

고리뼈와 중쇠뼈 사이의 척추동맥 주행양상

강호석, 김지원¹, 최병영, 조병필, 황태선², 고기석³

연세대학교 원주의과대학 해부학교실

¹우송대학교 보건복지학부 작업치료학과

²포천중문의과대학교 해부학교실

³건국대학교 의과대학 해부학교실

간추림 : 한국인 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 주행양상을 조사하기 위해 이 연구를 시행하였다. 조사 대상은 18세에서 90세 사이의 한국인 성인 시신 48구(남자 34구, 여자 14구), 93쪽을 조사하였다. 척추동맥의 주행 양상의 조사방법은 앞면에서 각도 I과 각도 II를 측정하고, 옆면에서 각도 III과 각도 IV를 측정하였고, 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 지름을 측정하였다.

앞면에서, 척추동맥은 여섯째 목뼈에서 중쇠뼈까지 비교적 수직으로 주행하다 중쇠뼈의 가로구멍을 지나가면서 가쪽으로 꺾여 주행하였다. 이를 각도 I로 정하였고 평균값은 83.3도 이었으며, 오른쪽과 왼쪽의 평균값은 각각 84.7도와 82.0도 이었다. 여성의 각도 I(95.4도)은 남성의 각도 I(80.5도)보다 컸으며 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 중쇠뼈의 가로구멍을 통과한 척추동맥이 위쪽으로 굽은 각도를 각도 II라 하였고 평균값은 95.9도 이었다. 각도 II의 오른쪽과 왼쪽 평균값은 각각 97.8도와 93.8도이었다. 각도 I과 같이, 여성의 각도 II의 평균값(110.6도)이 남성의 각도 II(93.1도)보다 컸으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 옆면에서 척추동맥은 여섯째 목뼈에서 중쇠뼈까지 비교적 수직으로 주행하다 중쇠뼈의 가로구멍을 지나면서 뒤쪽으로 꺾여 주행하였으며, 이를 각도 III이라 정의하였다. 각도 III의 평균값은 71.3도 이었다. 중쇠뼈의 가로구멍을 통과한 척추동맥은 위로 꺾여 주행하였고 이를 각도 IV라 하였고, 평균값은 87.3도 이었다. 각도 III과 각도 IV에 있어서도 여성의 평균값이 남성보다 컸으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 이러한 결과들은 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 여성의 척추동맥이 보다 많이 꺾어짐을 나타냈다. 척추동맥의 지름의 평균값은 약 3.7mm이었으며, 오른쪽과 왼쪽 지름의 평균값은 각각 3.5mm와 4.0mm이었으며, 전체 조사 대상 중 76%에서 왼쪽 척추동맥의 지름이 오른쪽 지름보다 컸으며 통계적으로 유의하게 나타났다($p < 0.05$).

찾아보기 낱말 : 척추동맥, 꺾어짐, 고리뼈, 중쇠뼈, 각도, 지름

서 론

척추동맥은 일반적으로 여섯째 목뼈에서 고리뼈까지 여섯개 목뼈의 가로구멍을 따라 거의 수직의 경로로 지나간다고 알려져있다. 그러나, 척추동맥은 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 다양하게 꺾이는 모습을 보인다. 이러한 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추

동맥의 꺾어짐에 대하여 혈관조영을 통한 연구(Hadley 1958, Krayenbuhl과 Yasargil 1968, Braakman과 Penning 1971, Bland 1978), 마른뼈를 이용한 연구(최병영 등 1993, Taitz 등 1978, Taitz와 Arensburg 1989), 시신을 이용한 연구(Taitz와 Arensburg 1991) 등이 보고되었다. 특히 마른뼈의 조사에서 중쇠뼈의 가로돌기에 있는 가로구멍을 형성하는 아래 열림과 가쪽 열림에 의해 형성된 기울어진 구멍에 의해 척추동맥이 45도 가쪽으로 꺾여서 주행

correspondence to : 강호석(연세대학교 원주의과대학 해부학교실)

한다고 보고하였다 (Taitz와 Arensburg 1978). 중쇠뼈 가로돌기 구멍의 침식이 주로 척추동맥의 비틀림에 의해서 형성되는데 종족마다 발생빈도와 침식 정도에 차이가 있다고 하였다 (Taitz와 Nathan 1986). 중쇠뼈 아래에서는 척추동맥의 꺾어짐이 거의 일어나지 않으며, 드물게 꺾어짐이 나타나는 경우에는 넷째와 다섯째 목뼈 부위의 왼쪽 척추동맥에서 관찰됨을 보고하였다 (Slover와 Kiley 1965, Zimmerman과 Farrell 1970, Glover 등 1990).

임상적으로 척추동맥의 꺾어짐으로 인해서 고리뼈 및 중쇠뼈 가로돌기 구멍의 침식이 생기며 목부위 및 후두에 통증을 호소한 환자도 있으며 이 경우 목뼈의 부분적인 침식이 관찰되었다 (Hadley 1958). 정형외과학, 재활의학 및 신경외과학 등의 분야에서 척추동맥에 대한 정확한 평가는 목의 검사에 있어 중요한 사항이다. 특히, 목의 수기치료 (manipulation)에 있어 목을 돌릴 때에 척추동맥의 혈류역학적인 고려는 외상의 가능성 때문에 중요하다. 이러한 이유로 척추동맥의 기능학적 연구들이 보고되고 있으나 (Li 등 1999, Licht 등 1999), 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 주행양상에 대한 형태학적 연구는 부족한 상황이다. 이에 본 연구에서는 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 주행양상을 알아보기 위해 앞면과 옆면에서 척추동맥의 꺾어진 각도와 지름을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

연구에 사용된 재료는 연세대학교 원주의과대학 및 공동 연구자들이 속한 의과대학에서 학생실습에 사용한 한국인 시신의 목부위 표본 48개 (남자 34, 여자 14, 평균나이 63세)에서 얻은 93 쪽의 척추동맥을 사용하였다.

2. 방 법

고리뼈와 중쇠뼈 사이로 지나가는 척추동맥을 확인하기 위해 근육과 정맥, 척수신경 등을 제거하고, 척추동맥이 잘 보일 수 있도록 에오신 (eosin)으로 칠하였다. 지지대에 목뼈를 똑바로 세워두고 앞면과 옆면에서 디지털카메라 (DC 260, Kodak, USA)를 이용하여 척추동맥을 촬영하고, CorelDraw 프로그램 (Version 8.0, Corel Co., USA)을 이용하여 척추동맥의 꺾어진 각도를 측정하였다. 고리뼈와 중쇠뼈 사이의 척추동맥의 지름은 밀림자 (Vernier caliper) (1/20 mm, Mitutoyo co, Japan)로 측정하였다.

1) 측정각도의 정의

척추동맥의 꺾어짐을 나타내기 위해 각도 I에서 각도 IV까지 4개의 각도를 측정하였다. 각도 I과 각도 II는 앞면에서, 각도 III과 각도 IV는 옆면에

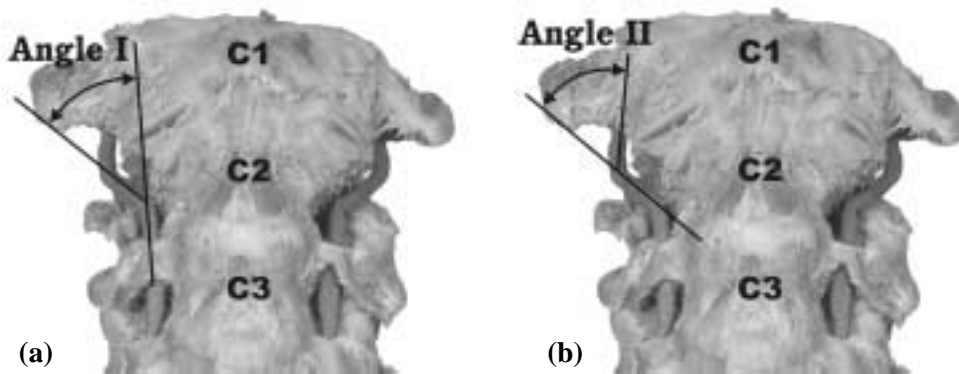


Fig. 1. Determinations of Angle I (a) and Angle II (b) to identify the tortuosity of the vertebral artery from the anterior view.

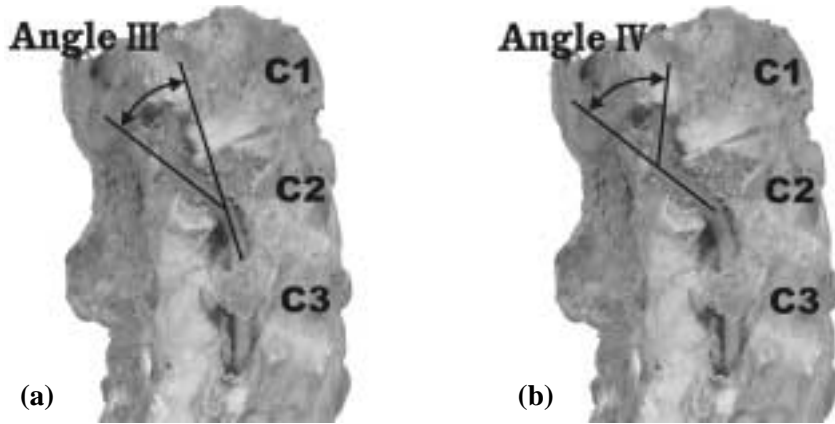


Fig. 2. Determinations of Angle III (a) and Angle IV (b) to identify the tortuosity of the vertebral artery from the lateral view.



Fig. 3. Determinations of the vertebral artery diameter between C1 and C2.

서 측정하였다. 각도 I은 셋째 목뼈 높이에서 중쇠뼈의 가로구멍으로 지나가는 척추동맥이 중쇠뼈의 가로구멍을 지나면서 가쪽으로 꺾어진 각도로 정하였고(Fig. 1a), 각도 II는 중쇠뼈의 가로구멍을 통과한 척추동맥이 고리뼈의 가로구멍으로 들어가기 위해 위쪽으로 꺾어진 각도로 정하였다(Fig. 1b). 각도 III은 셋째 목뼈 높이에서 중쇠뼈의 가로구멍을 지나가는 척추동맥이 중쇠뼈의 가로구멍을 지나면서 뒤쪽으로 꺾어진 각도로 정하였고(Fig. 2a), 각도 IV는 중쇠뼈의 가로구멍을 통과한 척추동맥이 고리뼈의 가로구멍으로 들어가면서 앞쪽으로 꺾어진 각도로 정하였다(Fig. 2b). 척추동맥의 지름

은 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 세 부분을 계측 후 평균하였다(Fig. 3).

2) 통계처리

자료는 통계용 소프트웨어 (SPSS version 7.5)를 이용하여 처리하였고, 계측항목에 대한 기술통계, 독립표본 t-검정 (independent t-test), 대응표본 t-검정 (paired t-test), 상관분석을 시행하였다.

결 과

척추동맥은 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 다양하게 꺾어지는 양상을 보였다(Fig. 4). 몇몇 척추동맥은 중쇠뼈의 가로돌기를 나온 다음 가쪽으로 45도 꺾어지고, 일부 척추동맥은 90도, 다른 척추동맥들은 90도 이상으로 다양한 꺾어짐을 관찰할 수 있었으며, 앞에서 측정한 각도 I의 범위는 27~137도였고, 각도 II의 범위는 19~149도였다. 각도 I의 평균값은 83.3도였으며, 남성과 여성의 각도 I의 평균값은 각각 79.1도와 94.2도로 여성의 각도가 컸으며($p < 0.05$), 오른쪽과 왼쪽 각도 I의 평균값은 각각 84.7도와 82.0도로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

각도 II의 평균값은 95.9도였으며, 남성과 여성의 각도 II의 평균값은 각각 91.9도와 106.5도로 여성



Fig. 4. Tortuosity of various vertebral arteries between the atlas and the axis.

Table 1. Measurement of angle I

	Male	Female	
Right	80.5 ± 26.9	95.4 ± 26.2	84.7 ± 27.3
Left	77.6 ± 25.2	93.0 ± 22.0	82.0 ± 25.1
	79.1 ± 25.9	94.2 ± 23.8*	83.3 ± 26.1

unit: degree, mean ± S.D.

*: p < 0.05 comparison between Male and Female on t-test

Table 2. Measurement of angle II

	Male	Female	
Right	93.1 ± 30.9	110.6 ± 26.6	96.9 ± 31.0
Left	90.6 ± 26.3	102.2 ± 25.9	93.3 ± 28.7
	91.9 ± 28.5	106.5 ± 26.0*	95.9 ± 28.5

unit: degree, mean ± S.D.

*: p < 0.05 comparison between Male and Female on t-test

Table 3. Measurement of angle III

	Male	Female	
Right	67.8 ± 25.0	75.3 ± 22.4	75.4 ± 22.0
Left	67.2 ± 21.2	86.2 ± 25.0	74.4 ± 22.7
	67.5 ± 23.1	80.8 ± 24.0*	71.3 ± 24.0

unit: degree, mean ± S.D.

*: p < 0.05 comparison between Male and Female on t-test

의 각도가 컸으며 (p < 0.05), 오른쪽과 왼쪽 각도 II의 평균값은 각각 96.9도와 93.3도로 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 2).

옆에서 측정한 각도 III의 평균값은 71.3도였으며, 남성과 여성의 각도 III의 평균값도 각각 67.5도와 80.8도로 여성의 각도가 컸으며 (p < 0.05), 오

Table 4. Measurement of angle IV

	Male	Female	
Right	85.1 ± 31.1	94.4 ± 27.3	93.3 ± 32.5
Left	81.2 ± 30.9	102.7 ± 27.0	89.3 ± 31.2
	83.2 ± 30.8	98.6 ± 26.9*	87.3 ± 30.4

unit: degree, mean ± S.D.

*: p < 0.05 comparison between Male and Female on t-test

Table 5. Measurement of the diameter of the vertebral artery

	Male	Female	
Right	3.5 ± 0.7	3.6 ± 0.4	3.5 ± 0.7
Left	3.9 ± 0.8	4.0 ± 0.6	4.0 ± 0.7**
	3.6 ± 0.8	3.9 ± 0.6*	3.7 ± 0.7

unit : mm, mean ± S.D.

*: p < 0.05 comparison between Male and Female on t-test

** : p < 0.01 comparison between Right and Left on paired t-test

른쪽과 왼쪽의 각도 III의 평균값은 각각 75.4도와 74.4도로 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 3).

각도 IV의 평균값은 87.3도였으며, 남성과 여성의 각도 IV의 평균값은 각각 83.2도와 98.6도로 여성의 각도가 컸으며 (p < 0.05), 오른쪽과 왼쪽 각도 IV의 평균값은 각각 93.3도와 89.3도로 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 4).

척추동맥의 지름은 3.7mm였으며, 오른쪽과 왼쪽의 평균값은 각각 3.5mm와 4.0mm로 왼쪽의 지름이 컸으나 (p < 0.01), 남성과 여성 지름의 평균값은 각각 3.6mm과 3.9mm으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 5).

Table 6. Correlation between the measurements of tortuosity and age

	RtAng I	LtAng I	RtAng II	LtAng II	RtAng III	LtAng III	RtAng IV	LtAng IV
Male	0.629**	0.625**	0.649**	0.538**	0.474**	0.374*	0.371*	0.497**
Female	0.467	0.701**	0.453	0.474	-0.255	-0.184	0.401	0.222

*: $p < 0.05$ on Pearson correlation coefficient
 **: $p < 0.01$ on Pearson correlation coefficient
 RtAng: right angle, LtAng: left angle

Table 7. Correlation between the measurements of diameter and tortuosity

	Angle I	Angle II	Angle III	Angle IV
Diameter	0.265*	0.261*	0.308**	0.301**

*: $p < 0.05$ on Pearson correlation coefficient
 **: $p < 0.01$ on Pearson correlation coefficient

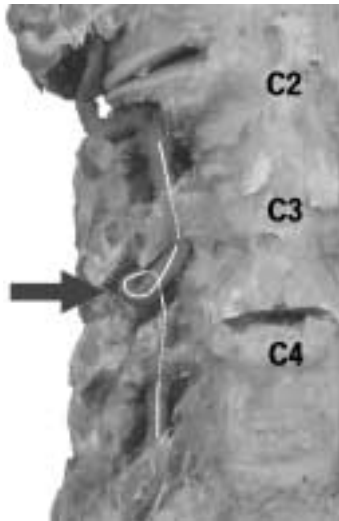


Fig. 5. The right vertebral artery demonstrating coiling between the C3 and C4.

나이와 꺾어짐을 나타내는 각도와와의 상관분석을 하여 0.5 이상의 값을 갖는 것을 의미 있는 것으로 판단하였다. 남성에서는 각도 I과 각도 II에서 나이와 높은 상관관계를 보였으며, 여성에 있어서는 왼쪽 각도 I에서만 높은 상관관계를 가졌다(Table 6). 척추동맥의 지름과 척추동맥의 꺾어짐을 나타내

는 각도는 낮은 상관관계를 보였다(Table 7).

고리뼈와 중쇠뼈 사이의 척추사이동맥 조사 중 85세 여성의 오른쪽 셋째와 넷째 목뼈의 척추사이구멍에서 척추동맥의 꼬임(coiling)을 관찰하였는데, 넷째 목뼈의 가로구멍으로 올라온 후 한번 감고 올라가는 양상을 보였다(Fig. 5).

고 찰

척추동맥의 꺾어짐이 일시적으로 허혈증세를 나타낼 수도 있으며(Slover와 Kiley 1965), 드문 경우에 신경뿌리를 압박하고(Hyypa 등 1974, Lindsey 등 1985), 목과 뒤통수 부위의 통증, 어지럼증(vertigo), 압통(tenderness), 두통, 신경근증(radculopathy) 및 운동제한을 일으킬 수 있다(Burnett과 Staple 1981, Sganzerla 등 1987, Holden 1996).

임상적인 목적으로 척추동맥을 네 부분으로 나누는데 그 중 둘째 부분은 여섯째 목뼈의 가로구멍에서부터 중쇠뼈의 가로돌기까지이고, 셋째 부분은 중쇠뼈의 가로돌기에서 고리뒤통수막까지의 부위이다. 척추동맥의 둘째 부위에서, 척추동맥은 비교적 수직의 경로를 통해 위로 올라간다. 이 부위에서 척추동맥의 꺾어짐은 거의 일어나지 않으나, 척추동맥의 꺾어짐이 나타나는 경우 왼쪽 넷째와 다섯째 목뼈 사이의 척추동맥에서 꺾어짐이 나타난다고 보고하였다(Slover와 Kiley 1965, Zimmerman과 Farrell 1970, Glover 등 1990). 또한 드물지만 척추동맥의 꼬임을 보고하였는데(Barratt 1974) 여성의 왼쪽 넷째와 다섯째 목뼈 사이에서 꼬임을 관찰하였으며 척추동맥의 꼬임을 4예에서 보고한 바 있다(Hadley 1958). 본 연구에서는 93쪽의 척추동맥 중 1예에서 85세 여성의 오른쪽 셋째와 넷째 목뼈의 척추사이구멍에서 척추동맥의 꼬임(coiling)을 관찰하였다. 척추동맥의 셋째 부위 중 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 꺾어짐에 대하여는 연구가 부족한 상황이다. 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 꺾어짐에 대한 혈관조영술(Braakman과 Penning 1971, Bland 1987)과 마른뼈의 연구(Taitz 등 1978, Taitz와 Arensburg 1989)는 중쇠뼈

가로구멍의 기울어진 각도에 의해 척추동맥이 45도 가쪽으로 기울어져 지나간다고 하였다. 그러나, 본 연구에서 각도 I은 27~137도로 다양한 양상을 보였으며, 평균값은 약 84.1도로 기존의 연구결과와는 큰 차이를 보였다. 또한, 기존의 연구에서는 중쇠뼈의 가로구멍을 지나면서 꺾어진 후 고리뼈의 가로구멍으로 들어가기 위해 다시 척추동맥이 꺾이는 양상에 대한 조사는 없었는데 본 연구에서 평균 95.9도 안쪽으로 꺾여 고리뼈의 가로구멍으로 들어가는 양상을 보였다. 또한 척추동맥의 주행 양상을 보다 정확히 알기 위해 가쪽에서 측정한 결과도 뒤쪽으로 평균 71.3도 꺾이고, 다시 앞쪽으로 평균 87.3도 꺾여 고리뼈의 가로구멍으로 들어갔다.

남성과 여성의 척추동맥 꺾어짐에 대한 남녀간 비교에서 오른쪽 각도 III과 왼쪽 각도 IV의 평균 값이 통계학적 차이가 유의하였고($p < 0.05$), 모든 각도에서 여성 척추동맥의 꺾어짐이 남성보다 평균 13~15도 정도 큰 양상을 보였다. 이와 같이 여성의 척추동맥의 꺾어짐이 더 큰 것에 대해 몇 가지 원인을 추측해 볼 수 있다. 첫째, 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 여성의 관절가동범위(range of motion)가 남성보다 크기 때문에 이러한 원인에 의해 여성에서 척추동맥의 꺾어짐이 보다 큰 양상을 보일 수 있다는 것이다. 목의 관절가동범위에 대한 노인 집단의 연구에서 여성이 남성보다 큰 관절가동범위를 가지고 있음을 보고하였고(Kuhlman 1993), 70세 이상의 노인에서 여성이 남성보다 큰 운동성(mobility)을 가짐을 보고하였다(Castro 등 2000). 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 일어나는 돌림운동은 척추동맥의 생리적인 신장(stretch)을 동반하는데, 최대 10%까지 길이의 변화가 일어날 수 있으며, 목의 돌림이 일어나는 동안 반대편 척추동맥이 늘어나게 된다. 일부 예에서 혈관이 늘어나 가늘어진 척추동맥이 중쇠뼈의 가쪽덩이에 의한 압력을 받아 혈류의 흐름이 장애를 받을 수 있음을 보고하였다(Braakman과 Penning 1971). 이와 같이 여성이 남성보다 큰 관절가동범위를 가지고 있기 때문에 이로 인한 생리적인 신장으로 인해 척추동맥의 꺾어짐이 남성보다 크게 나타났을 것으로 생각할 수

있다.

둘째, 나이가 척추동맥의 꺾어짐의 증가와 관련이 있을 것이라는 것이다. 최근 한국인의 연구에서는 51세 이상의 집단이 50세 이하의 집단 보다 위구멍의 침식이 연령에 따라 더욱 심해진다고 하였고(최병영 등 1993) 이러한 현상을 척추동맥 자체의 변이에 의한 영향도 배제할 수 없다고 하였다. Twomey와 Taylor(1987)는 나이가 증가함에 따라 척추뼈몸통의 높이가 짧아진다고 보고하였는데, 본 연구에서 여성의 평균 나이는 69세로 남성의 평균 나이 61세보다 컸다. 따라서 이러한 나이 차이가 여성 척추동맥의 꺾어지는 각도가 남성보다 크게 나온 결과와 관계가 있을 것으로 생각한다. 따라서 추후의 연구에서는 남성과 여성의 평균 나이에 대한 조절이 필요할 것이다. 또한, 본 연구에서 나이와 꺾어짐의 상관관계 분석 결과, 남성의 각도 I과 각도 II, 여성의 왼쪽 각도 I에서 나이와 상관관계가 있는 반면 여성의 다른 각도에서는 상관성을 갖지 않는다. 이러한 결과에 대해 본 연구에서는 조사한 여성 척추동맥의 수가 적었기 때문이라 여겨진다. 그러나, 이러한 후천적인 요소 외에 Taitz와 Arensburg(1989)는 몇몇 아동의 중쇠뼈에서 척추동맥에 의한 현저한 침식을 보고하면서 선천적인 요소가 척추동맥에 의한 침식에 중요한 역할을 할 것으로 제시하였으며, Fields(1974)도 동맥의 꺾어짐과 꼬임(coiling)이 선천적인 변이이며, 나이의 증가에 따라 꺾어짐과 꼬임이 증가함을 보고하였다.

척추동맥의 지름에 있어서 Macchi 등(1996)은 50명의 건강한 성인의 조사에서 58%에 있어서 왼쪽 척추동맥의 지름이 오른쪽척추동맥 보다 크고, 평균값의 차이도 남녀간에 차이가 통계적으로 유의하였다고 하였다. 일반적으로 척추동맥은 오른쪽보다 왼쪽이 크며 가로돌기구멍의 아래구멍도 왼쪽이 더 크다고 보고하였다(Epstein 1969). 본 연구에서도 전체 조사대상 중 76%에서 왼쪽척추동맥의 지름이 오른쪽척추동맥의 지름보다 컸으며, 오른쪽과 왼쪽의 평균값에 있어서도 각각 3.5 mm과 4.0 mm으로 왼쪽 척추동맥의 지름이 컸으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.01$). Ferrett(1975)은

중쇠뼈 아래부위 척추동맥의 왼쪽에서 툽니모양으로 꺾이는 양상이 오른쪽보다 빈번히 발생하는 원인에 대하여 왼쪽 척추동맥의 굵기가 오른쪽 보다 굵은 것이 꺾어짐이 증가하는 것과 관련이 있을 것이라 하였다. 그러나 본 연구에서 척추동맥의 굵기와 꺾어짐에 대한 상관분석 결과 상관관계가 없는 것으로 나왔다. 또한, 본 연구에서 오른쪽과 왼쪽의 척추동맥 굵기의 차이가 통계적으로 유의하였으나, 오른쪽과 왼쪽의 척추동맥 꺾어짐에 있어서는 통계적인 차이가 없는 것으로 나왔는데 이러한 결과는 Ferrett(1975)의 주장과는 달리 척추동맥의 굵기 차이가 꺾어짐의 차이를 나타내지 않았음을 나타낸다.

본 연구에서는 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 주행양상을 알아보기 위해 앞면과 옆면에서 관찰한 네 가지의 각도값을 가지고 척추동맥의 주행양상을 조사하였다. 본 연구가 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 꺾어짐의 양상에 대한 조사를 위해 각도를 측정한 최초의 연구로서 중요한 의의를 가질 것으로 여겨진다. 그러나, 본 연구에서 측정된 네 가지 측정값으로 고리뼈와 중쇠뼈 사이에서 척추동맥의 주행양상에 대해 완전히 이해하는 것은 부족하다고 여겨진다. 앞으로 수평면에서 관찰시 척추동맥의 주행양상과 목의 움직임이 일어날 때 척추동맥 꺾어짐 변화에 대한 조사가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

최병영, 이해연, 정인혁 : 한국인 축추골 가로돌기구멍의 침식. *체질인류학회지* 6 : 239-248, 1993.
 Barratt JG : Enlargement of cervical intervertebral foramina by coling of the vertebral artery. *Aust Radiol* 18 : 171-174, 1974.
 Bland JH : Disorders of the cervical spine: diagnosis and medical management Saunders, London, 1987.
 Braakman R, Penning L : Injuries of the cervical spine. *Excerpta Medica Amsterdam*, 1971.
 Burnett K, Staple T : Case Report 132, *Skeletal Radiol* 6 : 51-53, 1981.

Castro WHM, Sautmann A, Schilgen M, Sautmann M : Non-invasive Three-Dimensional Analysis of Cervical Spine Motion in Normal Subjects in Relation to Age and Sex. *Spine* 25 : 443-449, 2000.
 Epstein BS : The spine. A Radiological Text and Atlas, 3rd ed. Philadelphia, Lea & Febiger, pp. 707-708. 1969.
 Ferrett LV : The anatomy and radiology of the cervical vertebrae and the tortuous vertebral artery. *Aust Radiol* 19 : 258-264, 1975.
 Fields WS : Autocranial occlusive vascular disease (stroke). *Clin Symp* 26(4) : 3-31, 1974.
 Glover JR, Kennedy C, Coral A : Case report: Tortuous vertebral artery-onset of symptoms during pregnancy. *Clinical Radiology* 41 : 66-68, 1990.
 Hadley LA : Tortuosity and deflection of the vertebral artery. *Am J Roentgen* 80 : 306-312, 1958.
 Holden A, Adler B, Song S : Bilateral vertebral artery tortuosity with concomitant vertebral erosion: CT and MRA findings, *Australas Radiol* 40 : 65-67, 1996.
 Hyyppa SE, Laasoner EM, Halover V : Erosion of cervical vertebrae caused by elongated and tortus vertebral arteries. *Neuroradiology* 7 : 49-51, 1974
 Krayenbuhl HA, Yasargil MG : Cerebral angiography. Butterworth, London, 1968.
 Kuhlman KA : Cervical range of motion in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil* 74 : 1071-1079, 1993.
 Li Y, Zhang Y, Lu C, Zhong S : Changes and implications of blood flow velocity of the vertebral artery during rotation and extension of the head. *J Manulative Physiol Ther* 22 (2) : 91-95, 1999.
 Licht PB, Christensen HW, Hoilund-Carlson PH : Vertebral artery volume flow in human beings. *J Manulative Physiol Ther* 22(6) : 363-367, 1999.
 Lindsey RW, Piepmeier J, Burkus JK : Tortuosity of the vertebral artery: an adventitious finding after cervical trauma. *J Bone and Joint Surg* 67 : 806-808, 1985
 Macchi C, Giannelli F, Cecchi F, Gulisano M, Pacini P, Corcos L, Catini C, Brizzi E : The inner diameter of human intracranial vertebral artery by color Doppler method. *Ital J Anat Embryol* 101(2) : 81-87, 1996.
 Sganzerla EP, Grimoldi N, Vaccari U, Rampini PM, Gaini SM : Cervical vertebral erosion due to tortuous vertebral artery. *Surg Neurol* 28 : 385-389, 1987.
 Slover WP, Kiley RF : Cervical vertebral erosion caused by

- tortuous vertebral artery. *Radiology* 84 : 112-114, 1965.
- Taitz C, Arensburg B : Erosion of the foramen transversarium of the axis: anatomical observations. *Acta Anat Basel* 134 : 12-17, 1989.
- Taitz C, Arensburg B : Vertebral artery tortuosity with concomitant erosion of the foramen of the transverse process of the axis: possible clinical implications. *Acta Anat Basel* 141 : 104-108, 1991.
- Tatz C, Nathan H : Some observation of the posterior and lateral bridge of the atlas. *Acta Anat* 127 : 212-217, 1986.
- Taitz C, Nathan H, Arensburg B : Anatomical observations of the foramina transversaria. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 41 : 170-176, 1978.
- Twomey LT, Taylor JR : Age changes in lumbar vertebrae and intervertebral discs. *Acta Orthop Scand* 224 : 97-104, 1987.
- Wickbom GI, Williamson MR : Anomalous foramen transversarium of C2 stimulating erosion of bone. *Neuroradiology* 19 : 43-45, 1980.
- Zimmerman HB, Farrell WJ: Cervical vertebral erosion caused by vertebral artery tortuosity. *Am J Roentg* 108 : 767-770, 1970.

K C I

Abstract

Tortuosity of Vertebral Artery between the Atlas and the Axis

**Ho Suck Kang, Ji Won Kim¹, Byoung Young Choi,
Byung Pil Cho, Tae Sun Hwang², Ki Seok Koh³**

Department of Anatomy, Yonsei University, Wonju College of Medicine

¹*Department of Occupational Therapy, School of Health & Social Welfare, Woosong University*

²*Department of Anatomy, College of medicine, Pochon CHA University*

³*Department of Anatomy, College of medicine, Konkuk University*

This study was performed to investigate the anatomical features of vertebral artery between the atlas and the axis. For this, we examined four angles (angle I, angle II, angle III and angle IV) to identify tortuosity of vertebral artery and diameter between the atlas and the axis. Materials used in this study were 93 vertebral arteries obtained from 48 adult Korean cadavers (34 males, 14 females) ranging from 18 to 90 years in age.

On the anterior view, the vertebral artery relatively ascended vertically from C6 to the axis and then laterally passed through the foramen transversarium (FT) of the axis. The average of this angle I was 83.3 degree. The average of the right and left sides of this angle I were 84.7 degree and 82.0 degree, respectively. The average of angle I (95.4 degree) in female was larger than that (80.5 degree) of male. The artery passed through the FT of the axis turned to the superior direction. The average of this angle II was 95.9 degree. The right and left sides of the angle II were 97.8 degree and 93.8 degree, respectively. As the angle I, the average of angle II (110.6 degree) in female was larger than that of angle II (93.1 degree) in male. On the lateral view, the vertebral artery relatively ascended vertically from C6 to the axis and then posteriorly passed through the FT of the axis. The average of this angle III was 71.3 degree. The artery passed through the FT of the axis turned to the superior direction. The average of this angle IV was 87.3 degree. In angle III and angle IV, the average of angle in female were larger than that of male. These results show that female has greater tortuosity than male. The average diameter of the vertebral artery was 3.7 mm and the average diameter of right and left are 3.5 mm and 4.0 mm, respectively. In 76% of the total, left vertebral artery diameter was larger than that of the right.

Key words : Vertebral artery, Tortuosity, Atlas, Axis, Angle, Diameter