대한방사선의학회지 1999;41:1209-1214

미세한 중심 두개기저공의 정상 변이의 CT 소견[1]

강지희 · 김형진 · 하충건[2] · 연재우 · 옥철수 · 조영국 · 임명관 · 석을혜 · 한 헌[3] · 서창해

목적: 한국인 소아의 미세한 중심 두개기저공을 전산화단층촬영술을 이용하여 관찰 분석함으로써 두개기저공의 정상 발달 과정과 변이를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 두개내 및 두개기저에 질환이 없는 16세 이하의 소아중 CT를 촬영한 114명을 대상으로 하였다. CT는 1mm의 절편 두께로 고공간해상연산법(high spatial frequency algorithm)을 사용하여 대후두공에서부터 안와 천장까지 횡단스캔을 시행하였다. CT의 분석은 anterior presphenoidal foramen(APF), posterior presphenoidal foramen(PPF), rostro-orbital pseudoforamen(ROP), intralateromedial postsphenoidal pseudo-foramen(LPP), intrapostsphenoidal pseudoforamen(IPP), spheno-occipital pseudoforamen(SOP), canalis basilaris medianus(CBM) 및 intrasynchondral ossified bodies(IOB)의 연령별 존재 유무를 분석하였다. 이러한 미세 두개기저공은 2개 이상의 스캔 단면에서 해부학적으로 예상되는 위치에 환형의 구조물이 관찰될때 공 또는 가공이 존재한다고 판정하였고 IOB는 접형후두 연골결합(spheno-occipital synchondrosis) 내에 점 혹은 선상의 고음영 구조물이 보일 때 존재한다고 판정하였다.

결과: APF은 주로 1세미만의 소아(16/17, 94%)에서 관찰되며, PPF은 2세미만의 소아(27/37, 73%)에서, ROP은 2-5세의 소아(31/34, 91%)에서, LPP은 1세미만의 소아(9/17, 53%)에서 그리고 IPP은 6-12세의 소아(20/37, 54%)에서 주로 관찰되었다. SOP은 주로 13세이상의 연령(3/6, 50%)에서 관찰되었으며, IOB는 주로 13세이상에서 관찰되며 8세이하의 소아에서는 관찰되지 않았다. CBM는 모든 연령대에서 20% 내외로 고르게 관찰되었다.

결론: 미세한 중심 두개기저공의 발달과정은 연령별로 다양한 변이를 보였으며 이러한 정상 변이에 대한 지식은 복잡한 두개기저부 해부학을 이해하고 비정상적 변화를 판단하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

두개기저골(basicranium)은 막성골(membranous bone)과 연골성골(cartilagenous bone)로 구성된다. 출생 후 약 25개의 골화중심(ossification center)에 의하여 접형골과 후두골이 형성되며, 약 18개의 봉합선(suture)과 연골결합(synchondrosis)이 융합된다. 중심 두개기저(central skull base)에는 정맥과 동맥, 그리고 신경이 통과하는 많은 공들(foramina)이 있다. 지금까지 난원공(foramen ovale)과 같은 대공의 해부학적 변이에 대한 방사선학 소견은 비교적 잘 알려져 있으나 (1,2) 미세한 두개기저공에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이 연구의 목적은 CT를 사용하여 한국인 소아의 미세한 중심 두개기저공의 정상 변이를 관찰 분석함으로써 두개기저의 해부학에 대한 이해를 높이고 두개기저의 비정상적 변화와 구분되는 정상 변이에 관한 기초적 자료를 제공하기 위함이다.

[1]인하대학교 의과대학 방사선과학교실
[2]인하대학교 의과대학 신경과학교실
[3]강원대학교 의과대학 방사선과학교실
이 논문은 1999년 4월 6일 접수하여 1999년 8월 31일에 채택되었음.

대상 및 방법

임상적으로 두개 기저부의 구조의 변화를 초래할 수 있는 질병이나 기형이 없는 114명의 소아를 대상으로 CT를 시행하였다. 연령 분포는 1세 미만이 17명, 1-2세가 20명, 2-5세가 34명, 6-12세가 37명, 13-16세가 6명이었다. CT는 GE Hi-Speed Advantage(GE Medical System, Milwaukee, WI, U.S.A.)를 사용하여 고공간해상연산법(high spatial frequency algorithm)으로 촬영하였다. 안외이도선(orbitomeatal line)에 평행하게 1mm 절편 두께로 대후두공(foramen magnum) 에서부터 안와 천장(orbital roof)까지 횡단면 영상을 얻었다.

CT의 분석은 anterior presphenoidal foramen(APF), posterior presphenoidal foramen(PPF), rostro-orbital pseudoforamen(ROP), intralateromedial postsphenoidal pseudoforamen(lPP), intrapost-

sphenoidal pseudoforamen(IPP), spheno-occipital pseudoforamen(SOP), canalis basilaris medianus(CBM), 그리고 intrasynchondral ossified bodies(IOB)의 8개의 중심 두개기저 미세 구조물에 초점을 두어 이들 구조물의 존재 여부와 모양, 그리고 크기 변화 등을 관찰하였다. 이때 두개 이상의 스캔단면에서 예상되는 해부학적 위치에서 중심부에 저음영을 포함하는 환형의 구조물이 관찰될 때 공 또는 가공이 존재한다고 판정하였고, IOB는 접형후두 연골결합(spheno-occipital synchondrosis) 내에 격리된 점 또는 선상의 고음영 구조물이 보일 때 존재한다고 판정하였다.

결 과

APF (Fig. 1)은 1세 미만의 소아에서 17명중 16명(94%)에서 관찰되었고, 1세이상 2세 미만에서는 35%에서 관찰되었으며, 연령의 증가에 따라 관찰되는 확률이 감소하였고, 13세 이상에서는 전혀 관찰되지 않았다 (Table 1). APF의 48%(15/31)는 정원형 혹은 난원형으로 보였고, 52%(16/31)는 삼각형으로 보였다 (Table 2). 1세 미만의 소아의 69%는 삼각형으로 보였고, 2-5세 사이 소아의 67%, 6-12세 사이 소아의 100%는 정원형 혹은 난원형을 보였고, 연령의 증가에 따라 크기는 감소하였다.

PPF (Fig. 1)은 5세 이하에서는 70% 내외로 관찰되었으나, 6-12세 사이의 소아에서는 22%에서 관찰되었고 13세 이상에서는 관찰되지 않았다. PPF은 모두 작은 정원형으로 관찰되었고, 연령의 변화에 따른 크기 변화의 일관성은 발견할 수 없었다.

ROP (Fig. 2)은 2세 미만의 소아에서는 약 50% 내외로 관찰되었고, 2-5세 사이의 소아에서는 34명중 31명(91%)에서 관찰되었으며, 6-12세 사이의 소아의 약 27%에서 관찰되었다. ROP은 전예에서 양측성으로 관찰되었다. ROP의 25%(15/59)는 정원형이었고, 75%(44/59)는 상하 길이가 긴 난원형이었다. 연령에 따른 크기의 차이는 관찰할 수 없었다.

LPP (Fig. 3)은 1세 미만에서 53%에서 관찰되었고, 연령의

Table 1. Detection of Normal Variants Shown by CT According to Age of Population

Variants	No. of Patients According to Age(%)				
	< 1y n = 17	< 2y n = 20	2-5y n = 34	6-12y n = 37	> 13y n = 6
Anterior presphenoidal foramen	16(94)	7(35)	6(18)	2(5)	0
Posterior preshenoidal foramen	12(71)	15(75)	24(71)	8(22)	0
Rostro-orbital pseudoforamen	7(41)	11(55)	31(91)	10(27)	0
Intralateromedial postsphenoidal pseudoforamen	9(53)	7(35)	8(24)	6(16)	0
Intrapostsphenoidal pseudoforamen	0	6(36)	9(26)	20(54)	1(17)
Spheno-occipital pseudoforamen	0	0	0	4(11)	3(50)
Canalis basilaris medianus	5(29)	4(20)	10(29)	9(24)	1(17)
Intrasynchondral ossified bodies	0	0	0	12(32)	4(67)

A B

Fig. 1. Anterior and posterior presphenoidal foramina. Axial CT scans in a 10-month-old boy(A) and a 2-month-old boy(B) show anterior presphenoidal foramen(black arrow) identified between the corporal middle and main centers of the presphenoid and posterior presphenoidal foramen(white arrow) located between the main centers of the presphenoid and postsphenoid.

증가에 따라 관찰되는 확률이 감소하였으며 13세 이상에서는 관찰되지 않았다. LPP은 22명에서 양측성으로 관찰되었고, 8명에서는 좌측에서만 관찰되었으며 (Table 3), 우측만 관찰할 수 있었던 예는 없었다. 1세 미만에서는 모두 양측성으로 관찰되었고, 6-12세에서는 67%에서 좌측에서만 관찰되었다. LLP은 모두 정원형으로 보였고, 연령에 따른 크기 변화는 일정하지 않았다.

IPP (Fig. 4)은 1세 이상 2세 미만에서 36%에서 관찰되었고, 2-5세에서 26%, 그리고 6-12세에서 54}%에서 관찰되었으나, 1세 미만에서는 전혀 관찰되지 않았다. IPP은 모두 정원형으로 보였고, 연령에 따른 크기 변화는 일정하지 않았다.

SOP (Fig. 5)은 5세 이하의 연령에서는 전혀 관찰되지 않았으나 13세 이상 소아의 50%에서 관찰되었고 모든 예에서 접형후두 연골결합의 중심에서 좌우로 긴 난원형으로 관찰되었다.

CBM (Fig. 6)는 모든 연령대에서 20% 내외로 고르게 관찰되었다. CBM는 모두 정원형으로 보였고, 연령에 따른 크기 변화는 일정하지 않았다.

IOB (Fig. 7)는 5세 이하에서는 전혀 관찰되지 않았으나 6-12세에서 32%에서 관찰되었고, 13세 이상에서 67%에서 관찰되었다.

고 찰

접형골 본체(sphenoid body)는 전접형부(presphenoidal portion)와 후접형부(postsphenoidal portion)로 구성된다. 전접형부는 주심(main center), 골체중심(corporal middle center), 그리고 전부심(anterior accessory center)으로 구성되며, 후접형부는 내심(medial center)과 외심(lateral center)으로 구성된다 (3) (Fig. 8). 후두골은 편평부(squamous portion), 뇌저부(basilar portion) 그리고 한쌍의 외후두부(exoccipital portion)로 구성된다 (4). 후두골의 뇌저부는 대후두공에서 전방으로 자라 접형골과 접형후두 연골결합(spheno-occipital synchondrosis)을 형성하며 접형후두 연골결합은 출생 후 두개기저의 성장에 중요하다 (1,5,6). 연골결합은 경골(hard bone)을 연결하는 연골을 말하며 (7), 성장함에 따라 경골에 통합된다. 대부분의 미세한 중심 두개공 혹은 가공(pseudoforamina)은 봉합선 혹은 연골결합 선상에 위치하며 APF, PPF, LPP, IPP 그리고 SOP은 접형골 본체의 연골결합 발달 과정에서 형성되는 구조물이다.

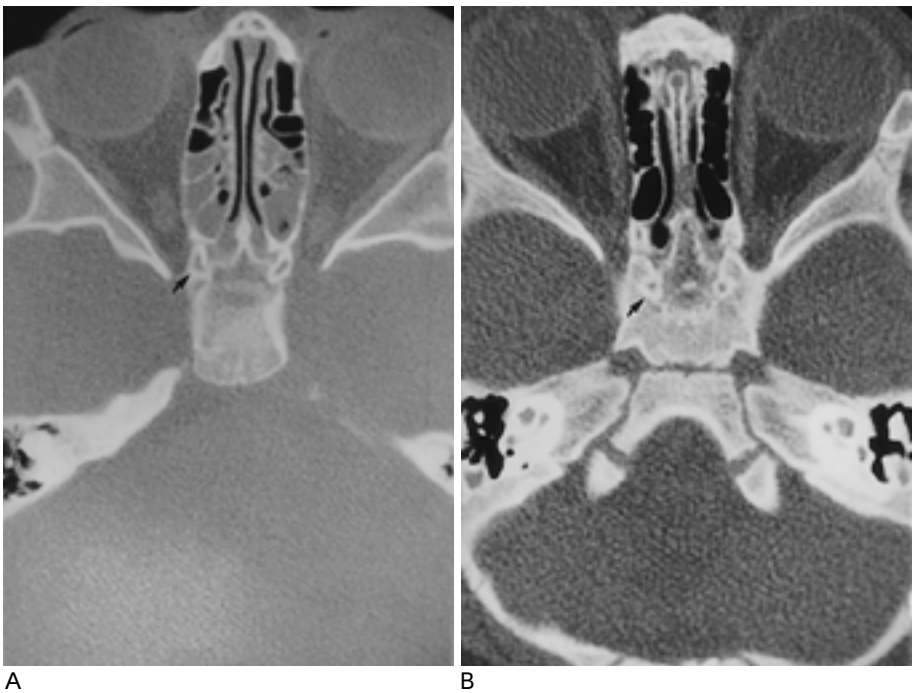
APF은 전접형부의 주심과 골체중심 사이에서 관찰되는 구

Table 2. Shape of Anterior Presphenoidal Foramen According to Age of Population

	No. of Patients According to Foraminal Shape(%)				
Shape	1y n=16	<2y n=7	2-5y n=6	6-12y n=2	>13y n=0
Round or Ovoid	5(31)	4(57)	4(67)	2(100)	0
Triangular	11(69)	3(43)	2(33)	0	0

Table 3. Bilaterality of Intralateromedial Postsphenoidal Pseudoforamen According to Age of Population

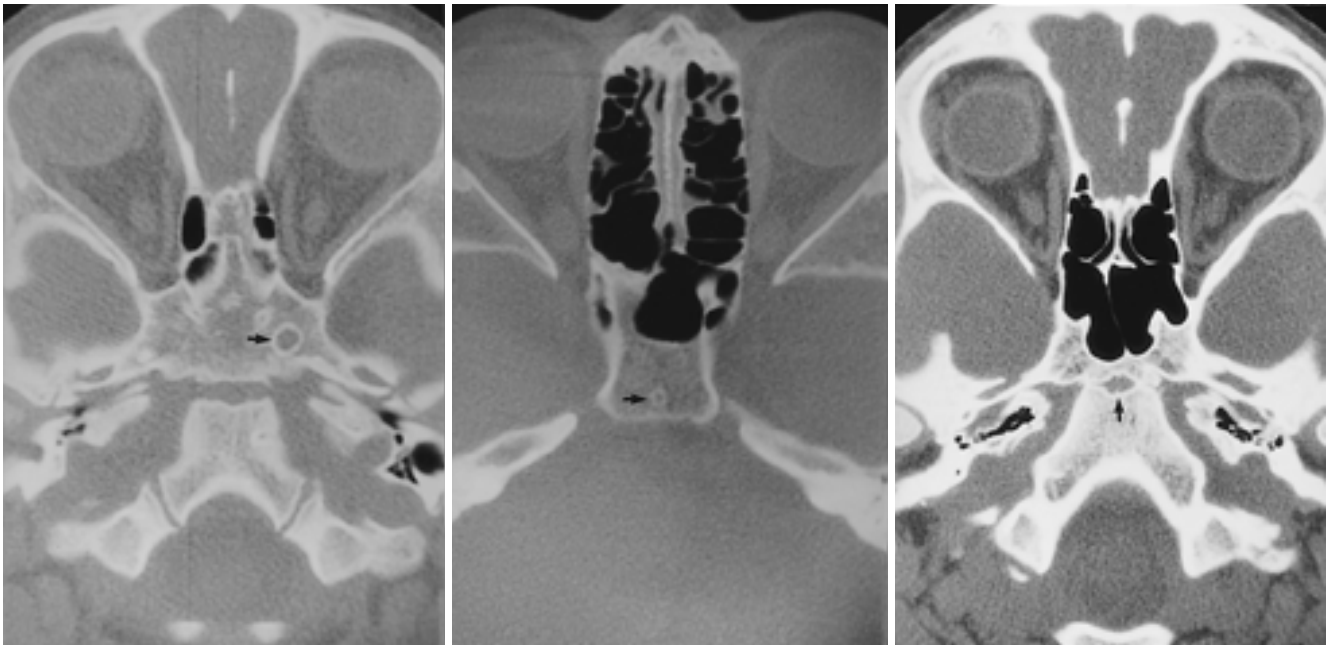
	No. of Patients According to Age(%)				
Bilaterality	<1y n=9	<2y n=7	2-5y n=8	6-12y n=6	>13y n=0
Bilateral	9(100)	5(71)	6(75)	2 (33)	0
Only Left	0	2(29)	2(25)	4 (67)	0



A B

Fig. 2. Paired rostro-orbital pseudoforamina. Axial CT scans in a 3-year-old boy(A) and a 9-month-old boy(B) show bilateral rostro-orbital pseudoforemina(arrows) located between the lateral walls of the enlarging rostrum coapt and the medial walls of the adjacent enlarging orbitosphenoid.

조물로 Madelin등 (8)은 출생 1개월 이내의 소아 12명 중 4명에서 APF을 관찰하였으며 9개월 이상의 소아에서는 경화성 변화를 보였다고 하였다. 본 연구에서도 APF은 연령이 증가함에 따라 관찰되는 빈도가 감소하였으나, 1세 미만의 소아의 경우 경화성 변화는 드물었다. APF은 1세 미만의 소아에서는 삼각형으로 보이는 예가 많았고, 1세 이상에서는 원형으로 보이는 경우가 많고 6-12세 사이의 전예에서 원형으로 보여, 삼각형에서 원형으로 모양이 변함을 추정할 수 있었다. APF을

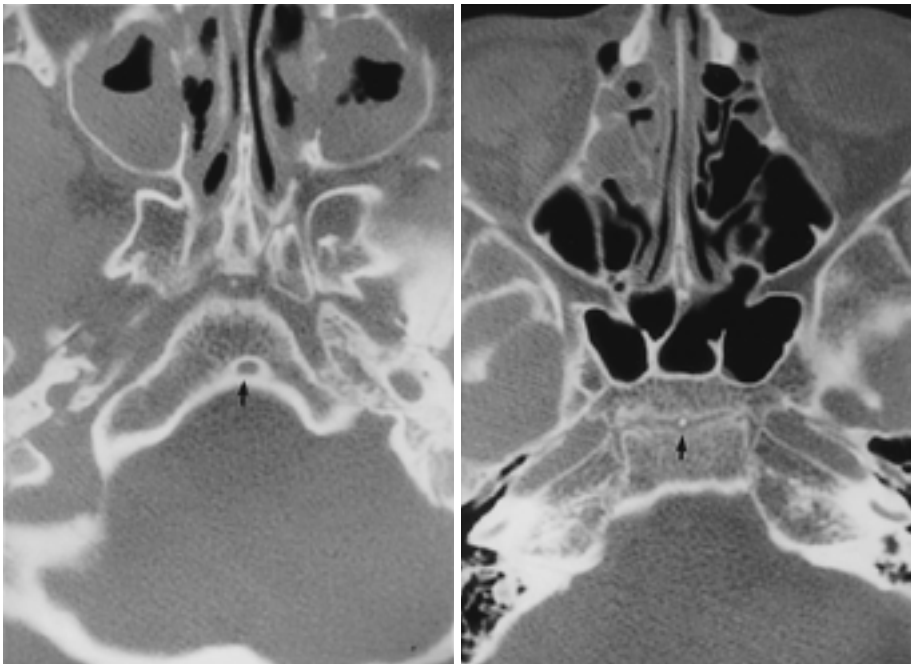


3 4 5

Fig. 3. Intralateromedial postsphenoidal pseudoforamen. Axial CT scan in a 2-year-old girl shows unilateral intralateromedial postsphenoidal pseudoforamen(arrow) located in posterior portion of the fused lateromedial postsphenoidal synchondrosis.

Fig. 4. Intrapostsphenoidal pseudoforamen. Axial CT scan in a 6-year-old boy shows Intrapostsphenoidal pseudoforamen(arrow) located in the midline at the fused intrapostsphenoidal synchondrosis.

Fig. 5. Spheno-occipital pseudoforamen. Axial CT scan in a 7-year-old boy shows spheno-occipital pseudoforamen(arrow). Spheno-occipital pseudoforamen represents an ovoid rest of cartilage that persists in the midline after closure of the lateral aspects of the spheno-occipital synchondrosis.



6 7

Fig. 6. Canalis basilaris medianus. Axial CT scan in a 11-year-old girl shows canalis basilaris medianus(arrow). Canalis basilaris medianus represent a remnant of the cephalic end of the notochordal canal and lies in the midline of the basiocciput.

Fig. 7. Intrasynchondral ossified bodies. Axial CT scan in a 10-year-old girl shows intrasynchondral ossified bodies(arrow) as separated dot-like structures with high attenuation in spheno-occipital synchondrosis.

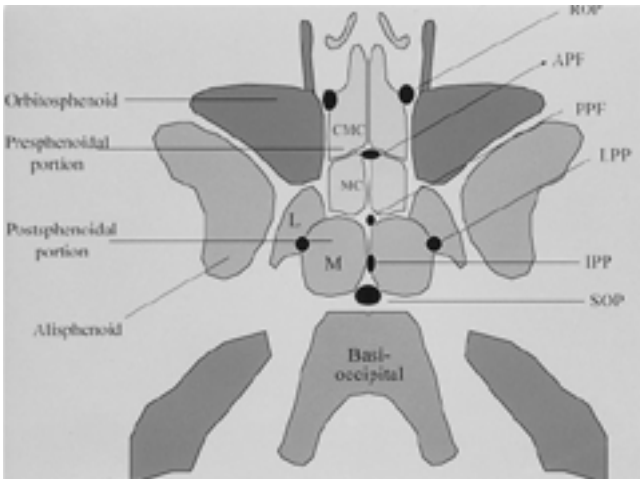


Fig. 8. Schematic drawing of normal variations of the minute central skull base foramina. The presphenoid portion contains the main(MC), corporal middle(CMC), and anterior accessory centers. The postsphenoid portion includes the medial(M) and lateral centers(L). ROP : rostro-orbital pseudoforamen, APF : anterior presphenoidal foramen, PPF : posterior presphenoidal foramen, LPP : intralateromedial postsphenoidal pseudoforamen, IPP : intrapostsphenoidal pseudoforamen, and SOP : spheno-occipital pseudoforamen.

통과하는 알려진 신경이나 혈관은 없다 (8).

PPF은 전접형부의 주심과 후접형부 사이에서 관찰되는 구조물로 두개인두관(craniopharyngeal canal) 이라고도 하며 Madeline 등 (8)은 출생시의 PPF은 APF보다 크기가 작으며 2개월 이후 부터는 크기가 같아지거나 커진다고 하였다. 본 연구에서는 나이에 관계 없이 PPF은 APF보다 크기가 작은 정원형으로 관찰되었다. PPF은 라트케낭(Rathke pouch)과 경로는 같으나 잔존물은 아니며 작은 혈관을 포함한다 (9).

ROP은 연골결합 선상의 다른 가공과는 달리, 연골결합의 변화 과정에서 형성되는 구조물이 아니며, rostrum의 외벽과 인접한 안와접형골(orbitosphenoid)의 내벽에의해 형성되며 연골을 포함하지 않는다. Madelin 등 (8)은 ROP은 항상 양측성이며 2-5세에서만 관찰할 수 있었다고 하였다. 본 연구에서도 ROP은 항상 양측성으로 관찰되었으며 2-5세의 연령대에서는 91%에서 관찰되어 우세한 양상을 보였고 13세 이상의 연령대에서는 관찰할 수 없었으나 다른 연령대에서도 관찰이 가능하였다.

접형후두 연골결합에 근접한 접형골 후면에서 두개의 정원형의 구조물이 관찰되며 IPP은 후접형부 중심선의 연골결합 융합과정에서 형성되는 구조물로 후접형부의 중앙선에서 관찰되며 LPP은 후접형부의 내외심의 연골결합 중간부위 혹은 뒷부분에서 관찰된다. LPP은 1세미만에서 가장 많이 관찰되었고 13세 이상에서는 관찰되지 않았으며, IPP은 1세 미만에서는 관찰되지 않았고, 6-12세에서 가장 많이 관찰되어 후접형부의 내심과 외심을 연결하는 연골결합의 골화가 먼저 이루어 진 후 후접형부의 중심부 연골결합이 융합됨을 시사한다. LPP은 1세 미만에서는 모두 양측성으로 관찰되었고 6세 미만에서는 양측성으로 관찰되는 예가 많았으나, 6-12세에서는 67%에서 좌측에서만 관찰되어 우측 연골결합이 좌측 연골결합보다 골화가 먼저 이루어지는 경우가 많은 것으로 생각된다.

접형후두 연골결합은 16-18세에 약 95%의 골화를 이루며 (3) 이 과정에서 접형골과 후두골 연골결합의 좌우 양옆이 융합된 후 중심부에서 관찰되는 난원형의 구조물이 SOP이다. 따라서 연골결합의 골화가 이루어지지 않은 6세 미만에서는 SOP은 관찰되지 않았으며 13세 이상의 연령에서 가장 많이 관찰할 수 있었다.

후두골기저(basiocciput)의 정중선에 위치하는 CBM은 Currarino (10)에 의해 처음 기술되었으며 척삭(notochord) 두부의 잔유물로 생각된다. CBM의 경로와 말단의 위치에 따라 Currarino는 상,하, 그리고 분지형(superior, inferior, and bifurcate)으로 분류하였다. Martinez 등과 Hemphill 등 (11,12)은 지주막하공간(subarachnoid space)의 돌출에 의해 반복되는 뇌막염을 초래한 CBM을 보고한 경우는 있었으나, 정중기저관은 대부분 임상 질환과 관련 없는 구조물이다.

IOB는 접형골과 후두골 연골결합의 골화중심(ossification center)으로 연골결합의 골화 즉 폐쇄(closure)의 시작이며, Okamoto 등 (13)은 8세에서 13세 사이의 40명중 22명에서 IOB를 관찰했으며 8세 이하의 연령에서는 접형후두 연골결합 내에 관찰되는 골화체는 없었다고 하였다. 본 연구에서도 IOB는 7세에서 처음 관찰되었고 13세 이상에서 가장 많이 관찰할 수 있었다.

결론적으로, 중심 두개기저공의 발달과정은 연령별로 다양한 정상변이를 보이며 이러한 정상변이에 대한 지식은 복잡한 두개기저부 해부학을 이해하고 비정상적 변화를 판단하는데 도움이 될것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Laine FJ,Nadel L,Braun IF. CT and MR imaging of the central skull base. Techniques, embryologic development, and anatomy. *RadioGraphics* 1990;10:591-602
2. 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
3. Madeline LA, Elster AD. Suture closure in the human chondrocranium : CT assessment. *Radiology* 1995;196:747-756
4. Warwick R, Williams PL. *Gray's anatomy*. 35th British ed. Philadelphia, Pa : Saunders, 1973;285-288
5. Orion GL. Roentgen determination of the time of closure of the spheno-occipital synchondrosis. *Radiology* 1960;75:450-453
6. Shopfner CE, Wolfe TW, O'Kell RT. The intersphenoid synchondrosis. *AJR* 1968;104:184-193
7. Dorland I, Newman WA. *Dorland's illustrated medical dictionary*. 27th ed. Philadelphia, Pa : Saunders, 1988;1628
8. Madeline LA, Elster AD. Postnatal develoment of the central skull base : normal variants. *Radiology* 1995;196:757-763
9. Lowman RM, Robinson F, McAllister WB. The craniopharyngeal canal. *Acta Radiol* 1966;5:41-53
10. Currarino G. Canalis basilaris medianus and related defects of the basiocciput. *AJNR* 1988;9:208-211

11. Martinez CR, Hemphill JM, Hodges FJ, et al. Basioccipital meningocele. *AJNR* 1981;2:100-102
12. Hemphill M, Freeman JM, Martinez CR, Nager GT, Long DM, Crumrine P. A new treatable source of recurrent meningitis: basioccipital meningocele. *Pediatrics* 1982;70:941-943
13. Okamoto K, Ito J, Tokiguchi S. HRCT findings in the development of the sphenooccipital synchondrosis. *AJNR* 1996;17:117-120

J Korean Radiol Soc 1999;41:1209-1214

CT of Normal Variations of the Minute Central Skull Base Foramina[1]

Jee Hee Kang, M.D., Hyung-Jin Kim, M.D., Choong-Kun Ha, M.D.[2], Jae Woo Yeon, M.D., Cheol Su Ok, M.D., Young Kook Cho, M.D., Myung Kwan Lim, M.D., Eul Hye Seok, M.D., Han Heon, M.D.[3], Chang Hae Suh, M.D.

[1]*Department of Radiology, College of Medicine, Inha University*
[2]*Department of Neurology, College of Medicine, Inha University*

Purpose : To evaluate the CT appearance of normal variations in the minute central skull base foramina in infants and children.

Materials and Methods : One hundred and fourteen children under the age of 17 years without skull base abnormality underwent CT scanning. A high spatial frequency algorithm was used, and contiguous axial scanning parallel to the orbitomeatal line was performed from the foramen magnum to the orbital roof, with a 1-mm slice thickness. The presence or absence of eight foramina, pseudoforamina, or ossification centers including anterior presphenoidal foramen, posterior presphenoidal foramen, rostro-orbital pseudoforamen, intralateromedial postsphenoidal pseudoforamen, intrapostsphenoidal pseudoforamen, spheno-occipital pseudoforamen, canalis basilaris medianus and intrasynchondral ossified bodies was analysed according to age. The presence of foramina or pseudoforamina was indicated if a ring-shaped structure was seen on two or more CT scans at the location anatomically predicted, and intrasynchondral ossified bodies were indicated if linear or dot-like structures with high attenuation accompanied spheno-occipital synchondrosis.

Results : CT indicated that within a certain age range, various kinds of foramina, pseudoforamina, and ossification centers were frequent. The anterior presphenoidal foramen was most commonly seen in infants aged 1-12 months (16/17, 94%); the posterior presphenoidal foramen in children less than 2 years old(27/37, 73%); the rostro-orbital pseudoforamen in children aged 2-5 years (9/17, 53%); intrapostsphenoidal pseudoforamen in children 6-12 years old(20/37, 54%) and spheno-occipital pseudoforamen and intrasynchondral ossified bodies in children aged 13-16 years. The canalis basilaris medianus was identified in about 20% of all subjects regardless of age.

Conclusion : Development of the minute central skull base foramina varied greatly according to age. Knowledge of the CT appearances of such embryologic variants of the central skull base should not only help Provide an understanding of complex skull base anatomy but also identify abnormal skull base development.

Index words : Skull, CT
Computed tomography (CT), in infants and children
Normal variant

Address reprint requests to : Hyung-Jin Kim, M.D., Department of Radiology, Inha University Hospital
#7-206, 3rd St. Shinheung-dong, Choong-gu, Inchon 400-103, Korea.
Tel. 82-32-890-2767 Fax. 82-32-890-2743