

# 갑상선 암 환자에서 기관지 편이 정도를 평가하는 방법의 연구

인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실

유 영 삼

## Evaluation of Tracheal Deviation in Patients with Thyroid Cancer

Young Sam Yoo

Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea

**Background** Tracheal deviations are encountered frequently in head and neck tumors especially in thyroid cancer. Dyspnea and stridor are symptom calling for surgery. The method of evaluation in tracheal deviation is not well established yet. This paper is aimed to suggest objective tools to evaluate tracheal deviation in relation to cervical vertebra.

**Material and Method** Ten cases of thyroid cancers were recruited retrospectively. Tracheal inner shadow and shape of cervical vertebra were reconstructed three dimensionally using 3D-doctor to compare position of trachea in relation to vertebral body. Extent of deviation was scored in relation to both lateral borders of vertebral body. Angles between trachea and spinous process were measured in axial CT and compared between study group and control group.

**Results** Deviation scores were statistically significant between study group (mean=1.1) and control group (mean=0) (p=0.0008). Deviation angles at maximal tumor size in study group (mean=160.3 Degrees) and deviation angles of control group (mean=177.1 Degrees) were statistically significant (p=0.0007). Angles at maximal deviation of three dimensional images in study group (mean=162.6 Degrees) and deviation angles of control group (mean=177.1 Degrees) were statistically significant (p=0.0089).

**Conclusion** Tracheal deviation can be evaluated using scoring of three dimensional images and measuring angle between trachea and vertebral spine.

Korean J Bronchoesophagol 2010;16:138-144

**KEY WORDS** Tracheal deviation · Three dimensional reconstruction · Angle · Vertebra.

### 서 론

갑상선 암 환자 중 종물의 크기가 증가하여 호흡 곤란이 발생하거나 천명음이 들리는 환자들이 종종 있다.<sup>1,2)</sup> 이 증상들은 종물로 인해 기관지가 압박을 받거나 편이를 일으켜 발생하며 전신 마취 시 기도 내 삽관을 어렵게 하는 원인이 되고 기관지 절개를 요하는 경우도 있다. 대부분의 환자는 자각 증상 없이 경부 종물을 주소로 발견되며 병력도 수 년에서 수십 년인 경우이다. 갑상선 암이 급속하게 자라지 않고 서서히 자라

는 경우 별다른 증상 없이 경부 종물을 주소로 내원하게 된다.

종물의 크기나 기관지의 편이 유무는 단순 흉부 엑스선 사진이나 경부 엑스선 사진으로 보이기도 하지만 다른 방법으로 알 수도 있다.<sup>2,3)</sup> 후두 내시경, 기관지 내시경 등으로 기관지의 상태를 보거나 neck CT, MRI, PET CT 등으로 종물의 크기, 기관지의 침범 정도 등을 알 수 있다.<sup>4-6)</sup> 최근 삼차원 재건 영상으로 후두나 기도의 질환을 진단하는 연구들이 많이 나오고 있지만 기관지의 편이 정도를 등급화하여 객관적으로 알 수 있는 방법이 없고 흉부 엑스선 사진이나 경부 엑스선 사진 혹은 CT 등을 보고 의사가 주관적으로 판단하는 정도이다. 저자는 neck CT의 자료를 활용하여 이를 3차원 재건 영상으로 만들어 시각적으로 기관지의 편이 정도를 보여주고 기관지의 편이 정도를 객관적으로 등급화할 수 있는 방법(기관지 편이 등급이라 하자)을 만들어 보고자 하였

논문접수일: 2010년 11월 1일 / 심사완료일: 2010년 12월 10일  
교신저자: 유영삼, 139-707 서울 노원구 상계7동 761-1  
인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실  
전화: 02-950-1104 · 전송: 02-935-6220  
E-mail: entyoo@empal.com

고 기관지 편이가 가장 심한 위치에서 axial CT 사진으로 기관지와 경추의 극상돌기가 이루는 각도(기관지 편이각이라 하자)를 측정하여 기관지 편이 정도를 가늠할 자료로 삼고자 본 연구를 시행하였다.

### 대상 및 방법

연구군 10에는 갑상선 암 환자 10명을 선정하였고, 대조군 10에는 후두 및 기관지 질환의 병력이 없고 이학적 검사상 정상인 성인 10명을 선정하였다(Table 1).

연구군 및 대조군 모두에서 neck CT를 촬영하여 기본 자료로 활용하였다. CT 기종은 Toshiba aquillion이었고 촬영 조건은 Neck-helical-CE-3-phase로 120 KVP, Exp 100, ST=2, Z=1, L=50, W=300으로 하였다. Axial CT는 정수리에서 흉골 상부까지 촬영하였고 2 mm간격으로 자료를 받았다. Axial CT의 모든 자료는 Dicom형식으로 저장하여 삼차원 재건 소프트웨어에서 사용이 가능하도록 하였다.

CT 자료로 영상 분석 및 삼차원 재건을 실행하는 소프트웨어는 3D-doctor 4.0(Ablesoftware, USA)를 사용하였고 결과 영상을 저장 후 분석에 사용하였다. 영상의 편집은 Gimp(freeware)를 이용하였다. 본 연구에서는 골 부위 외면의 경계(bone surface boundary)와 기관지의 내면의 경

계(tracheal surface boundary)를 추출하여 분석 자료로 만들었다. 골 부위는 자료에서 보이는 모든 부위에서 외면의 경계를 추출하였고 기관지의 내면의 경계는 설골 하연에서 흉골 상연까지 추출해서 삼차원 재건을 시행한 후, 골과 기관지가 동시에 보이는 영상을 만들어 연구군 및 대조군 별로 각각 저장하였다. 이 때 저장되는 영상은 입체적으로 보이는 2차원 평면의 모습이다(Fig. 1).

### 기관지 편이 등급 측정

#### 추체 경계선의 정의

앞에서 만든 골과 기관지만 보이는 삼차원 재건 영상의 골 부위에서 척추 추체의 외측 면 들을 상하로 연결하는 가상의 선을 추체 경계선(vertebral boundary, VB)이라고 하자. 구체적으로 설명하면 가장 위로 윤상 연골에 인접한 추체의 외측면의 중간 지점과 가장 아래로 흉골 상부에 인접한 추체의 외측면의 중간 지점을 연결하는 직선을 긋는다. 동일한 직선을 추체의 양쪽에 그리면 2개의 수직에 가까운 선이 그려지고 이 2개의 선을 기준으로 기관지의 편이 정도를 점수화 하도록 한다(Fig. 2).

#### 기관지 편이 등급의 정의

골 부위와 기관지만 보이는 삼차원 재건 영상에서 기관지가 좌측 혹은 우측 추체 경계선을 기준으로 얼마나 벗어났는지 아래의 기준대로 판정하여 점수화 한다. 이를 기관지 편이 등급(deviation score)이라 하자.

기관지가 추체 경계선 사이의 공간 내에 있는 경우(정상)으로 취급) 0점, 기관지에서 가장 많이 편이 된 부분이 추체

Table 1. Patients' profile

Group		
Study	Sex	Age
1	M	44
2	F	41
3	M	57
4	M	50
5	F	78
6	M	80
7	M	67
8	F	52
9	M	81
10	F	66
Control		
	Sex	Age
11	F	38
12	M	39
13	M	26
14	M	26
15	F	36
16	M	69
17	F	48
18	M	33
19	F	39
20	M	34

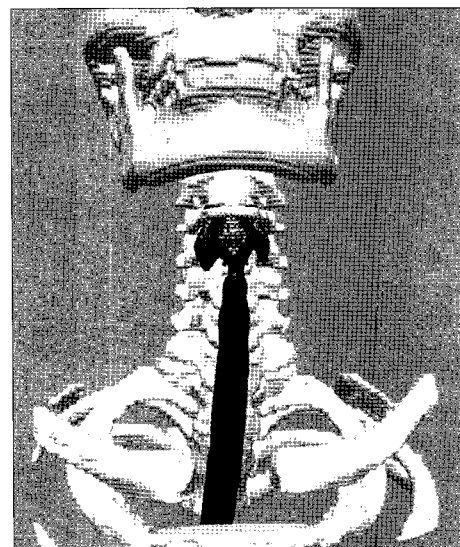
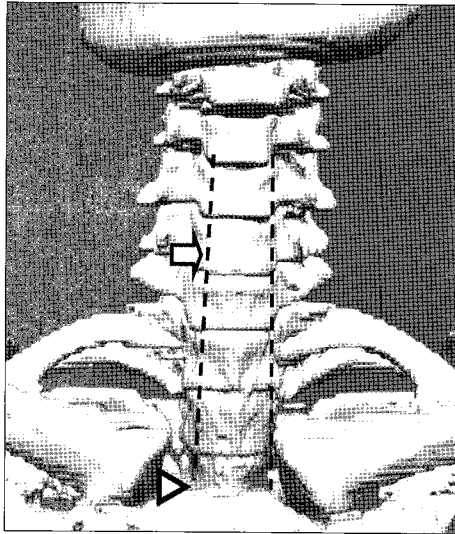


Fig. 1. Three dimensional reconstructed image of bone and trachea.

경계선 중 한 쪽을 벗어났고 벗어난 범위가 기관지 두께의 절반 이내인 경우 1점, 기관지에서 가장 많이 편이 된 부분이 추체 경계선 중 한 쪽을 벗어났고 벗어난 범위가 기관지 두께의 절반 이상인 경우 2점, 기관지에서 가장 많이 편이 된 부분이 추체 경계선 중 한 쪽을 벗어났고 벗어난 범위가 기



**Fig. 2.** Definition of vertebral boundary (VB). Line is drawn from lateral surface of vertebral body at cricoid level to lateral surface of vertebral body at upper sternum level. Lines are drawn on both side in same method. Arrow: lateral surface of vertebral body at cricoid level, Arrow head: lateral surface of vertebral body at upper sternum level, Dotted lines: vertebral boundaries.

관지 두께의 전부인 경우는 3점으로 한다(Fig. 3).

**대조군의 기관지 편이 등급 측정**

골 부위와 기관지가 동시에 보이는 삼차원 재건 영상에서 기관지의 편이가 가장 심해 보이는 부위의 편이 등급을 앞의 기준으로 평가하여 점수화한다.

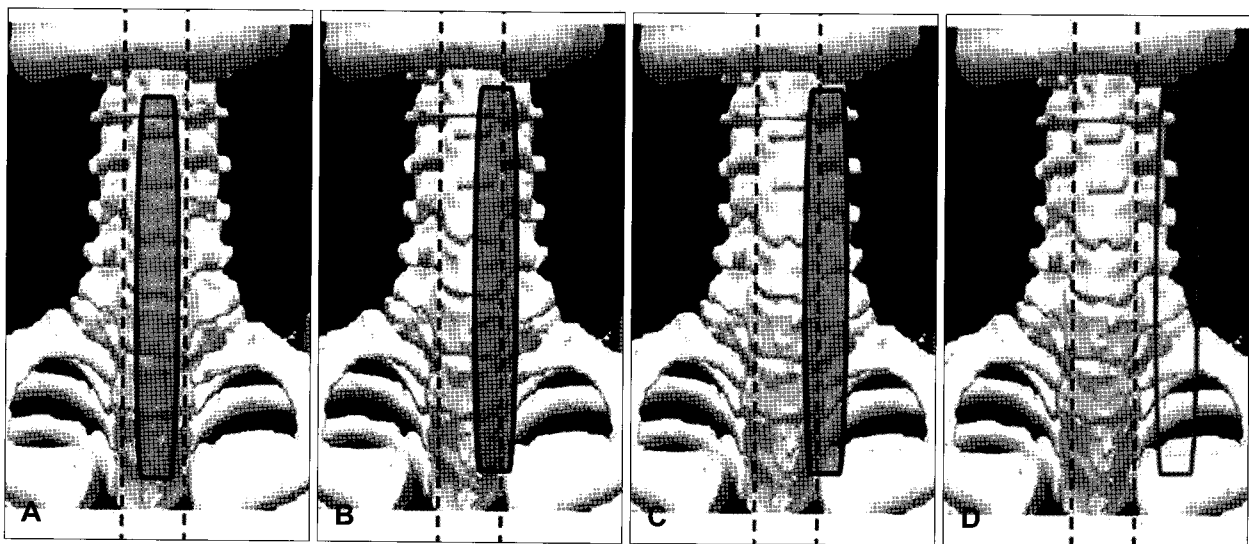
**연구군의 기관지 편이 등급 측정**

골 부위와 기관지가 동시에 보이는 삼차원 재건 영상에서 기관지의 편이가 가장 심해 보이는 부위의 편이 등급을 앞의 기준으로 평가하여 점수화한다.

**기관지 편이각 측정**

**기관지 편이각의 정의**

Axial CT에서 극상돌기(spinous process)의 끝, 추체(vertebral body)의 중심, 기관지(trachea)의 중심을 연결하여 이들이 이루는 이차원적인 각도를 기관지 편이각(Deviation angle)이라 정의한다. 각도의 측정은 그래픽 소프트웨어인 Pick Pick(Wiziple Software)를 이용하였고 동일한 CT사진에서 3회 측정 후 중간 값을 측정치로 하였고 소수점 첫 자리 이후 값을 버렸다(Fig. 4).



Position	Definition of tracheal position	Deviation score
A	Completely inside of VBs	0
B	More than 1/2 of trachea inside of both of VBs	1
C	More than 1/2 of trachea outside of both VBs	2
D	Completely outside of both VBs	3

Dotted lines: vertebral boundaries, Gray bar: trachea

**Fig. 3.** Position of trachea in relation to vertebral boundary (VB) and tracheal deviation score.

대조군의 기관지 편이각 측정

3D-doctor 소프트웨어를 작동시킨 상태에서 골 부위와 기관지가 동시에 보이는 삼차원 재건 영상을 보면서 기관지의 편이가 가장 심해 보이는 부위를 선정하고 이 부위에 대응하는 axial CT 사진에서 기관지 편이각을 측정한다.

연구군에서 기관지 편이각 측정

Axial CT상 갑상선 암의 크기가 가장 큰 부위에서 기관지 편이각 측정(기관지 편이각 1이라 하자).

3D-doctor 소프트웨어를 작동시킨 상태에서 골 부위와 기관지가 동시에 보이는 삼차원 재건 영상을 보면서 기관지의 편이가 가장 심한 부위를 선정하고 이 부위에 대응하는 axial CT 사진에서 기관지 편이각을 측정한다(기관지 편이각 2라 하자).

연구군과 대조군의 기관지 편이 등급과 기관지 편이각의 통계적 유의성은 SAS, Enterprise Guide 4.2(SAS, USA)를 사용하여 Mann Whitney test로 검증하였다.

기관지 편이각1과 편이각2 사이의 상관관계는 선형회귀 분석으로 검증하였다.

결 과

삼차원 재건으로 만든 기관지와 척추의 영상을 분석한

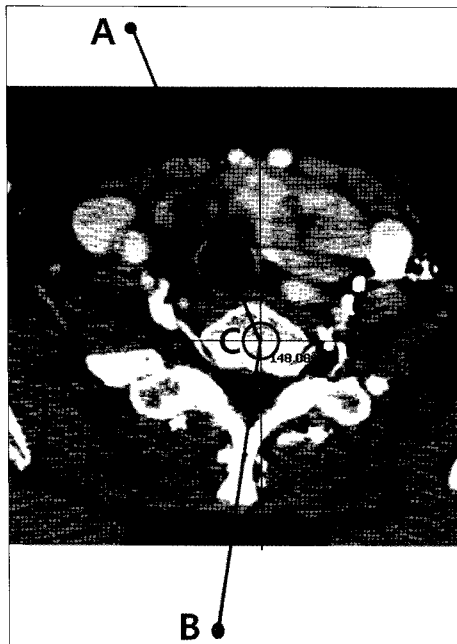


Fig. 4. Tracheal deviation angle. Angle (A-C-B) between trachea and spinous process. Center circle: center of vertebral body. Angle is measured using software PickPick. Number in the center is the measured angle.

결과 대조군은 기관지가 양측 추체 경계선의 내측에 위치하였다. 연구군에서, 갑상선 암 10예 중 1예는 기관지가 우측 추체 경계선을 벗어났고 벗어난 범위가 기관지 두께의 전부였고(기관지 편이 등급 3), 7예는 기관지의 절반 이상이 추체 경계선 안쪽에 위치하고 나머지 부위만 경계 밖으로 벗어나 있었다(기관지 편이 등급 1). 나머지 2예는 기관지가 양

Table 2. Tracheal deviation scores p=0.0008

Study	Control	
	Deviation score	Deviation score
1	0	11
2	3	12
3	1	13
4	0	14
5	1	15
6	1	16
7	1	17
8	1	18
9	1	19
10	1	20
Average=1.1		Average=0

Table 3. Tracheal deviation angles (Units: degrees)

Study	Angle at maximal tumor size	Angle at maximal deviation on 3D image
1	170.8	179.1
2	143.1	152.8
3	159.9	158.3
4	179	178.9
5	161.3	162
6	150.4	154.8
7	165.9	166.5
8	141.1	143.1
9	162.4	164.9
10	168.6	165.6
Average	160.3	162.6
Control	Angle	
11	178.6	
12	177.4	
13	174.6	
14	171.6	
15	179.3	
16	176.2	
17	177.9	
18	176.9	
19	178.8	
20	179.2	
Average	177.1	

Control angle vs angle at maximal tumor size (p=0.0007). Control angle vs angle at Angle at maximal deviation on 3D image (p=0.0089)

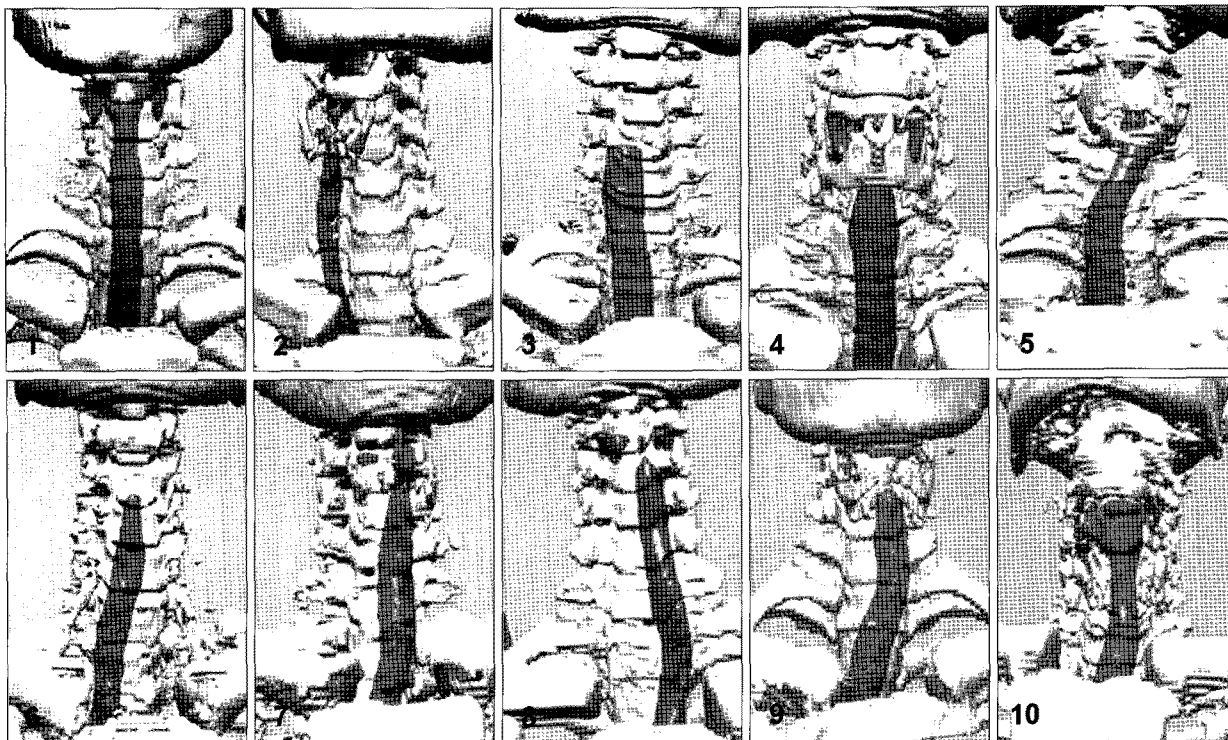


Fig. 5. Tracheal deviation scores of study group. case 1 and 4 (deviation score 0, trachea completely inside of both VBs.), case 2 (deviation score 3, trachea completely outside of both VBs), case 3 and 5 to 10 (deviation score 1, more than 1/2 of trachea inside of both VBs).

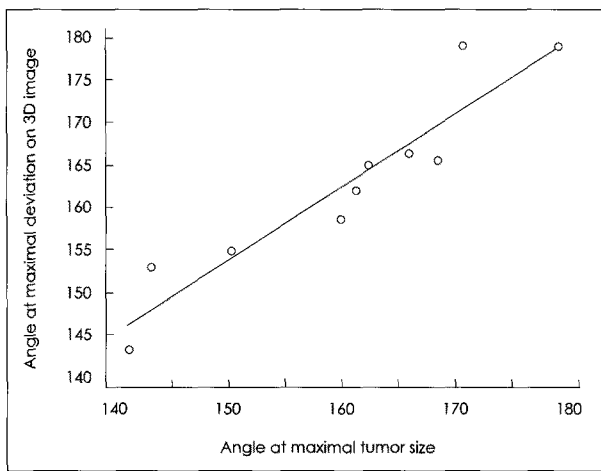


Fig. 6. Linear regression of tracheal deviation angles of study group.  $Y=0.8665X+23.74$  ( $R^2=0.8877$ ),  $p<0.05$ .

측 추체 경계선 내측에 위치하였다(기관지 편이 등급 0)

연구군의 기관지 편이 등급의 평균은 1.1 대조군의 기관지 편이 등급의 평균은 0이었고 두 군의 편이 등급 평균치 간에 유의미한 차이가 있었다( $p=0.0008$ ).

연구군의 Axial CT에서 종물의 크기가 최대인 위치에서의 기관지 편이각(기관지 편이각 1)평균은 160.3도였고 대조군의 기관지 편이각 평균은 177.1도였다. 두 군의 기관지 편이각 평균값 간에 유의미한 차이가 있었다( $p=0.0007$ )

연구군의 삼차원 재건 영상에서 기관지 편이가 가장 심해 보이는 위치에서의 기관지 편이각(기관지 편이각 2)의 평균치는 162.6도였고 대조군의 기관지 편이각 평균은 177.1도였다. 두 군의 기관지 편이각 평균값 간에 유의미한 차이가 있었다( $p=0.0089$ )

편이각 1과 편이각2 사이의 선형회귀 분석 결정계수( $R^2$ )= 0.8877, slope= 0.8665,  $p<0.05$ 였다(Table 2, 3, Fig. 5, 6).

## 고 찰

기관지 편이(tracheal deviation)는 갑상선 종물, 폐의 종물, 염증성 질환 등으로 발생할 수 있다.<sup>1-3,7,8</sup> 증상으로 호흡 곤란이나 천명음이 발생할 수 있으나 오지 않는 경우도 있다.<sup>2,7,8</sup> 기관지 편이는 전신마취에서 기도 삽관술이나 기도 내에 삽입된 관의 유지를 포함한 마취 과정에 영향을 줄 수 있으므로 마취과 의사가 관심을 갖는 영역이다.<sup>1-3,8-10</sup> 이런 환자의 협진(consultation)을 받아 저자가 의견을 제시해야 하는 경우 기관지 편이 정도에 대한 확립된 기준이 없어 그 기준의 필요성을 절감하였다. 이에 비해 기관지의 협착의 정도에 대한 등급은 기관지 내시경을 보거나 CT를 삼차원 재건한 가상 내시경 영상(virtual endoscopic view)을 활용하는 등 방법 등이 개발되어 있다.<sup>5,6,11-14</sup>

기관지 편이에 대한 세밀한 분류가 문헌 상 나오지 않은 이유는 기관지 폐색이나 편이가 어느 정도 오더라도 환자가 호소하는 증상이 심하지 않아서 의사들의 관심을 받지 못해서인 것으로 보인다. 최근 갑상선 종물로 인한 수술이 많아지는 추세이고 거대한 종물을 수술하는 경우 종물의 크기로 인해 기관지의 모양이나 위치에 변화를 일으키는 경우가 있으므로 수술 전에 기관지의 상태를 파악할 필요성이 늘어났다.<sup>15-17)</sup> 커다란 갑상선 암이라도 증상이 전혀 없는 경우도 있고 작아도 암에 의한 반회신경 침범으로 애성 등의 증상이 나타나는 경우도 있다.<sup>2,18,19)</sup> 본 연구에서도 갑상선 암 10예에서 호흡 곤란이나 천명음 등의 기도 압박 증상을 보인 경우는 없었고 1예에서만 성대 마비로 인한 애성을 호소하였다. 갑상선 암 환자가 상기 증상들 중 하나라도 호소한다면 기관지 편이를 포함한 여러 원인 들을 찾아내야 치료에 도움이 된다.

본 연구에서 다룬 첫 번째 편이의 기준은 기관지 편이 등급으로 neck CT의 삼차원 재건 영상을 이용하여 추체 경계선에서 기관지가 벗어나는 정도를 등급화한 것이고 두 번째 기준은 기관지 편이각으로 기관지와 극상돌기가 추체의 중심을 기준으로 이루는 평면상의 각도이다.

기관지 편이 등급 산정에서 기관지가 추체의 양측 경계선을 벗어났는지를 삼차원 재건 영상에서 각 부위의 해상도와 투명도를 조절하고 영상을 회전시켜 보면 자세한 식별이 가능하다. 저장된 영상들은 평면으로만 볼 수 있어서 애매한 경우도 있지만 여러 환자의 영상으로 충분히 연습을 하면 자세한 평가가 가능하다.

기관지 편이 등급은 대조군 평균 0점, 연구군 평균 1.1점으로 통계적으로 유의미한 결과를 보였다. 실험군 2예는 기관지 편이 등급이 0점으로 정상 범위에 들어갔는데 이들은 종물의 크기가 작아서 기관지 편이를 일으키지 않은 것으로 판단된다. 종물의 크기가 클수록 기관지 편이 등급이 3점으로 올라갈 것으로 예상이 되며 차후에 기관지 편이 등급과 종물 크기의 관련성을 검증해 볼 필요가 있다. 기관지 편이 등급을 정할 때 영상을 보고 판단해야 하므로 판단하는 사람의 주관성을 완전히 배제할 수는 없지만 기준을 명확히 적용하고 판단을 하는 의뢰진이 충분히 숙련된다면 객관적인 평가 방법으로 활용할 수 있을 것이다.

다음으로 기관지 편이각1의 평균치는 160.3도, 기관지 편이각 2의 평균치는 162.6도 정상군의 기관지 편이각 평균치는 177.1도로 기관지 편이각 1과 기관지 편이각 2는 각각 정상군과 비교하여 통계학적으로 유의미한 차이를 보였는데 이는 기관지의 편이 정도를 나타내는 척도로 활용할 수 있는 가능성을 보여 준다 하겠다. 물론 증례 수를 늘려서 더

의미 있는 결과를 얻을 수 있지만 본 연구와 유사한 결과를 얻을 것으로 보인다. 종물의 크기가 증가하면 이에 인접한 기관지는 더욱 밀릴 것이고 이로 인해 기관지 편이 각도는 더욱 변해서 대조군의 기관지 편이각과 더욱 차이가 날 것이다. 따라서 기관지 편이각을 기관지 편이 정도를 측정하는데 활용할 수 있으리라 생각한다. 기관지 편이각1과 기관지 편이각2는 이들을 측정 시 사용할 axial CT 사진(frame)의 선택 기준을 달리 하여 측정된 값으로, 삼차원 재건 영상을 보고 선택한 경우와 axial CT만을 보고 선택한 경우 기관지 편이각을 측정하는 CT면이 서로 다를 수 있다. 기관지 편이각 1과 기관지 편이각 2 사이에 선형회귀 분석을 시도한 결과  $R^2 = 0.8877$  slope=0.8665,  $p < 0.05$ 로 두 측정값 간에 직선적인 회귀 관계가 있어 두 측정치 중 한 가지만을 기관지 편이각으로 사용해도 된다 판단된다. 따라서 기관지 편이각을 측정할 axial CT의 면(frame)을 선택하는 기준도 삼차원 재건 영상이나 axial CT 중 한 가지만을 사용하여도 가능하다 본다. 삼차원 재건 영상도 axial CT 자료를 처리 후 나온 결과물이므로 이러한 결과가 나온 것이라 생각한다. 삼차원 재건 영상을 보면서 가장 편이가 심한 부위를 선정하고 그에 대응하는 axial CT를 선정하려면 3D-doctor 소프트웨어를 작동시켜야 한다. 소프트웨어를 구비할 수 없는 경우에는 axial CT에서 종물이 가장 큰 사진을 선정하여 기관지 편이각을 측정하는 방법을 택해야 할 것이다.

이상의 결과를 바탕으로 저자는 기관지 편이 정도에 대한 분류 초안을 다음과 같이 제시해 보고자 한다.

기관지와 추체의 양측 경계선과의 위치 관계를 판단하여 기관지가 양쪽 추체 경계선 사이에 있는 경우(정상으로 취급) 0점, 기관지 중 가장 많이 편이된 부분이 추체 경계선 중 하나를 절반 이상 벗어나지 않은 경우 1점, 기관지 중 가장 많이 편이된 부분이 추체 경계선 중 하나를 절반 이상 벗어나 경우 2점, 기관지가 우측 혹은 좌측 추체 경계선을 벗어나고 벗어난 부위가 기관지 두께의 전체인 경우 3점으로 하는 기관지 편이 등급과 axial CT에서 측정된 기관지 편이각을 이용하면 기관지 편이 정도를 나타내는데 도움이 되리라 생각한다.

기관지 편이 등급은 삼차원 재건 영상을 보고 사람이 주관적으로 판단할 수 있으므로 객관성 확보를 위해서 앞의 기준을 그림과 표로 명시하고 판단하는 훈련을 거쳐야 할 것이다. 이는 안면 신경 마비 기준들이 활용되고 있는 것을 참고로 하면 해결하면 될 것으로 보인다. 기관지 편이각은 정상치를 더 모아야 하겠지만 정상치는 180도에 근접하리라 예상이 되므로 추가 연구를 통한 정상치가 확립될 때까지는 180도를 기준으로 삼아 판단하거나 본 연구에서 측정된

대조군 평균치 177.1도를 기준으로 삼아야 할 것이다.

향후 환자의 호흡 곤란 정도나 애성 유무, 설골이나 주변 연골의 파괴나 편이 여부를 같이 보는 연구도 추가를 해보는 것도 의미가 있을 것이고 마취와 관련한 연구를 한다면 산소 포화도 및 기도내 삽관의 용이성 등에 관한 자료를 분석하면 도움이 될 것이다.

**REFERENCES**

- 1) Cengiz K, Aykin A, Demirci A, Diren B. Intrathoracic goiter with hyperthyroidism, tracheal compression, superior vena cava syndrome, and Horner's syndrome. *Chest* 1990;97:1005-6.
- 2) Leach KR, Martinez FJ, Morelock JW, Korobkin MT, Orringer MB. Dyspnea and tracheal mass in an elderly man. *Chest* 1994;105:1555-6.
- 3) Cury JD, Peterson RJ, Lacy GD, Khaled AS, DeVane PT. Tracheal Deviation From an Atypical Mediastinal Mass. *Chest* 1997;111:503-5.
- 4) Bonnema SJ, Andersen PB, Knudsen DU, Hegedus L. MR imaging of large multinodular goiters: observer agreement on volume versus observer disagreement on dimensions of the involved trachea. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179:259-66.
- 5) Gluecker T, Lang F, Bessler S, Monnier P, Meuli R, Schnyder P, et al. 2D and 3D CT imaging correlated to rigid endoscopy in complex laryngo-tracheal stenoses. *Eur Radiol* 2001;11:50-4.
- 6) Zeiberg AS, Silverman PM, Sessions RB, Troost TR, Davros WJ, Zeman RK. Helical (spiral) CT of the upper airway with three-dimensional imaging: technique and clinical assessment. *AJR Am J Roentgenol* 1996;166:293-9.
- 7) Kar P, Rath GP, Prabhakar H, Ali Z. Tracheal deviation may be a normal anatomical variant in children. *Anaesth Intensive Care*. 2009;37:144-5.
- 8) Wakeling HG, Ody A, Ball A. Large goitre causing difficult intubation and failure to intubate using the intubating laryngeal mask airway: lessons for next time. *Br J Anaesth* 1998;81:979-81.

- 9) Wootten CT, Rutter MJ, Dickson JM, Samuels PJ. Anesthetic management of patients with tracheal T-tubes. *Pediatric Anesthesia* 2009;19:349-57.
- 10) Wouters KMA, Byreddy R, Gleeson M, Morley AP. New approach to anaesthetizing a patient at risk of pulmonary aspiration with a Montgomery T-tube in situ. *British Journal of Anaesthesia* 2008;101:354-7.
- 11) Gamsu G, Webb WR. Computed tomography of the trachea: normal and abnormal. *AJR Am J Roentgenol* 1982;139:321-6.
- 12) Hoppe H. Grading Airway Stenosis Down to the Segmental Level Using Virtual Bronchoscopy. *Chest* 2004;125:704-11.
- 13) Hoppe H, Walder B, Sonnenschein M, Vock P, Dinkel HP. Multi-detector CT virtual bronchoscopy to grade tracheobronchial stenosis. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:1195-200.
- 14) Triglia JM, Nazarian B, Sudre-Levillain I, Marciano S, Moulin G, Giovanni A. Virtual laryngotracheal endoscopy based on geometric surface modeling using spiral computed tomography data. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111:36-43.
- 15) Hsieh TC, Katz JA. Images in anesthesiology: thyroid cancer invading the trachea. *Anesthesiology* 2010;113:961.
- 16) Price DL, Wong RJ, Randolph GW. Invasive thyroid cancer: management of the trachea and esophagus. *Otolaryngol Clin North Am* 2008;41:1155-68.
- 17) Shigemitsu K, Naomoto Y, Haisa M, Yamatsuji T, Noguchi H, Kataoka M, et al. A case of thyroid cancer involving the trachea: treatment by partial tracheal resection and repair with a latissimus dorsi musculocutaneous flap. *Jpn J Clin Oncol* 2000;30:235-8.
- 18) Varsamidakis N, Kanakis M, Thomas T, Kati M, Kostopanagiotou E. Dysphagia as the presenting symptom of thyroid cancer. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2009;117:511-3.
- 19) Gning I, Trask PC, Mendoza TR, Harle MT, Gutierrez KA, Kitaka SA, et al. Development and initial validation of the thyroid cancer module of the M. D. Anderson Symptom Inventory. *Oncology* 2009;76:59-68.