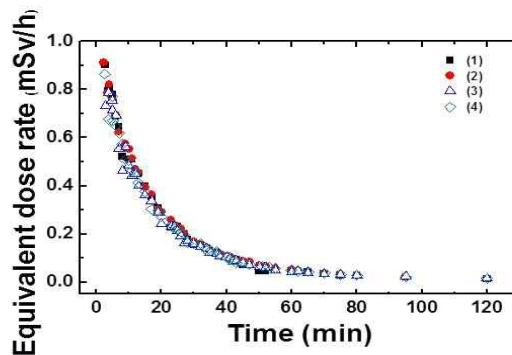


그림 8 양성자 빔에 대한 차폐체의 내구성 비교

##### 3-2. 양성자 치료기에 적합한 다엽콜리메이터의 디자인 연구

- 다엽 콜리메이터에서 발생하는 누설선량 최소화하는 구조 연구
  - ▶ 양성자치료빔의 물리적 특성연구
  - ▶ 다엽콜리메이터의 모양에 따른 누설 빔의 측정 연구

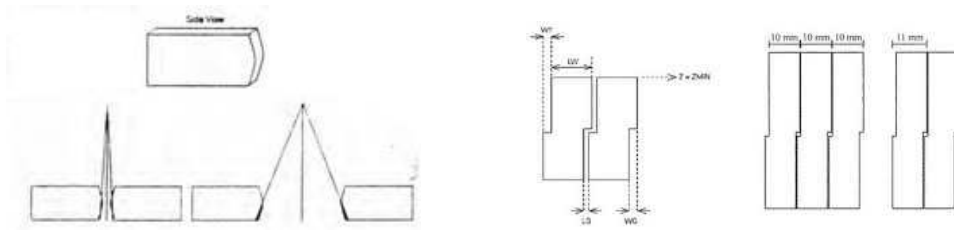


그림 9. 빔 조사각에 따른 콜리메이터 모서리 모양 및 누설빔 차폐를 고려한 다엽 디자인의 예

- 치료실 조건에 최적화된 빔 조사면의 형태 및 크기에 대한 연구
  - ▶ 양성자치료용 노즐에 환자 블록 및 거리보상체의 장착을 위해 사용 중인 snout의 형태를 고려한 콜리메이터 디자인.
  - ▶ 기존 snout을 이요한 수용 가능한 빔조사 크기 연구
- 다엽 배열 및 고정에서의 안전성을 고려한 디자인 연구
  - ▶ 환자 치료적용 시 예상되는 안전사고 가능성에 대한 대비
  - ▶ 다엽콜리메이터의 다엽 배열의 고정 견고성에 대한 고려

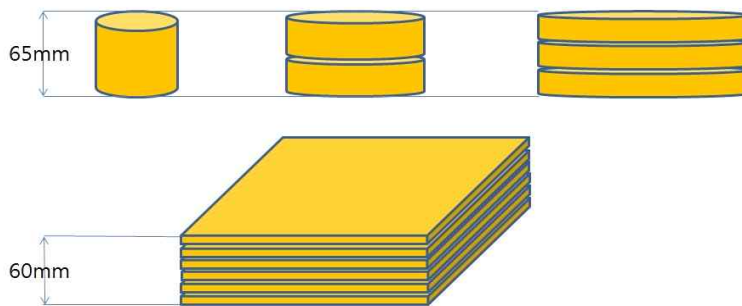


그림 10. 양성자 치료실에 사용중인 황동블럭의 크기별 모양 및 두께



그림 11. 양성자치료실에서 사용 중인 다양한 크기의 snout

### 3-3 양성자치료기용 탈부착 어댑터 개발

- 기존의 양성자 Snout을 이용하는 어댑터 디자인 개발
  - ▶ 30x40cm용 기존 snout에 장착이 가능한 형태의 트레이 설계
  - ▶ 치료기의 안전장치와 연동 및 상요자의 편의성 고려

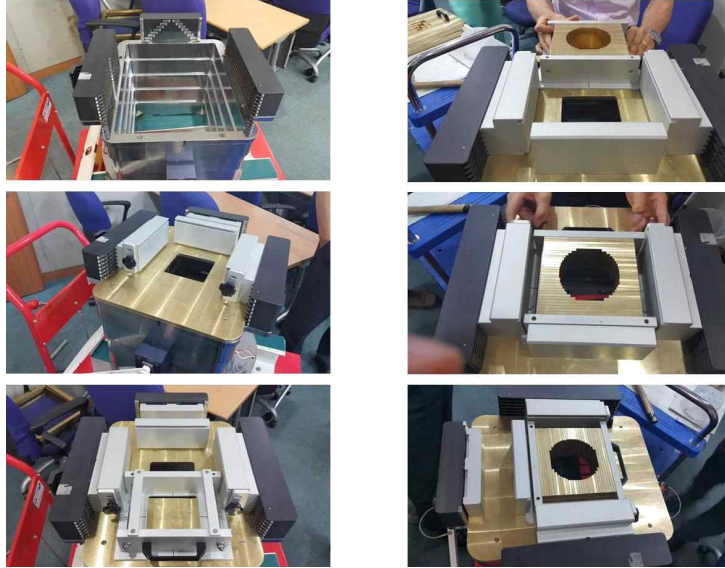


그림 12. 30x40cm용 snout와 다엽콜리메이터의 장착 시스템

- 사이즈별 사용이 가능한 환자거리보상체용 부가장착장치 개발
  - ▶ 치료빔의 크기에 따른 기존 snout 사이즈와 호환이 가능한 환자거리보상체용 장착 장치를 개발하여 수동다엽콜리메이터와 연동할 수 있게 개발.

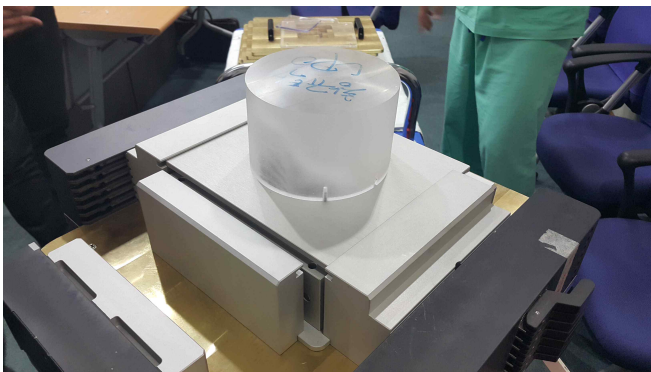


그림 13. 환자 거리 보상체 장착장치

### 3-4 제작한 매뉴얼 다엽 콜리메이터 차폐 테스트

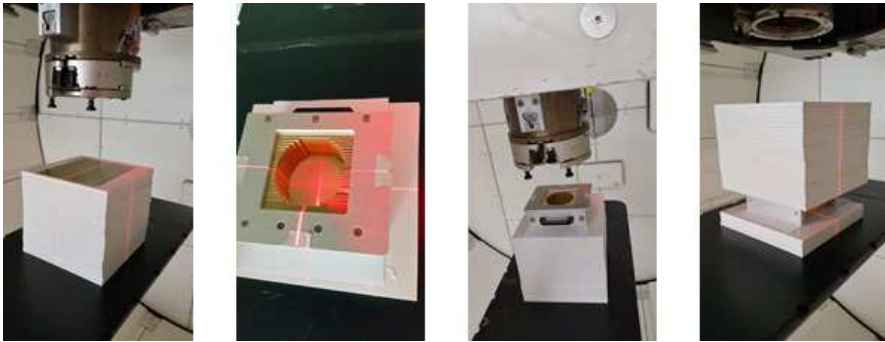


그림 14. 필름을 사용한 다엽콜리메이터의 차폐 테스트

매뉴얼 다엽 콜리메이터의 차폐력을 확인하기 위해 Film dosimetry를 사용하여 양성자 빔의 투과 차폐를 확인하였다.

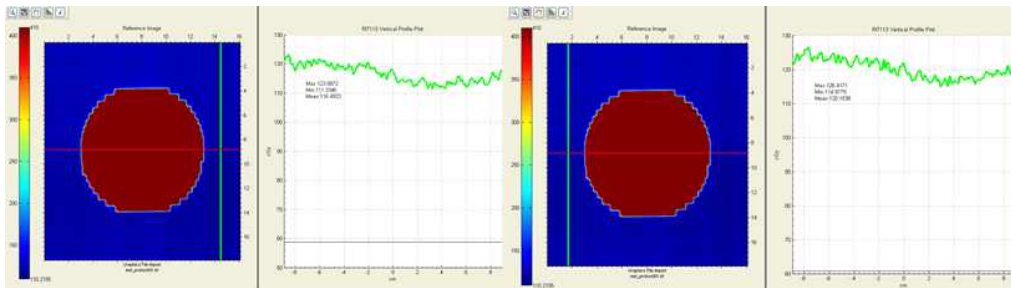


그림 15. 차폐 테스트 후 필름 분석 결과

다엽들 간의 간격에서 양성자 빔의 투과정도를 film dosimetry를 분석하는 소프트웨어, RIT를 사용하여 film 상으로 빔의 투과정도를 정량적으로 분석할 수 있었다. 위의 film 분석 결과 leaf 들 간의 양성자 빔 차폐가 잘 된다.

### 3-5 제작된 어댑터와 매뉴얼 다엽 콜리메이터 차폐 테스트



그림 16. Wobbling snout에 제작한 다엽콜리메이터를 장착하고 난 후 차폐 테스트

어댑터가 설치된 Wobbling snout (30x40 cm<sup>2</sup>)에 필름을 전체 감싼 후에 매뉴얼 MLC를 삽입하여 양성자 빔의 차폐 정도를 정량 분석하였다.

어댑터의 경우 leaf의 방향에 따라 X형과 Y형을 제작하여 튜머의 사이즈에 더 잘 맞출 수 있는 옵션을 강구했고 차폐력 검증을 위해서 가장 큰 에너지에서 다량의 빔을 조사하여 film에 감광시켜 빔의 투과했다. 그 결과 다음과 같이 두 종류의 어댑터의 차폐력이 film으로 검증되었다.

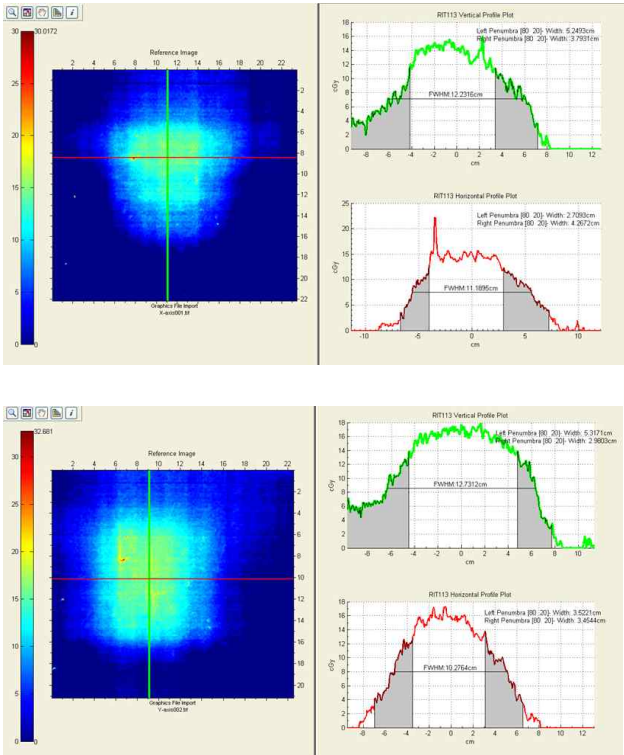


그림 17. 필름으로 분석한 결과

### 3-6 개발된 수동 가변형 다엽콜리메이터의 규격

항목	단위	규격	비고
최대 빔크기	mm	110(x) * 110(y)	~ 50% 환자 적용가능
다엽의 최소폭	mm	5.0	물리적인 크기
양성자빔 차폐능	MeV(P)	> 235.0	양성자빔의 투과력 기준
다엽간 누설 선량	%	< 3.0	치료빔 조건 기준
콜리메이터 회전	degree	0, 270	두방향의 트레이 사용
중량	kg	< 9.0	단일 형태

### 3-7임상적용 프로토콜 개발

- 개발된 다엽콜리메이터에 적합한 양성자치료 적응증에 대한 치료과정 프로토콜 개발
  - ▶ 설계된 수동 다엽콜리메이터의 최대빔 조사면 크기와 다엽의 폭을 고려한 임상 적응증을 개발하고 있다.
  - ▶ 개발된 수동다엽콜리메이터를 치료계획기에 적용하는 방법 개발 중에 있다.

## 4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

### 4-1. 목표달성도

- 매뉴얼 다엽콜리메이터의 디자인 및 어댑터를 포함하여 제작된 매뉴얼 다엽콜리메이터를 치료 계획 프로그램에 적용하는 것까지 목표를 세웠지만 치료 계획 프로그램에 완벽하게 적용되지는 못해 현재 목표의 80% 정도까지 달성하였다.

재질판단	황동 및 알루미늄	30 %	달성 (30%)
도안 디자인	다엽체	20 %	달성 (20%)
	어댑터	20 %	달성 (20%)
치료계획 프로그램 적용	프로그램 입력	20 %	적용중 (30%)
목표	총	90 %	적용 중 (100%)

### 4-2. 관련분야 기여도

- 국내에서는 처음 도입되었던 양성자 치료 빔에 대해 다각적인 치료를 위해 매뉴얼 다엽콜리메이터를 제안하였고, 제안에 따라 매뉴얼 다엽콜리메이터의 활용성을 검증하는 첫 시도이다. 이러한 시도는 앞으로 입자치료기의 확장 도입에도 적용 될 수 있는 기술로써, 국내에서 자생적으로 기술 개발하는 의미가 깊다.

## 5. 연구결과의 활용계획

- 환자치료용 블록 제작에 소요되는 높은 재료비 지출을 막고, 제작시간을 최소화하여 치료대기 환자수를 크게 줄이며 응급환자가 발생하여도 신속히 치료하는 것이 가능해짐. 이를 통해 치료환자 수의 증가나 수익의 증가를 기대해 볼 수 있다.
- 환자치료용 블록 제작에 소요되는 시간을 최소화함으로써 양성자치료의 빔 방향 숫자를 크게 늘릴 수 있고, 종양주변의 정상조직에 흡수되는 방사선량은 더욱 낮출 수 있으며, 양성자빔의 인체내 투과깊이에 대한 불확실성과 이것에서 기인한 오차도 줄일 수 있다.
- 가 변형 수동 다엽콜리메이터의 개발로 정확하고 빠르게 환자 치료부위의 변화에 대응 할 수 있어 치료일정을 단축할 수 있고 치료의 효과도 개선을 기대할 수 있다.
- 양성자 차폐체 특성 연구결과는 양성자치료 장치의 방사화에 대한 안전관리 절차 개선이 가능하다.
- 양성자치료기는 제조사별 모델별 상이한 구조를 갖고 있어 개발된 수동형 다엽콜리메이터를 다른 치료기에 적용은 어렵지만 다엽구조개발 및 치료적용방법 연구는 향후 자동형 다엽콜리메이터의 개발에도 사용가능 기술이다.

## 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

○ 텅스텐과 황동을 사용했을 때의 중성입자의 누출 비교

- Univ. Pennsylvania에서의 8.2 cm의 텅스텐과 6.5 cm의 황동의 Percent depth dose (PDD)가 매우 유사하다는 점을 중심으로 양성자 빔에서 나오는 중성 입자의 누출 정도에 대한 실험을 진행하였다. 텅스텐은 황동보다 중성입자 및 X-선에 배출을 더 많이 하지만, 자체적인 차폐력이 텅스텐이 황동의 두 배여서 중성입자의 오염이 황동과 마찬가지로 적었다.

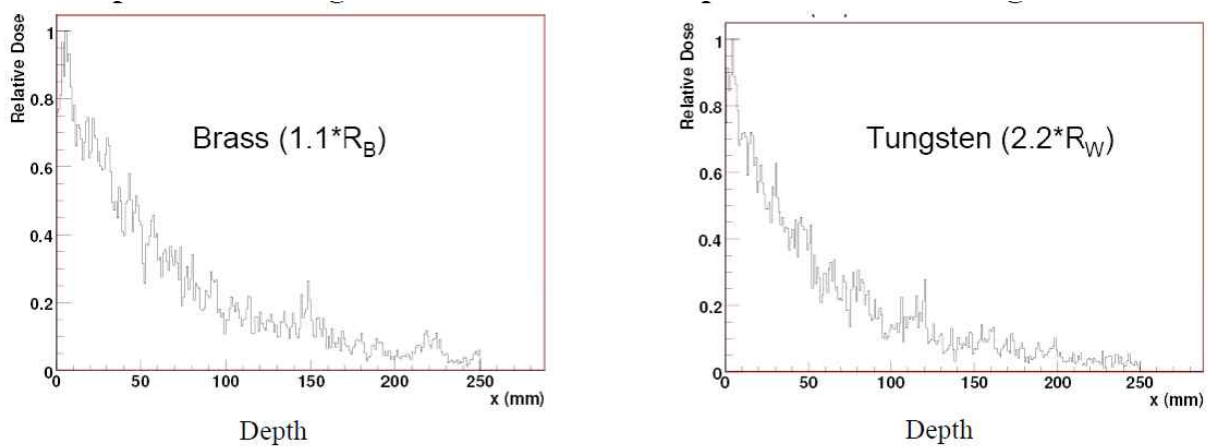


그림 18. 황동과 텅스텐의 비교 실험 결과

## 7. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1							yyyy.mm.dd		
2							yyyy.mm.dd		
3							yyyy.mm.dd		
4							yyyy.mm.dd		
5							yyyy.mm.dd		





<별첨작성 양식>

[별첨]

### 자체평가의견서

1. 과제현황

	과제번호			1510240-1	
사업구분	기관고유연구사업				
연구분야	방사선 치료기기			과제구분	단위
사업명	기관고유연구사업				주관
총괄과제	양성자치료용 수동 가변형 다엽콜리메터 개발			총괄책임자	이 세 병
과제명	양성자치료용 수동 가변형 다엽콜리메터 개발			과제유형	(기초, 응용, 개발)
연구기관	국립암센터			연구책임자	이 세 병
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	연구비	민간	계
	1차년도	2015.01.01. ~ 2015.12.31	54,000	0	54,000
	2차년도				
	3차년도				
	계	2015.01.01. ~ 2015.12.31	54,000		54,000
참여기업					
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2015. 11.

3. 평가자(과제책임자) :

소속	직위	성명
국립암센터	책임의학물리사	이 세 병

4. 평가자(과제책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구사업의 최종결과물인 치료에 적용 가능한 수동 가변형 다엽콜리메이터를 개발하였고 실제 임상 치료에 사용 예정이고 개발과정에서 양성자 빔차폐관련 평가 기술개발과 기존치료기에 접합하는 기술 개발 성과도 창의적이고 우수함.

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

양성자치료기에 필요한 치료빔 필드의 형태를 만들어 주는 장치의 차체 개발로 개발한 경험은 타기관의 입자선 치료기에도 기술개발 노하우가 적용 가능함.

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

개발된 수동 가변형 다엽콜리메이터는 임상에 사용 예정이고 영구적으로 재사용이 가능하기 때문에 국립암센터의 양성자치료기를 운영하는 한 계속 적용할 수 있을 것으로 사료됨.

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

연구인력 구성을 실제 임상에서 일하는 내부인력 위주로 진행하여 현장 경험과 빠른 테스트가 가능하여 효율적으로 연구 수행이 가능했고 시행착오를 줄이기 위해 유사품 사용 기관도 직접방문하여 주어진 예산안에서 최대한의 연구 결과를 창출함.

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

연구진행과정에서의 차폐실험 및 개발된 수동 다엽콜리메이터의 연구결과는 유관학회에 발표가 이루어졌고 관련 논문은 준비 중에 있음.

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
콜리메이터 재질판단 (최대 빔 에너지 저지능)	30	30	230 MeV 저지능 보유
다엽체 디자인 (빔 누설차단, 5mm 정밀성)	20	20	< 3% 조건 충족, 5mm 두께 설계
콜리메이터용 어댑터 (빔 누설차단, 방향전환)	20	20	< 3% 조건 충족, 0 & 270도 각도
치료계획기의 적용방법 (개발 여부)	30	20	양성자치료계획기에 적용방법 개발 중
합계	100점	90	과제 기간 내에 목표 달성 및 임상 적용 예정

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

연구 성과목표는 충분히 달성되어 최종 임상적용 단계에 있으며 연구진행상의 연구활동 및 예산집행도 성실히 수행되었음.

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 임상적용이 가능한 양성자 치료용 수동 가변형 다엽콜리메이터의 완성도 여부.
- 연구 성과물의 활용성

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 시제품의 임상적용 후 미비사항 보완 후 점차적 임상용 수동 가변형 다엽콜리메이터의 사용을 확대할 예정임.

#### IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

--

##### 2. 연구기관 자체의 검토결과

--