

고해상 전산화 단층촬영을 이용한 두개저의 타원공과 주변 공들의 형태학적 특성과 변이에 대한 고찰¹

김 현 숙 · 김 동 익

목 적: 타원공과 주변 공들에 대한 해부학적, 통계학적 변이를 조사하고 정상형태를 결정하는 범주를 정립하며 임상에 응용하고자 이 연구를 시행하였다.

재료 및 방법: 병적 변화가 없는 305예의 두개저부의 고해상 전산화 단층촬영을 이용하여 타원공, 뇌막동맥공(foramen spinosum), 접형도출정맥공(foramen vesalium) 및 무명소관(canalculus innominatus)의 나타나는 빈도, 위치, 형태, 크기를 조사하고 각각의 상관관계를 알아보았다. 연령은 평균 40(20-73)세였으며 남녀비는 1.7:1.3이었다.

결 과: 타원공의 형태는 타원형이 75.2%로 가장 많았다. 타원공과 주위 다른 공들과의 관계에서는 타원공이 독립적으로 있는 것은 94.1%였고, 접형도출정맥공과 통한 것, 뇌막동맥공과 통한 것은 각각 1.8%, 4.1%였다. 1예에서는 외측에 있는 접형도출정맥공과 통하고 있었다. 타원공의 크기는 장축이 7.4(4.3-12.1)mm이고 단축이 4.3(2.2-7.5)mm였으며, 접형도출정맥공의 유무가 타원공의 크기에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않았다. 타원공의 위치는 뒤끝이 측두골의 양측 하악와(mandibular fossa)를 연결한 선상에 있는 것이 62.3%로 가장 많았으며, 그 선보다 앞에 있는 것이 30.2%, 뒤에 있는 것이 7.5%였다. 정중선으로부터는 22.5(17.1-27.9)mm 떨어져 있었다.

접형도출정맥공의 형태는 원형이 57.8%, 타원형이 42.2%였다. 양쪽으로 있는 것이 26.2%, 한쪽만 있는 것이 21.3(우측: 10.2, 좌측: 11.1)%로서 47.5%에서는 적어도 한쪽에 있었다. 접형도출정맥공의 크기는 장축이 1.0(0.2-3.7)mm이고 단축이 0.6(0.2-2.8)mm였다. 정중선으로부터는 18.9(14.9-24.2)mm 떨어져 있었으며, 타원공과의 거리는 2.6(0.9-5.8)mm였다. 3예에서 왼쪽에 2개의 접형도출정맥공이 있었다.

1예에서는 연속된 세 단면을 관찰할 때 아랫단면에서는 하나의 뇌막동맥공, 서양배 모양의 타원공이 관찰되었고, 중간단면에서는 서양배 모양으로 보이던 타원공으로부터 하나의 작은 공이 뒷쪽으로 분리되어 2개의 뇌막동맥공과 원형의 타원공이 관찰되었으며, 윗단면에서는 2개의 뇌막동맥공이 하나로 합해지고 있었다. 무명소관은 9%에서 관찰되었다.

결 론: 이상에서 타원공과 주변 공들의 위치, 모양, 대칭성, 크기등의 해부학적, 통계학적 변이를 조사하고 그 다양성을 알아보았다. 이들의 변이를 정확히 이해하는 것은 발생학, 해부학적으로도 중요하지만 이 부분의 병변을 찾는 데에 있어서 정상범주에 속하는 변이와의 혼돈으로 인한 판독상의 오류를 줄이는 데에도 큰 도움을 줄 것이다.

서 론

중두개와의 내측벽을 따라서 접형골의 큰날개에는 신경과 혈관들이 지나가는 중요한 공(foramen)들이 있다. 원형공(foramen rotundum), 타원공(foramen ovale), 뇌막동

맥공(foramen spinosum)이 대표적인 것들이며, 이들과 관련된 변이가 많고 접형도출정맥공(foramen vesalium)과 무명소관(canalculus innominatus)이 있는 경우도 있다(1-3). 이들의 변이양상을 아는 것은 중두개와에서 두개골을 빠져나가는 신경과 혈관들의 복잡한 해부학적 구조를 이해하는데 도움이 될 뿐만 아니라, 정상 구조와 병변을 구분하는데 도움이 된다. 이 공들의 변이에 대한 연구는 몇몇 해부학, 방사선과 문헌에 보고된 바 있으나 통계적인 자료가 미비한 부분이 있다. 접형도출정맥공의 경우, 최근까지 나타나는 빈도에 대한 통계학적 논쟁이 많고, 그 주변의 타

¹연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

This work was supported by the Development Project and Faculty Fund of YUMC (1993).

이 논문은 1995년 5월 12일 접수하여 1995년 7월 3일에 채택되었음

원공과의 관계와 비대칭성에 대하여 좀 더 자세한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한, 타원공이나 무명소관과 같이 다양한 형태를 보이거나 문헌상 의견의 일치를 보이지 않는 구조가 있다(1, 2, 4). 따라서 저자는 중두개와에 있는 이 공들에 대한 해부학적, 통계학적 변이를 조사하고 정상 형태를 결정하는 범주를 정립하며 임상에 응용하고자 이 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

병적 변화가 없는 305예의 두개저의 고해상 전산화 단층 촬영 영상을 이용하여 타원공, 뇌막동맥공, 접형도출정맥공 및 무명소관의 형태와 나타나는 빈도를 조사하였다. 그리고, 이 공들의 크기를 측정하고 위치를 조사하여 각각의 상관관계를 알아보았다. CT기기는 GE 9800(GE Medical

Systems, Milwaukee, Wis., U.S.A.) 혹은 Philips Tomoscan LX(Philips Medical Systems, Netherlands)를 사용하였다. 조영증강은 하지 않았으며 18cm FOV, 1.5mm 절편 두께로 infraorbitomeatal line에 평행하게 횡단면을 얻었다. 연령은 평균 40(20-73)세였으며 남녀비는 1.7:1.3이었다.

결 과

타원공의 형태는 타원형이 75.2%로 가장 많았다(Table 1, Fig. 1). 타원공과 주위 다른 공들과의 관계에서는 타원공이 독립적으로 있는 것이 94.1%였고, 접형도출정맥공과 통한 것, 뇌막동맥공과 통한 것은 각각 1.8%, 4.1%였다(Fig. 2). 1예에서는 외측에 있는 접형도출정맥공과 통하고 있었다. 타원공이 보이는 일부 단면에서 내측벽이 없어 추체접형열(petrosphenoid fissure)과 통하는 예가 있었으나, 모든 단면에서 내측벽이 결손된 예는 없었다.

타원공의 크기는 장축이 7.4(4.3-12.1)mm이고 단축이 4.3(2.2-7.5)mm였으며, 접형도출정맥공의 유무가 타원공의 크기에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않았다. 타원공의 위치는 뒤끝이 측두골의 양측 하악窩(mandibular fossa)를 연결한 선상에 있는 것이 62.3%로 가장 많았으며, 그 선보다 앞에 있는 것이 30.2%, 뒤에 있는 것이 7.5%였다(Fig. 3). 정중선으로부터는 22.5(17.1-27.9)mm 떨어져 있었다.

Table 1. Shape of Foramen Ovale (%)

Shape	Rt	Lt	Total
Ovoid	73.4	77.0	75.2
Pyriform	17.8	14.9	16.4
Elongated	5.6	3.3	4.5
Round	1.0	2.9	2.0
Polygonal	1.3	1.6	1.5
Figure of 8	0.6	0.3	0.4

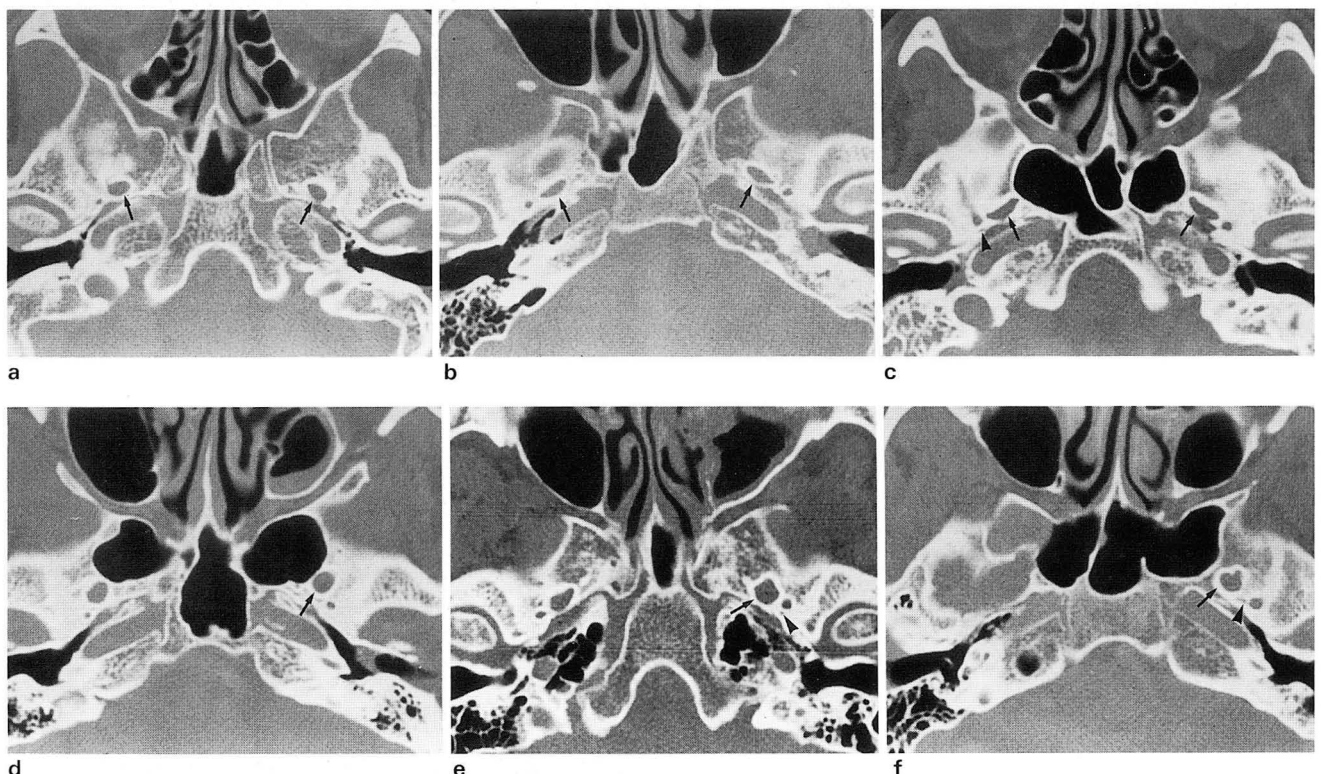


Fig. 1. The foramen ovale shows various shape; ovoid(a), pyriform(b), elongated(c), round(d), polygonal(e), figure of 8(f). c, e, f also show the canaliculus innominatus(arrowhead).

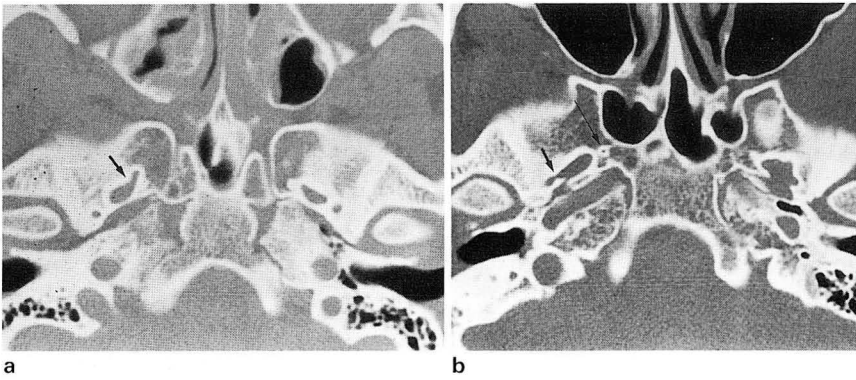


Fig. 2. a. This case shows the foramen ovale communicating with the foramen vesalius on the right side.
b. In this case, the foramen ovale communicates with the foramen spinosum(thick arrow). The foramen vesalius is noted on the right side(thin long arrow).



Fig. 3. The location of posterior end of the foramen ovale is variable.

It is located on the line connecting the both mandibular fossa of the temporal bone in a(62.3%), anterior to the line in b(30.2%), posterior to the line in c(7.5%).

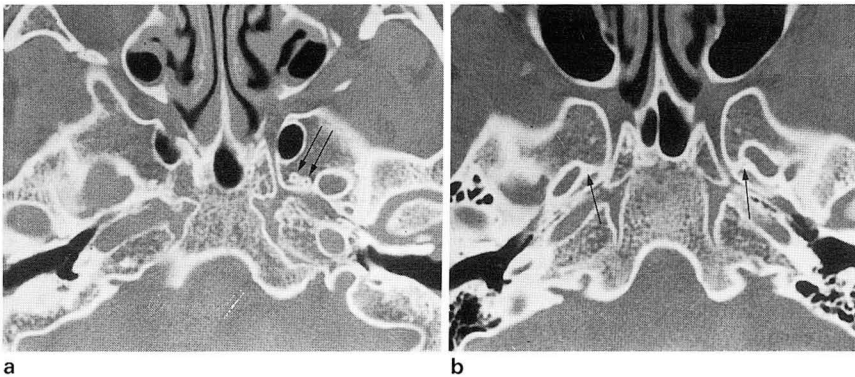


Fig. 4. a. This case shows two foramen vesalius(thin long arrows) located anteromedial to the foramen ovale.
b. In this case, the foramen vesalius(thin long arrows) is located medial to the foramen ovale.

접형도출정맥공의 형태는 원형이 57.8%, 타원형이 42.2%였다. 양쪽으로 있는 것이 26.2%, 한쪽만 있는 것이 21.3(우측:10.2, 좌측:11.1)%로서 47.5%에서는 적어도 한쪽에 있었다(Fig. 2, Fig. 4). 접형도출정맥공의 크기는 장축이 1.0(0.2-3.7)mm이고 단축이 0.6(0.2-2.8)mm였다. 정중선으로부터는 18.9(14.9-24.2)mm 떨어져 있었으며, 타원공과의 거리는 2.6(0.9-5.8)mm였다. 3예에서 왼쪽에 2개의 접형도출정맥공이 있었다(Fig. 4).

1예에서는 연속된 세 단면을 관찰할 때 아랫단면에서는 하나의 뇌막동맥공, 서양배 모양의 타원공이 관찰되었고,

중간단면에서는 서양배 모양으로 보이던 타원공으로부터 하나의 작은 공이 뒷쪽으로 분리되어 2개의 뇌막동맥공과 타원형의 타원공이 관찰되었다. 윗단면에서는 2개의 뇌막동맥공이 하나로 합해지고 있었다. 또한, 아랫단면에서는 접형도출정맥공이 타원공과 통해 있었고, 중간단면에서는 분리되어 독립된 공으로 존재하였다(Fig. 5).

무명소관은 9%에서 관찰되었다(Fig. 1c, e, f, Fig. 6).



Fig. 5. Three continuous sections in one patient show variations in the formation of foramen ovale, foramen spinosum, and the foramen vesalius.

a. The lower section shows one pyriform shaped foramen ovale (large arrow) and one foramen spinosum (small arrow). The foramen ovale communicates with the foramen vesalius (thin long arrow) on the right side. The foramen vesalius (thin long arrow) is also noted on the left side.

b. The midsection shows one ovoid shaped foramen ovale (large arrow) and two foramen spinosum (small arrows). The foramen ovale does not communicate with the foramen vesalius (thin long arrow).

c. The upper section shows assimilation of two foramen spinosum into the one elongated foramen spinosum (small arrow).

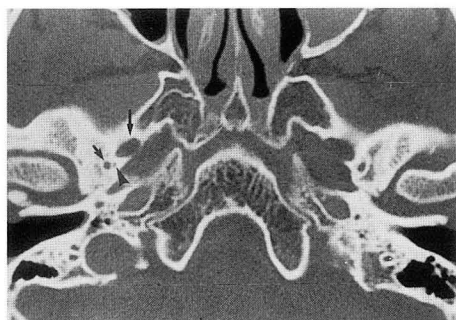


Fig. 6. This case shows the canaliculus innominatus (arrow-head) between the foramen ovale (large arrow) and the foramen spinosum (small arrow). And it is located medial to the long axis of the foramen ovale and spinosum.

고 찰

타원공은 접형골의 큰날개에 있으며 파열공의 외측, 원형공의 후외측, 뇌막동맥공의 전내측에 위치하고 하외측으로 향하여 측두하와로 열린다(1). 이 공의 모양은 장축이 측두골의 추체부분에 평행한 타원형으로, 크기는 5×8 ($3 \times 5 - 7 \times 11$) mm이며 submentovertical projection에서 가장 잘 보인다(5). 타원공으로는 삼차신경의 하악가지, 부뇌막동맥, 해면정맥동과 외돌근정맥총을 연결하는 접형도출정맥, 소추체신경이 지나간다. 접형도출정맥은 접형도출정맥공이 있을 때에는 접형도출정맥공으로 지나가고, 소추체신경은 무명소관이 있을 때에는 무명소관으로 지나간다(6). 접형도출정맥공의 유무와 타원공의 크기와 상관계에 대한 몇몇 보고는 있었으나(1, 7, 9), 무명소관의 유무가 타원공의 형태 및 크기에 미치는 영향에 대한 연구는 아

직 보고된 바가 없다.

타원공은 원시중간파열공(primitive foramen lacerum medius)에서 기원한다. 원시중간파열공은 하등포유류에서는 접형골의 큰날개가 될 부분인 alisphenoid, basisphenoid, 그리고 periotic capsule 사이에 있는 공간으로, 사람에서는 내측의 경동맥관과 외측의 대추체신경이 지나가는 추체접형골을 형성한 후 파열공으로 남는다(1, 7). 삼차신경의 하악가지는 하등포유류에서는 중간파열공으로 지나가지만, 고등포유류에서는 점차 접형골의 큰날개에서 공이 생기면서 접형골의 큰날개안에 속하게 되어 타원공으로 지나가게 된다(1). 또한, 접형도출정맥은 하등포유류에서는 중간파열공으로 지나가지만, 사람에서는 타원공으로 지나간다. 드물게 타원공은 뼈돌기에 의해 부분적으로 또는 완전히 나뉘어 질 수 있는데, 완전한 공으로 나뉘어지는 경우에 앞쪽의 작은 공이 접형도출정맥공이 된다. 여러 영장류에서 볼 수 있는 타원공 형성의 이행단계는(8) 사람의 타원공의 변이를 이해하는데 도움을 준다.

타원공의 변이는 다양한데, 첫째는 독립된 공으로 존재하지 않는 경우로서, 이때에는 중간파열공이 있다. 둘째는 파열공, 뇌막동맥공, 접형도출정맥공과 통해있는 경우이고, 세째는 접형골의 큰날개 내에서 일반적인 위치보다 전, 후 또는 외측에 있을 때이며, 네째는 크기와 모양에 변이가 있는 경우이다.

본 연구에서 타원공의 형태는 타원형이 75.2%로 가장 많았지만, 그외에 서양배 모양, 길쭉한 모양, 원형, 다각형, 8자모양의 다양한 형태를 나타냈다. 8자모양은 타원공의 앞부분에 점차 뼈돌기가 생기면서 접형도출정맥공으로 분리되는 이행단계로 보인다.

접형도출정맥공이 한쪽에만 있는 경우는 같은 쪽의 타원공이 반대쪽보다 대체로 작았다는 보고가 있었지만(1,

7, 9), 본 연구에서는 접형도출정맥공의 유무가 타원공의 크기에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않았다. 타원공의 위치에 관하여 Ginsberg(1994)는 전, 후, 외측의 위치변이가 없다고 하였는데, 본 연구에서는 타원공의 뒤끝이 측두골의 양측 하악와를 연결한 선상에 있는 것이 62.3%로 가장 많았지만, 그 선보다 앞에 있는 것이 30.2%, 뒤에 있는 것이 7.5%로서 두개골 내에서 타원공의 상대적인 위치에 변이가 있음을 나타냈다.

접형도출정맥공은 타원공의 약간 전내측의 접형골의 큰 날개에 위치하여 중두개와와 주상와(scaphoid fossa)를 연결하고, 해면정맥동과 익돌근정맥총을 연결하는 접형도출정맥이 지나간다(1, 2, 4, 9-11). 이 공은 2mm 이하의 작고 일정하지 않은 공으로 타원공의 장축과 평행하다(5, 11, 12). 사람에 대한 연구와 유인원의 두개골에 대한 연구에서 접형도출정맥공이 양쪽으로 있는 경우가 15%, 한쪽만 있는 경우는 21%로 보고된 바 있고, Lang(1983)은 오른쪽에서 49%, 왼쪽에서 36%가 존재한다고 했다. 이 공은 Schueller가 연구한 일반적인 두개골의 방사선사진에서 처음으로 보고하였고 Sonheimer(1971)는 15%에서 보인다고 하였는데, 일반 방사선사진은 기술적인 제한으로 위음성이 많아 낮게 평가되었다. 최근에는 해상도가 높은 컴퓨터 단층촬영으로 0.5mm보다 작은 뼈구조나 공의 윤곽을 보여줄 수 있는데 Lanzieri등(1988)은 54명 환자들의 두개저 전산화단층촬영 중 39명(72.2%)에서 보인다고 하였으며, 1-2mm크기를 가지고 잘 보이는(64%) 1형, 공이 잘 안 보이는(22%) 2형, 그리고 타원공과 부분적으로 합쳐진(14%) 3형의 세가지 정상적인 유형으로 나누었다. Ginsberg등(1994)은 9.6cm FOV의 고해상 전산화 단층촬영에서 123명의 환자들 중 양쪽으로 있는 경우가 48.7%, 한쪽만 있는 경우가 30.8%로 80%는 적어도 한쪽에 접형도출정맥공이 있는 것으로 보고하였다. 18cm FOV로 시행한 본 연구에서는 양쪽으로 있는 경우가 26.2%, 한쪽만 있는 경우가 21.3%로서 47.5%에서는 적어도 한쪽에 있는 것으로 나타났다. 두 결과의 차이가 큰 이유는 종족간의 차이도 있겠지만 FOV에 따른 민감도와 분해능의 차이가 클 것으로 보인다.

뇌막동맥공은 접형골의 큰날개에 있으며 타원공의 후외측에 있고 장축이 2-4mm, 단축이 1.5-3.0mm인 원형 또는 타원형의 공이다. 이 공은 중두개와와 측두하악와를 연결하며, 외경동맥의 중간뇌막가지, 중간뇌막정맥, 하악신경의 반전분지(recurrent branch)가 지나간다(2).

뇌막동맥공의 변이는 골형성과정과 중간뇌막동맥의 발달에 이상이 있을때 생긴다. 중간뇌막동맥은 발생시에 stapodial artery의 상안와가지로서 생기는데, 하악신경과 나란히 추체골과 alisphenoid 사이를 지난다. stapodial artery가 점차 퇴화하면서 중간뇌막동맥은 외경동맥과 연결을 갖게 되고 원시중간파열공을 지나게 된다. 타원공과 마찬가지로 중간뇌막동맥이 alisphenoid에 자리를 잡으면서 뇌막동맥공이 생기며 골형성의 정도에 따라 변이의 종

류가 다양해진다(7). 본 연구에서는 타원공과 마찬가지로 뇌막동맥공이 보이는 일부 단면에서 내측벽이 없어 추체 접형열과 통하는 예가 있었으나, 모든 단면에서 내측벽이 결손된 예는 없었고, 타원공과 뇌막동맥공이 서로 통하는 경우는 4.1%였다. 위에서 언급한 발생학적인 변이과정을 살펴볼 때 타원공, 뇌막동맥공의 내측벽이 없는 경우나, 타원공과 뇌막동맥공이 서로 통하는 경우는 같은 맥락에서 이해할 수 있음에도 불구하고, Ginsberg등(1994)의 연구에서 전자는 26.8%, 후자는 1.6%로 큰 차이를 보였으며, 본 연구결과와도 차이가 있었다.

본 연구에서는 1예에서 연속된 세 단면을 관찰할 때 아랫단면에서는 하나의 뇌막동맥공, 서양배 모양의 타원공이 관찰되었고, 중간단면에서는 서양배 모양으로 보이던 타원공에서 하나의 작은 공이 뒷쪽으로 분리되어 2개의 뇌막동맥공과 원형의 타원공이 관찰되었다. 윗단면에서는 2개의 뇌막동맥공이 하나로 합해지고 있었는데, 이는 중간뇌막동맥이 전, 후 가지로 일찍 분지하기때문인 것으로 보인다. 중간뇌막동맥이 안동맥에서 나오는 경우에는 뇌막동맥공이 매우 작거나 없을 수 있다고 하는데(5) 본 연구에서는 그러한 예가 없었다.

무명소관에 대해서는 아직 많이 연구되지 않아서 위치나 모양에 대한 일관된 설명이 부족하다. 이 관으로는 안면신경과 설인신경의 고실가지에서 이신경절(otic ganglion)로 가는 신경섬유를 전달하는 소추체신경 섬유가 지나가며, 이 관이 없는 경우에는 타원공을 통해 이 구조들이 지나간다(1, 2, 4). Sonheimer(1971)는 무명소관이 타원공의 후측, 뇌막동맥공의 내측에 위치하며, slit모양이고, 50예의 submentovertex radiograph중 20%에서 관찰되었다고 하였다. Ginsberg등(1994)은 뇌막동맥공, 타원공의 장축보다 내측에 있으면서, 명확하게 공의 형태를 가진 구조를 이름없는 소관으로 보고 9.6cm FOV의 고해상 전산화 단층촬영상 16.3%에서 보인다고 하였다. 18cm FOV로 시행한 본 연구에서는 9%에서 관찰되었는데, 무명소관과 같은 매우 작은 구조를 보기 위해서는 FOV를 줄여야 할 것으로 사료된다.

이상에서 두개저에 있는 공들의 위치, 모양, 대칭성, 크기 등의 해부학적, 통계학적 변이를 조사하고 그 다양성을 알아보았다. 이들의 변이를 정확히 이해하는 것은 발생학, 해부학적으로도 중요하지만 이 부분의 병변을 찾는 데에 있어서 정상범주에 속하는 변이와의 혼돈으로 인한 판독상의 오류를 줄이는 데에도 큰 도움을 줄 것이다.

참 고 문 헌

1. Shapiro R, Robinson F. The foramina of the middle cranial fossa: A phylogenetic, anatomic and pathologic study. *AJR* 1967;101:779-794
2. Sonheimer F. Basal foramina and canals. In Newton TH, Potts DG, eds. Radiology of the skull and brain. Vol. 1. The skull C.V., St. Louis: Mosby, 1971:305-321

3. Ginsberg LE, Pruett SW, Chen MYM, Elster AD. Skull-base foramina of the middle cranial fossa: Reassessment of normal variation with high-resolution CT. *AJNR* 1994;15:283-291
4. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's anatomy of the human body. 37th ed. New York: Churchill Livingstone, 1989:362-377
5. Lindblom K. Roentgenographic study of vascular channels of skull with special reference to intracranial tumors and arteriovenous aneurysms. *Acta Radiol Suppl.* 1936;30:1-146
6. McMinn RHM, Hutchings RT, Logan BM. Color atlas of head and neck anatomy. Chicago, Year Book Medical Publishers Inc., 1981
7. Wood-Jones F. Non-metrical morphological characters of skull as criteria for racial diagnosis. *J Anat* 1931;65:170-195
8. DeBeer GR. Development of the vertebrate skull. Clarendon Press, Oxford, 1937
9. Lang J. *Clinical anatomy of the head*. Berlin: Springer-Verlag, 1983: 234-250
10. Henderson WR. A note on the relationship of the maxillary nerve to the cavernous sinus and to an emissary vein passing through the foramen ovale. *J Anat* 1966;100:905-908
11. Lanzieri CF, Duchesneau PM, Rosenbloom SA, Smith AS, Rosenbaum AE. The significance of asymmetry of the foramen of vesalius. *AJNR* 1988;9:1201-1204
12. Boyd GI. Emissary foramina of cranium in man and anthropods. *J Anat* 1930;65:108-121

Journal of the Korean Radiological Society 1995; 33(1): 43~48

High Resolution CT Evaluation on the Morphologic Characteristics and Variations of Foramen Ovale and Adjacent Foramina in the Skull Base¹

Hyun Sook Kim, M.D., Dong Ik Kim, M.D.

¹ Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine

Purpose: To evaluate the morphologic characteristics and anatomical variation of the foramen ovale(FO) and its relationship with adjacent foramina.

Materials and Methods: We evaluated 305 HRCT studies of the temporal bone in patients without having any disease that might alter the foraminal anatomy. This study focused on the variations in presence, shape, size, location and relationship with each other.

Results: The shapes of FO were 6 types(ovoid:75.2%, pyriform, elongated, round, polygonal and figure of 8). The average size was 7.4mm 1.3 in long diameter and 4.3mm 0.9 in short diameter. The position of the posterior margin of FO in respect to the line connecting the both mandibular fossa of temporal bone was various(on the line:62.3%, anterior:30.2%, posterior:7.5%). FO had communication with the foramen spinosum (FS) in 4.1% and with the foramen vesalius(FV) in 1.9%. FV was present in 47.5%(bilateral:26.2%, right:10.2%, left:11.1%). The shapes were round or ovoid. The distance from the midline was 18.9mm 1.7. No data showed statistically significant differences between right and left. There was no inverse relationship between the presence of FV and the size of FO. Three continuous sections in one patient showed variations in the formation of foramen ovale and foramen spinosum; one pyriform shaped foramen ovale and one foramen spinosum on the lower section, one round shaped foramen ovale and two foramen spinosum on the midsection, assimilation of two foramen spinosum into one elongated foramen spinosum on the upper section. The canaliculus innotatus was observed in 9%.

Conclusion: Skull base foramina of the middle cranial fossa have various shape, size, location, presence and relationship with each other. It is important to recognize foraminal variants not to misinterpret as disease.

Index Words: Skull, CT

Skull, abnormalities

Skull, anatomy