

췌장암 환자의 방사선 치료 시 호흡에 따른 십이지장의 위치 변화 및 선량 당 체적 변화에 대한 연구

가톨릭대학교 서울성모병원 방사선종양학과

장형준, 천금성, 박영규

목 적 : 췌장암의 경우 십이지장에 부여되는 선량 분포가 중요하게 다뤄진다. 십이지장의 경우는 호흡에 따라 변화가 발생된다. 이에 본 논문에서는 본원에 설치된 CT-on rail System을 이용하여 환자의 Kilovoltage Cone-Beam CT 촬영하여 십이지장의 위치 변화를 파악하고 체적 당 부여받는 선량의 변화를 파악하고자 한다.

대상 및 방법 : 3 명의 환자를 대상으로 CT-on rail System을 이용하여 KVCBCT를 획득하고 SYNGO Software를 이용하여 최초의 치료계획 영상과 비교 십이지장의 위치 변화를 파악하였다. 획득한 영상을 치료계획장치인 Pinnacle로 전송하여 변환된 위치에서 치료 용적에 포함되는 십이지장의 체적 변화를 파악하고 같은 선량에서 발생하는 체적의 변화를 분석하였다.

결 과 : 위치 변화 분석에서 좌우(Left-Right Direction) 방향에서 1.2cm, 1.0cm 머리 다리(Craniocaudal Direction) 방향에서는 0cm, 0.8cm 전후(Anterior-Posterior Direction) 방향에서는 0.1cm, 1.0cm의 변화를 나타내었다. 체적의 변화는 환자 1의 경우는 최초 치료계획에 비해 체적이 최대 약 460% , 최소 120% 증가하였고 환자 2는 최대 490% , 최소 160% 증가하였다. 반면 환자 3은 최대 150% 증가하였으나 최소 값에서는 약 30% 감소함을 나타내었다. 호흡의 변화에 따라 가장 많은 변화를 나타낸 환자 1의 경우는 최초의 치료계획과 비교하였을 시 초기 선량에서는 변화가 크게 나타나지 않았지만 선량이 증가함에 따라서 V10에서는 118%, V20 117%, V30 400%, V40 480%의 체적 변화가 발생됨을 알 수 있었다.

결 론 : 현재 3D-CRT를 이용한 방사선 치료 시 4D-CT를 이용한 모의치료를 통해 환자의 호흡에 따른 십이지장의 위치 변화에 대해 파악하고 정확한 치료계획용적의 설정을 통해 호흡에 따른 십이지장의 체적 변화를 예측하고 이에 맞는 적합한 치료 계획을 세워 십이지장에 부여될 수 있는 선량을 최소화 시켜야 할 필요성이 있다고 사료된다.

핵심용어 : CT On-rail system, 췌장암, 십이지장, 4D-CT

서 론

췌장암은 2010년 보건복지부에서 발표한 국내 암 환자의 발생률 중 남성의 경우는 10위, 여성의 경우는 9위에 위치한 우리나라 주요 발생 암이다. 2010년 발생률의 경우는 남성과 여성에서 각각 10위(0.4%)와 9위(2.2%)로 발생률이 높은 암은 아니지만 연평균 증가률의 경우는 남성과 여성에서 각각 5위(0.5%), 4위(2.3%)로 간암, 폐암, 위암등이 각각 2.1%, 0.8%, 0.5% 감소한 것에 비해 발생하는 비율이 높아짐을 알 수 있다.¹⁾

췌장암의 경우는 진단 시 전이된 병변을 가지고 있는 경우가 많고 극발성 임상경과를 나타내기 때문에 높은 사망

률을 나타낸다.²⁾ 전체 평균생존기간이 3-5개월이고 5년 생존율을 비교해 보았을 때 약 3%정도에 불과하다.^{3,4)} 약 5-25%의 환자에서 수술이 가능하며 이들의 평균생존기간은 앞서 얘기한 수술 불가능한 환자의 경우보다 약 10-15개월 정도 삶의 연장이 가능하다.⁵⁾ 그러나 절반에 가까운 40-45%의 환자에서는 전이암을 가지고 있기 때문에 대부분의 생존 기간은 약 3-6개월의 짧은 생존기간을 나타낸다.⁶⁾

이에 따라 췌장암의 방사선 치료에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 유미령 교수의 연구에서는 절제 불가능한 췌장암의 방사선 치료 결과로 전체 환자의 평균 생존 기간이 약 11개월, 그 중 중간의 생존기간은 8개월로 치료를 하지 않은 경우보다 높은 생존 기간을 나타나는 것을 확인하였다.⁷⁾ 또한, Haslam JB, Moertel CG, Dobelbower RR등은 자신들의 연구를 통해 외부방사선치료를 단독으로 또는 항암화학요법과 병행하여 사용 시 약 35-65%의 환자에서 통증의 완화의 증상이 나타남을 확인하였다.^{8,11)}

본 논문은 2014년 3월 21일 접수하여 2014년 5월 2일 채택되었음.
책임저자 : 장형준, 가톨릭대학교 서울성모병원 방사선종양학과
서울시 서초구 반포동 505번지, 137-040
Tel : 02)2258-1533
E-mail : chjasyd@naver.com

그러나 췌장암의 방사선 치료에는 상당한 어려움이 존재한다. 췌장의 해부학적 구조로 췌장의 머리 부분은 십이지장이 감싸안은 구조로 되어 있기에 항상 췌장암의 방사선 치료 시 십이지장에 많은 선량이 분포될 수 있는 위험이 높다. 또한 십이지장의 해부학적 구조 상 호흡에 따른 간의 움직임에 영향을 받아 고선량이 조사되는 경우도 발생하게 된다. TAKAYAKI HASIMOTO는 본인의 연구에서 다양한 위치의 장기가 호흡에 따른 움직임이 발생하는지 연구결과를 통해 췌장암 환자의 경우 십이지장의 위치가 변화되는 것을 발표하였다.¹²⁾ 또한, Cullen MT는 본인의 연구에서 췌장암의 정위적 수술 요법을 적용하여 치료하는 환자를 대상으로 호흡에 따른 선량 분포의 연구를 통해 호흡에 따른 십이지장의 선량 변화에 대한 연구도 발표하였다.¹³⁾

이에 따라 본 논문에서는 췌장암의 방사선 치료 시 가장 많이 적용되는 3차원입체조형방사선치료(3D-Comformal Radiation Therapy 이하 3D-CRT)를 받는 환자를 대상으로 본 원에 설치된 CT-on rail System을 이용하여 환자의 Kilovoltage Cone-Beam CT(이하 KVCBCT)를 촬영하여 십이지장의 위치 변화를 파악하고 체적 당 부여받는 선량의 변화를파악하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

2012년 12월부터 2013년 5월까지 본 원에서 3D-CRT를 이용하여 치료받는 환자 중 3명을 선정하였다. 선정된 환자는 여성이 3명이었으며, 모두 췌장암의 두부에 종양이 있는 환자를 선정하였다. 환자들의 평균 나이는 65세였으며, 병기는 모두 T3N1aM0 이상의 병기를 지녔다. 이 중 2명의 환자는 항암 요법을 병행하였고, 나머지 1명의 환자는 방사선 치료만 진행하였다. 환자들에게 처방된 선량은 환자의 병기와 치료 방법에 따라서 50.4Gy ~ 58Gy가 처방되었다. [Table 1]

Table 1. Characteristics of patients for experiment

Pt	Age/Gender	Tumor site	Stage	Chemo	Prescription Dose(cGy)
1	71 / F	Pancreatic Ca	T3N1aM0	Y	5580
2	77 / F	Pancreatic Ca	T3N2aM0	Y	5040
3	58 / F	Pancreatic Ca	T3N1aM0	N	5800

2. 영상 획득 및 위치 변화 비교

본 원에서 사용하고 있는 지멘스사의 ARTISTE CT VISION(CT On-Rail System)을 이용하여 일주일에 2회씩 영상을 획득하였다. 획득된 영상의 수는 환자마다 치료 기간이 다르기 때문에 균일한 횟수의 영상을 획득할 수는 없었으나 치료 기간 중 10 ~ 12번의 영상을 획득하였다. 총 획득한 KVCBCT 영상의 수는 32회였다.[Fig 1.]

획득한 영상은 ARTISTE CT VISION를 작동하는데 사용하는 Software인 SYNGO(RTT4 Version 4.1.127)로 전송하여 치료 계획에서 사용한 모의치료 영상과 영상융합(Image Fusion)을 하였다. SYNGO의 Blendig Image 기능을 이용하여 호흡에 따라서 십이지장이 영향을 받는지 확인하기 위해 먼저 간(Liver)와 횡격막(Diaphragm)의 위치가 변했는지 비교하였으며, 이 후 십이지장의 위치가 초기 모의치료 영상과 비교하여 변화된 정도를 정량적으로 파악하였다.[Fig2, 3]

3. 체적 당 선량변화 비교

CT On-Rail System을 이용하여 획득한 영상은 십이지장의 위치 변화를 파악하고 이에 따른 체적 당 선량의 변화를 파악하기 위해서 치료계획장비(Pinnacle 3, Ver. 8.0,



Fig 1. The image of CT on rail. It consist of LINAC(ARTISTE, SIEMENSE) and CT scanner (Sensation open , SIEMENSE)

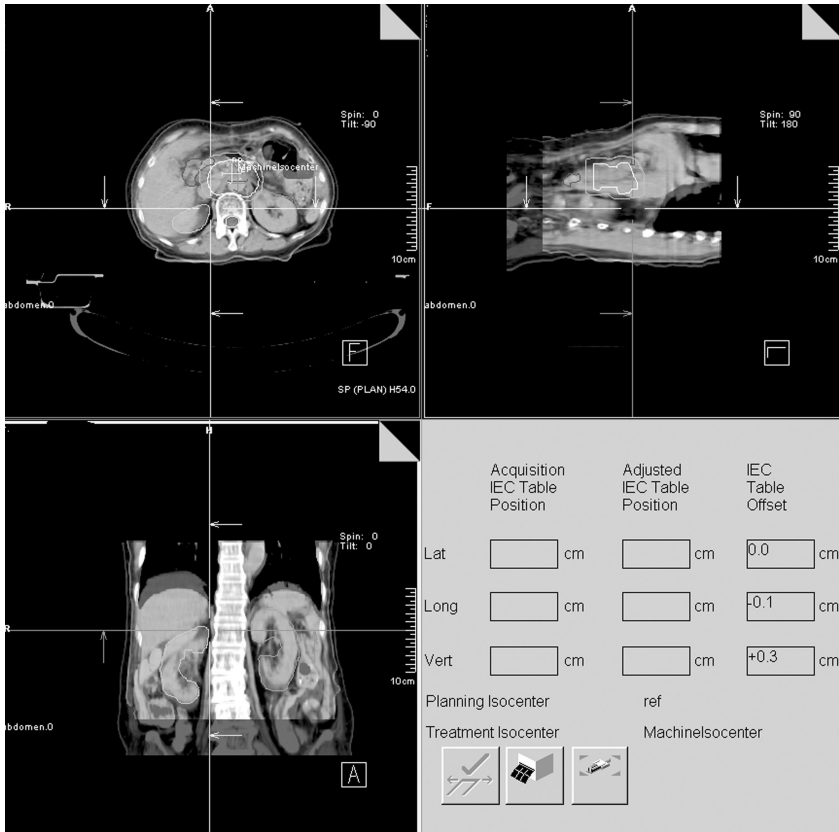


Fig 2. The image of SYNGO software for adjust patient position. It use 3-Dimensional to aid in patient positioning during volume guided radiation therapy

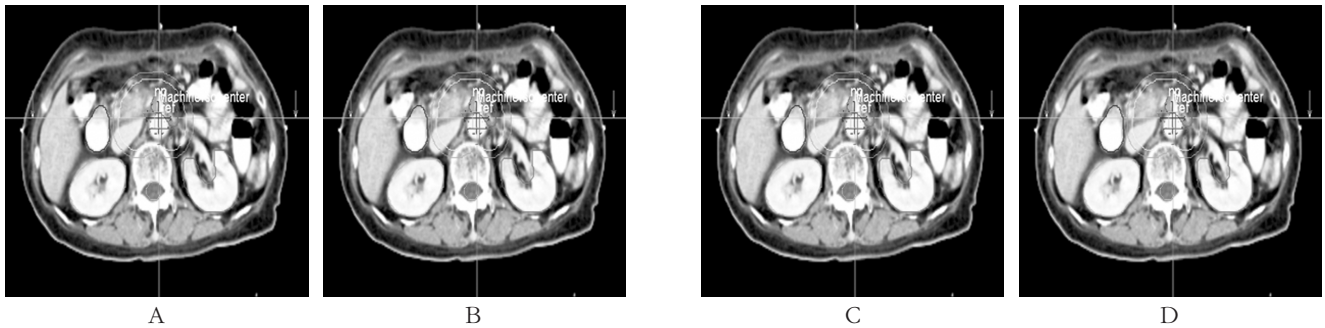


Fig 3. The image of blending images. The image show change of duodenum position accordig to respiration cycle.

Philips)로 전송되어 변화된 위치에 따른 십이지장의 체적 변화를 계산하였다.

또한, 위치의 변화가 발생되어 치료 용적에 포함되는 십이지장의 체적이 치료 계획에서 나타난 것보다 많은 부분이 포함되었다. 따라서 치료 용적에 포함되는 십이지장의 정확한 체적 변화를 파악하고 선량당 포함되는 체적의 양을 파악하기 위해서 KVCBCT에서 획득한 영상에 새로운 장기 윤곽(Contouring) 작업을 시행하였다.

장기 윤곽(Contouring) 작업을 통하여 치료 용적에 포함되는 십이지장의 정확한 체적을 파악하고, 변화된 체적과

최초의 치료계획에서 나타난 체적을 비교하여 각 선량에서 나타나는 체적 변화의 차이를 파악하였다.

결 과

1. 십이지장의 위치 변화

호흡에 따른 횡격막과 간의 변화는 해부학적인 구조 상 간과 밀접한 위치에 있는 십이지장의 위치를 변화시킨다.

이러한 위치 변화는 앞서 언급한 것과 같이 최초의 치료 계획에서 부여한 선량 당 체적에서 보다 많은 체적이 포함된다. 본 연구에서 파악한 십이지장의 위치 변화는 좌우(Left-Right Direction) 방향에서 좌측 방향으로 1.2cm, 우측 방향으로 1.0cm 변화하고, 머리 다리(Craniocaudal Direction) 방향에서는 머리 방향으로 0cm, 다리 방향으로 0.8cm 변화되었다. 또한, 전후 (Anterior-Posterior Direction) 방향에서는 앞쪽으로 0.1cm, 뒤쪽으로 1.0cm의 변화를 나타내었다. 십이지장의 변화는 머리 다리 방향으로 크게 변화하지 않지만 좌우 방향과 앞뒤 방향으로 변화가 큼을 확인할 수 있었다.[Table 2]

Table 2. The results of duodenum position change (Unit : cm)

Pt	X(R-L)	T(C-C)	Z(A-P)
1	0.67 (-1.2 ~ 0.2)	0.24 (0 ~ 0.5)	0.18 (0.1 ~ 0.8)
2	0.44 (0.2 ~ 1.0)	0.26 (0 ~ 0.8)	0.54 (0.1 ~ 1.0)
3	0.2 (0.1 ~ 0.3)	0.11 (0 ~ 0.5)	0.21 (0.1 ~ 0.4)

2. 십이지장의 체적 변화

방사선 치료가 진행되는 동안 환자의 호흡은 자유 호흡을 시행하기 때문에 횡격막은 연속적으로 변화하게 된다. 횡격막의 변화는 간의 움직임을 나타내고, 간의 움직임은 인접한 십이지장의 위치에도 영향을 주게 된다. 십이지장의 경우 췌장의 머리 부분과 해부학적 구조상 인접해 있기 때문에 십이지장의 위치 변화에 따라 치료 용적(Target)에 포함되는 영역이 증가한다. 십이지장의 체적 변화를 파악하기 위해서 일주일에 2회 KVCBCT를 촬영하였으며, 촬영된 영상에서 십이지장의 체적을 분석하여 위치 변화에 따른 치료 용적에 포함되는 체적의 변화를 파악하였다. 그 결과 십이지장의 위치 변화에 따른 치료 용적에 포함되는 십이지장의 체적은 환자 1의 경우는 최초 치료계획에 비해 체적이 최대 약 460%, 최소 122% 증가하였고 환자 2는 최대 490%, 최소 157% 증가하였다. 반면 환자 3은 최대 158% 증가하였으나 최소 값에서는 약 30% 감소함을 나타내었다. [Table 3, Fig 4]

3. 십이지장의 위치 변화에 따른 선량과 체적의 변화

앞서 연구한 결과에 따라 십이지장의 위치 및 체적의 변화는 환자의 호흡에 따라서 많은 영향을 받는 것을 알 수 있다. 이러한 체적의 변화는 환자의 치료 과정에서 각 선량에 따라 포함되는 체적에도 변화가 나타남을 파악할 수 있었다. 각 환자마다 호흡에 따른 십이지장의 위치 변화가 각

Table 3. Comparison of initial and study volume (Unit : cm³)

Pt	Initial Volume	Study Volume								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.765	1,421	2,762	3,541	2,982	2,141	0,938	1,517	2,214	3,172
2	0.742	1,571	3,471	2,488	3,637	2,714	2,514	1,117	1,876	3,112
3	5.33	3,891	4,122	3,764	4,923	6,593	7,241	8,431	6,787	7,125

Table 4. Comparison of initial and study mean volume according to dose. (Unit : %)

Pt	Intial Mean Volume					Study Mean Volume				
	V10	V20	V30	V40	V50	V10	V20	V30	V40	V50
1	71	68	10	5	2	84	80	40	24	13
2	38	32	28	23	12	58	54	51	47	30
3	50	46	42	38	7	60	52	47	42	10

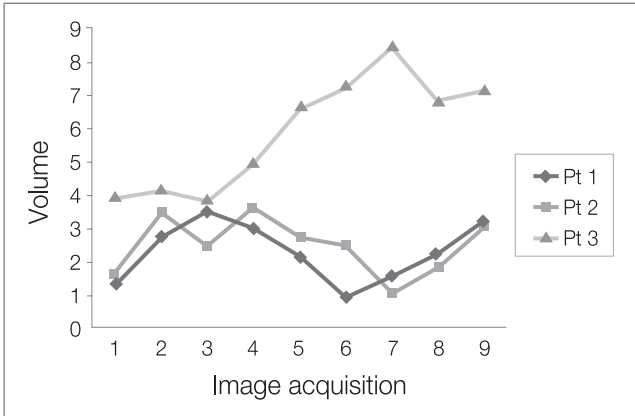


Fig 4. The graph of duodenum volume change.

각 다르기에 포함되는 체적과 그에 따른 선량의 변화 역시 변화됨을 확인할 수 있었다. 이러한 체적의 변화에 대해 각 체적에 부여되는 선량도 최초의 치료 계획과 비교하였을 때 V₃₀와 V₄₀에서 환자 1의 경우 4배, 4.5배, 환자 2의 경우는 1.8배, 2배, 환자 3의 경우는 1.01배, 1.1배로 나타나 실질적으로 치료 계획과 같은 체적 당 선량의 비율이 나타나지 않고 더 많은 체적이 선량에 포함되는 사실을 알 수 있었다.[Table 4, Fig 5]

결 과

방사선 치료가 발전되면서 환자의 위치에 대한 정확성에 요구를 갖는 경우가 다양한 분야에서 제시되었다. 이 중 폐와 간의 경우는 호흡동조방사선 치료를 이용하여 위치에 대한 보정 뿐만 아니라 호흡에 따른 움직임까지 보정하여 보다 정확한 치료를 시행하고 있다. 이러한 호흡동조 방사선 치료의 시행은 4차원 단층촬영(4-Dimensional Computed Tomography 이하 4D-CT)의 적용에 의해 시행될 수 있었다. 현재는 이러한 4D-CT가 다양한 부위에 적용되어 지고 있다. 췌장암의 경우도 이러한 4D-CT가 적용되는 다양한 부위 중 한 곳이다. 췌장암의 방사선 치료 시 췌장의 머리 부분에 종양이 발생한다면 췌장의 해부학적 구조에 따라서 십이지장이 치료 시 고려되어야 할 중요 장기로 여겨진다. 이는 췌장의 머리 부분이 해부학적 구조 상 십이지장과 밀접하게 연계되어 있기 때문이다. 따라서 췌장암의 머리 부분에 방사선 치료를 적용하게 된다면 십이지장의 움직임에 의해 부여되는 선량이 변화되어 계획한 선량보다 많은 부분이 치료 용적에 포함되며, 후에 천공과 같은 중대한 후유증이 발생할 수 있는 위험이 높아지게 된다. 십이지장

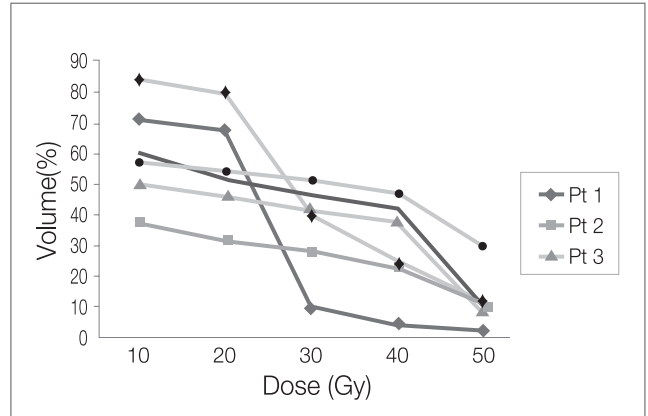


Fig 5. The graph of duodenum initial mean volume and study mean volume change according to dose

의 해부학적 구조를 파악하면 간과 인접해 있어서 간의 움직임에 대해 많은 영향을 받게 된다. 따라서 호흡에 따른 간의 움직임과 이로 인한 십이지장의 위치와 체적의 변화에 대한 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

TAKAYUKI H.는 본인의 연구에서 십이지장이 호흡에 따라서 많은 변화가 발생함을 알 수 있다고 하였다. 십이지장의 경우 호흡에 따라서 좌우(L-R) 방향으로는 약 10.4mm, 머리 다리(C-C) 방향으로는 22.2mm, 앞뒤(A-P) 방향으로는 10.5mm의 변화가 발생한다고 하였다.¹²⁾

Cullen MT는 자신의 연구에서 환자의 호흡 주기에 따라서 십이지장의 용적이 호기에서는 $0.38 \pm 0.17\text{cc}$ 로 나타나고 흡기에서는 $5.5 \pm 0.9\text{cc}$ 로 호흡 주기에 따라 용적의 차이가 10배가 넘게 나타나는 것으로 파악하였다.¹³⁾

이처럼 다양한 연구에서 호흡에 따른 십이지장의 위치와 체적의 변화가 발생됨을 파악하고 있다. 본 연구에서도 췌장암에 가장 많이 사용되는 치료 방법인 3D-CRT로 치료 받는 환자의 경우 4D-CT를 촬영하지 않는 환자를 대상으로 호흡에 따른 십이지장의 위치 및 체적의 변화를 연구하였고, 이에 더하여 각 선량에서 포함되는 체적의 변화를 최초의 치료 계획과 비교하여 발생하는 차이를 파악하였다. 그 결과 십이지장위 위치 변화는 좌우(Left-Right Direction) 방향에서 각각 1.2cm, 1.0cm 변화하고, 머리 다리(Craniocaudal Direction) 방향에서는 0cm, 0.8cm 변화되었다. 또한, 전후(Anterior-Posterior Direction) 방향에서는 0.1cm, 1.0cm의 변화가 나타났다. 각 방향에서의 변화 폭을 분석해본 결과 작게는 0cm, 많게는 1.2cm까지 변화되는 것을 확인하였다. 체적의 변화 역시 각 환자마다 호흡에 따라 포함되는 정도가 달랐지만 가장 큰 차이를 나타낸 경우를 분석하면 환자 1의 경우는 4.6배, 환자 2는 4.9배, 환자 3의 경우는 1.5배의 큰 차이를 나타내었고, 이러한 체적의 변

화에 대해 각 체적에 부여되는 선량도 최초의 치료 계획과 비교하였을 때 V_{30} 와 V_{40} 에서 환자 1의 경우 4배, 4.5배, 환자 2의 경우는 1.8배, 2배, 환자 3의 경우는 1.01배, 1.1배로 나타나 실질적으로 치료 계획과 같은 체적 당 선량의 비율이 나타나지 않고 더 많은 체적이 선량에 포함되는 사실을 알 수 있었다. 이러한 같은 선량에서의 체적의 차이는 치료 과정에서 발생할 수 있는 부작용을 증가시킬 수 있으며 더 나아가 십이지장의 천공(Perforation)을 발생 시킬 수 있는 위험성이 증가할 수 있다. 따라서 현재 3D-CRT를 이용한 방사선 치료 시 4D-CT를 이용한 모의치료를 통해 환자의 호흡에 따른 십이지장의 위치 변화에 대해 파악하고 정확한 치료계획용적(Planning Target Volume)의 설정을 통해 호흡에 따른 십이지장의 체적 변화를 예측하고 이에 맞는 적합한 치료 계획을 세워 십이지장에 부여될 수 있는 선량을 최소화 시켜야 할 필요성이 있다고 사료된다.

참고문헌

1. 보건복지부, 2010년 국가암등록통계 발표, 2012.
2. Willett CG, Czito BG, Bendel JC, Ryan DP. Locally advanced pancreatic cancer. *J Clin Oncol* 2005;23:4538-4544
3. Bramhall SR, Allum WH, Jones AG, et al. Treatment and survival in 13,560 patients with pancreatic cancer, and incidence of the disease, in the West Midlands : an epidemiological study. *Br J Surg* 1995;82:111-115
4. Jemal A, Thomas A, Murray T, Thun M, Cancer statistics 2002. Erratum In : *CA Cancer J Clin* 2002;52:119. *CA Cancer J Clin* 2002;52:23-47
5. Geer RJ, Brennan MF, Prognostic indicators for survival after resection of pancreatic adenocarcinoma. *Am J Surg* 1993;165:68-73
6. Evans DB, Abbruzzese JL, Willett CG, Cancer of the pancreas. In : DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA, et al. *Cancer-Principles and Practice of Oncology*. 6th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, 2001:1126-1161
7. 유미령, 윤세철, : The Results of Palliative Radiation Therapy in Patients with Unresectable Advanced Pancreatic Cancer : *대한방사선종양학회지* 2006;24:243-247
8. Haslam JB, Cavanaugh PJ, Stroup SL. Radiation therapy in the treatment of irresetable adenocarcinoma pf the pancreas. *1973;32:1341-1345*
9. Moertel CG, Childs DS, Reitmeier RJ, Colby MY, Holbrook MA. Combined 5-fluorouracil and supervoltage radiation therapy of locally unresetable gastrointestinal cancer. *Lancet* 1969;2:865-867
10. Gastrointestinal Tumor S서요 Group. Radiation therapy combined with adriamycin or 5-fluorouracil for the treatment of locally unresetable pancreatic carcinoma. *Cancer* 1985;56:2563-2568
11. Dobelbower RR, Borgelt BB, Strubler KA, Kutcher GJ, Suntharalingam N. Precision radiotherapy for cancer of the pancreas: technique and results. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1980;6:1127-1133
12. TAKAYUKI H, Hiroki S, Mototsugu K., Real-time monitoring of Digestive Tract Marker to Reduce Adverse Effect of Moving Organs at Risk(OAR) in Radiotherapy for Thoracic and Abdominal Tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;61(5):1559-1564
13. Cullen MT, James DM, Neville Eclow BS, Dosimetric Analysis of Organs at Risk During Expiratory Gating in Stereotatic Body Radiation Therapy for Pancreatic Cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2013;85(4):1090-1095

Abstract

Studies on changes in bulks of body per dose and in the positioning of duodenum by respiration when treating pancreatic cancer patients with radiation therapy

Department of Radiation Oncology, Seoul St Mary's Hospital, Seoul, Korea

Jang Hyeong-Jun, Chun Geum-Seong, Park Yeong-Gyu

Purpose : In the case of treating pancreatic cancer, the importance is put on the spread of dose. Changes take place in duodenum in accordance with respiration. Thus, in this paper, I am going to trace the positioning of duodenum and the changes in bulks of body per dose by scanning the patients' Kilovoltage Cone-Beam CT using the hospital equipped CT-on rail System.

Materials and Methods : Seeing three patients, I have acquired KVCBCT by using CT-on rail System and spotted the change in positioning at duodenum after comparing with the preliminary image of treatment plan by using SYNGO Software. Then, I followed the change in the bulk of duodenum and analyzed the changes in bulks of body on the same dose by transmitting the acquired KVCBCT into Pinnacle, a treatment plan system.

Results : The changes in the positioning shall be as set forth like this: 1.2cm, 1.0cm in Left-Right Direction, 0cm, 0.8cm in Craniocaudal Direction, 0.1cm, and 1.0cm in Anterior-Posterior Direction. Patient number one showed that his bulks in body had increased by maximum 460%, minimum 120%, the bulks in patient number two had increased by maximum 490%, minimum 160%, and the bulks of patient number three had increased by maximum 150%. But Minimum volume decreased 30%. Patient number one showed only a little bit of change at first when compared with the preliminary treatment plan. However, the dose increased the bulks in the patient's body: V_{10} 118%, V_{20} 117%, V_{30} 400%, and V_{40} 480%

Conclusion : In treating patients with radiation therapy using 3D-CRT, the dose amount penetrated into duodenum needs to be minimized by planning appropriate treatment beforehand. In order to establish an appropriate treatment plan it is required to comprehend the changes at positioning of the duodenum by respiration and predict the changes in the bulks of duodenum by setting precise Planning Target Volume.

Keyword : CT On-rail system, Pancreatic cancer, Duodenum, 4D-CT