

소아에서 체위변화시 경질막낭
종말(dural sac end)의 위치변화와
2-3 천추 간 미추차단 접근법의
해부학적 안정성: 초음파를 이용한
관찰

연세대학교 대학원

의 학 과

김 지 은

소아에서 체위변화시 경질막낭
종말(dural sac end)의 위치변화와
2-3 천추 간 미추차단 접근법의
해부학적 안정성: 초음파를 이용한
관찰

지도교수 길 혜 금

이 논문을 석 사 학위논문으로 제출함

2009년 12월

연세대학교 대학원

의 학 과

김 지 은

김지은 의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2009년 12월

감사의 글

먼저 시작부터 끝까지 저의 이해를 도우시고 논문을 무사히 진행할 수 있도록 지도해주시고 격려해 주신 길혜금 교수님께 진심으로 감사드립니다.

또한 본 연구를 마칠 수 있도록 지지해주신 구본녀 교수님과 영상의학과 김명준 교수님께 감사드리며, 연구 진행을 도와주신 홍정연 교수님과 연구 자료 수집을 허락해주신 비뇨기와 한상원 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

여러모로 도와준 마취과 의국원들에게도 고마움을 전합니다.

그리고 오늘이 있기까지 항상 기도로 용기와 격려를 아끼지 않으신 부모님께 이 논문을 바치며 힘이 되어준 두 오빠들과 이 기쁨을 함께 누리고자 합니다.

끝으로 지난 삶 속에 항상 건강과 지혜를 허락해주신 하나님께 무한한 감사와 영광을 드립니다. 주님만이 저를 인도하심을 고백합니다.

저자 씀

<차례>

국문요약	1
I. 서론	4
II. 재료 및 방법	6
1. 통계분석	9
III. 결과	10
IV. 고찰	16
V. 결론	22
참고문헌	24
영문요약	28

그림 차례

- Fig 1. Classification of the dural sac end level.....8
- Fig 2. Distance from the skin to sacrococcygeal ligament and the depth of sacral space 9
- Fig 3. Location of the dural sac end..... 11
- Fig 4. Ultrasonographic images in neutral (A) and flexed (B) position.....11
- Fig 5. Location of the dural sac end by ages.....13
- Fig 6. Relationship between vertebral body and spinous process in respect to the dural sac end ..20

표 차례

Table 1. Demographic data according to age distribution	12
Table 2. Prevalence of the dural sac end below S2 in neutral and flexed position	14
Table 3. Prevalence of the dural sac end at spinal level below S2 by age subgroup.....	14
Table 4. Distance from the skin to sacrococcygeal ligament and the depth of sacral space	15

<국문요약>

소아에서 체위변화시 경질막낭 종말(dural sac end)의
위치변화와 2-3 천추 간 미추차단 접근법의 해부학적 안정성
: 초음파를 이용한 관찰

서론: 소아의 미추차단시 드물지만 경막천자가 발생할 수 있다. 척수를 싸고 있는 경질막의 종말부(dural sac end)는 소아에서 보통 S2 수준에서 끝나는 것으로 보고되고 있으며 이는 중립자세에서의 위치이다. 본 연구는 소아에서 미추천자를 위한 굴절 체위변화시 경질막낭 종말부의 위치변화를 관찰하는 것을 목표로 하였다. 아울러 천추열공을 통한 미추차단의 대체방법인 S2-3 접근법에 대한 해부학적 유용성을 관찰하고자 하였다.

연구 설계 및 방법: IRB 승인 후, 비뇨기 수술을 받는 소아환자 326 명을 대상으로 경질막낭이 보이지 않은 5 명과 자료가 소실된 4 명은 본 연구에서 제외되었으며 총 317 명의 데이터를 분석하였다. 전신마취 후 환아를 측와위로 돌리고 허리를 중립으로 한 상태와 앞으로 굴절시킨 천자체위의 상태에서 각각 고 주파수 탐촉자를 사용하여 요추와 천추 부위의 초음파 영상을 얻었다. 각 영상에서 경질막낭 종말의 위치는 천골바닥(vertebral body)과

가시돌기(spinous process)를 기준으로 하여 측정하였으며 S2-3 부위 및 천추열공 부위에서의 피부-천미골인대 간 거리와 천골강의 깊이를 측정 하였다.

결과: 경질막낭 종말의 위치 중앙값은 중립자세에서는 S2 M (S1/2-S2 L)이였으나 굴절시킨 자세에서는 S2U (S1 L-S2 M)였다($P<0.05$). 경질막낭 종말부의 위치는 천골바닥을 기준으로 한 경우에서 보다 가시돌기를 기준으로 한 경우 조금 더 머리쪽(cephalad)에 위치하는 것으로 측정되었다. 또한 중립자세와 굴절자세에서, 경질막낭 종말이 S2/3 이하에 위치한 빈도는 천골바닥 기준에서는 54 명(17.0%)에서 24 명(7.6%)으로, 가시돌기 기준에서는 36 명(11.4%)에서 4 명(1.3%)으로 감소되었다. 열공부와 S2-3 부위에서 피부-천미골인대 간 거리는 2.9 (0.6-8.8) mm와 7.3 (2.0-13.0) mm로 유의한 차이를 보였으며($P<0.05$), 통계적 유의성은 적었으나 S2-3 부위에서의 천추강 깊이(depth of sacral space)가 열공부위에서 보다 더 깊었다.

결론: 측와위에서의 경질막낭 종말부 위치는 허리를 굴절시킨 자세를 취할 경우 중립자세에서 보다 유의하게 머리쪽으로 이동되어 가시돌기를 기준으로 1.3%에서만 S2/3 에 존재하였다. 이는 2- 3 천추 사이로의 접근법시 경막천자의 위험성은 매우 낮은 것을

의미한다. 또한 통계적으로 유의성을 보이지는 않았으나 2-3 천추부에서의 천추강 깊이가 열공부에서 보다 비교적 넓어 바늘을 찌를 때 천추바닥을 찌를 위험성이 더 적은 것으로 여겨진다. 따라서 2-3 천추간 접근법이 천추열공 접근법의 유용한 대체방법으로 사용될 수 있을 것이다.

핵심되는 말: 초음파; 마취, 미추; 소아, 체위; 굴절자세

소아에서 체위변화시 경질막낭 종말(dural sac end)의
위치변화와 2-3 천추 간 미추차단 접근법의 해부학적 안정성
: 초음파를 이용한 관찰

<지도교수 김혜금>

연세대학교 대학원 마취통증의학과

김 지 은

I. 서론

미추차단(caudal block)은 소아에서 하복부이하의 수술시 술 후 제통을 위해 가장 빈번하게 시행되는 부위마취 방법으로 시행하기 간단하고 국소 마취제의 분포를 예측할 수 있다는 장점이 있다.^{1,2}

그러나 천골열공(sacral hiatus)은 해부학적 변이가 많고, 열공이 막힌 경우도 있어 실패율이 비교적 크며 반복적으로 천자하는 경우가 흔하다. 이러한 경우엔 다른 대체방법이 필요한데 Busoni와 Sarti는 2-3 천추 사이를 통해 천추강으로 접근하는 방법을 소개한 바 있다.³

이 방법은 흔히 사용되지는 않고 있는데 그 이유는 아마도 천추의 해부학적 구조에 대한 정확한 지식의 결여와 경질막 천자(dural puncture)의 위험성 때문일 것이다.

소아에서는 천골(sacrum)이 아직 융합되지 않고 뚜렷한 5 개의 천골판으로 구성되어 있어 천추 사이로의 접근이 용이하다.³ 그러나 경질막낭 종말이 출생 당시 S4 수준에 위치하다가 성장함에 따라 S2 수준으로 올라가게 되는데,⁴ 비록 3 편의 연구들에서 2-3 천추간 접근법에서 경질막 천자(dural puncture)가 보고되지는 않았으나,^{3,5,6} 그 위험성은 항상 고려해야 한다.

천추의 해부학적 구조는 앙와위 및 복와위 자세에서 사후검사나 영상검사로 많이 보고되어 왔으며⁷ 척수와 경질막낭 종말부의 구조,⁸ 척수원추부(conus medullaris)의 위치와 형태,⁹ 척수강의 형태,¹⁰⁻¹² 피부에서 경질막 및 지주막 공간까지의 거리¹¹⁻¹⁴ 등 부위마취와 관련된 여러 보고들이 있다. 그러나 소아에서 미추차단을 위한 체위 변화를 하였을 경우, 부위 마취에 중요하게 고려되는 해부학적 구조물들의 위치가 어떻게 변하는지에 관하여서는 충분히 정의되지 않고 있다.¹⁵⁻¹⁹

소아에서 경막외 차단이나 미추차단은 보통 측와위에서, 등과 고관절 및 무릎관절을 굴절시킨 상태에서 시행한다. 이러한

체위에서는 요추 가시돌기 간의 간격이 증가되는데 후방 천추 사이의 조직도 어느 정도 늘어나게 되어 이 사이로 바늘을 용이하게 접근시킬 수 있다. 이렇게 후방 천추간의 간격을 넓혀주는 체위에서는 척추와 경질막낭 종말의 위치에 변화가 올 수 있을 것으로 생각된다. 실제로 어른의 경우 요추 부위를 굴절시키면 신전시킨 경우에 비해 경질막낭이 머리쪽(cephalad)으로 약간 이동된다는 보고가 있다.²⁰

본 연구에서는 이에 착안하여 소아에서 미추차단을 위한 체위변동에 따른 척추와 경질막낭 종말부의 위치 관계(dural sac end-vertebral level relation)를 초음파를 이용하여 관찰하였다. 또한 이를 근거로 하여 소아 미추차단의 대체방법인 S2-3 접근법에 대한 안전성을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 본원 IRB 승인과 부모 서면 동의 후, 비뇨기 수술을 받는 소아환자 중 술 후 제통(미추차단, 경막외차단)을 원하는 ASA class I 및 II 에 해당하는 326 명을 대상으로 하여 전향적으로 시행되었다. 연령은 10 일-80 개월로 다양하였고, 몸무게는 2.4-25kg 이었다. 척추기형이나 혈액응고 장애 및 시술부위 감염이 있는 환아는 대상에서 제외하였다.

4 시간이상 금식 후, propofol, thiopental, 또는 sevoflurane으로 전신마취를 유도 한 후 기관내 삽관하고 sevoflurane 및 O₂-air로 마취를 유지하였다. 환아를 측와위로 돌리고 요추-천추 부위를 육안으로 관찰하여 피부 보조개(dimple), 혈관종(hemangioma), 구멍(pits) 같은 작은 피부 표지자(marker)들의 유무를 확인 한 후 기록하였다. 이후 허리와 다리를 바로 한 중립자세(neutral position)에서 요추와 천추 부위를 초음파기기(LOGIQe™, Wauwatosa, WI, USA)에 연결된 8-13 MHz의 linear probe을 사용하여 median longitudinal view를 얻어 영상을 저장하였다. 이 후 등과 무릎관절 및 고관절을 굴절시킨 후 무릎을 가슴까지 끌어올린 자세(flexed position)에서 다시 median longitudinal view를 얻어 저장하였다. 천추열공부에서는 axial view를 얻어 저장 하였다. 이후 시술부위를 소독 한 후 미추차단이나 경막외 차단을 시행하였다.

경질막낭 종말(dural sac end)은 median longitudinal view에서 볼 수 있는 경질막의 가장 끝부분(distal)으로 정의하였다. 경질막낭 종말의 위치는 천골바닥을 기준으로, Kim 등의 방법에 따라 천골바닥을 3 등분하여 upper (U), middle (M), lower (L)으로 정하였고 척추 사이 공간(intervertebral space)을 독립된 공간으로 따로 분리하였다(Fig. 1).²¹ 또한 척추의 가시돌기를 기준으로 한

위치도 관찰 하였다. 초음파 영상 분석은 소아의 체위를 맹검한 상태로 초음파에 숙련된 한 명의 소아 마취 전문의에 의해 실행 되었다.

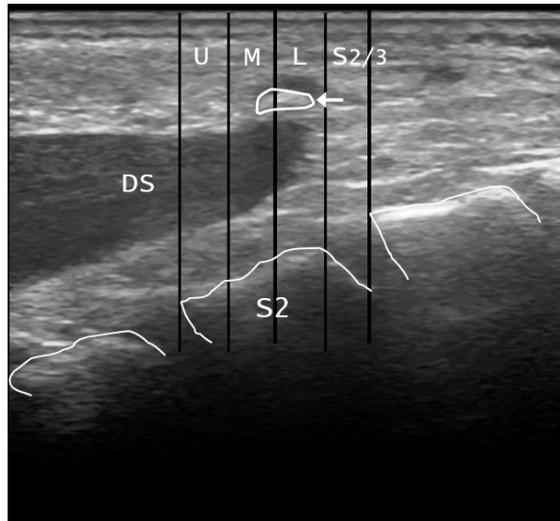


Fig. 1. Classification of the level of the dural sac end. The level of the tip of the dural sac is defined by dividing the vertebral body, including the intervertebral space, into four segments: upper (U), middle (M) and lower (L), and the intervertebral space. DS, dural sac; S2, base of the second sacral body; S2/3, intervertebral space of S2/3; White arrow, the spinous process of S2.

또한 나이군별(infant, < 13 months; toddler, 13-36 months; child, > 36 months) 경질막낭 종말의 위치를 조사 하였다.

한편 등과 무릎관절 및 고관절을 굴절시킨 자세에서 가시돌기 기준 2-3 천추부에서의 median longitudinal view와 열공부에서의 axial

view를 저장한 후 각기 피부-천미골인대(distance from skin to sacrococcygeal ligament) 간 거리와 천추강의 깊이(depth of sacral space)를 측정 하였다. 피부-천미골인대 간 거리는 피부부터 천미골인대의 뒷부분(dorsal portion)까지의 직선 거리로 정의하였고, 천추강의 깊이는 천미골인대의 아랫부분(ventral portion)부터 천골 바닥까지의 직선 거리로 정의하였다(Fig. 2).

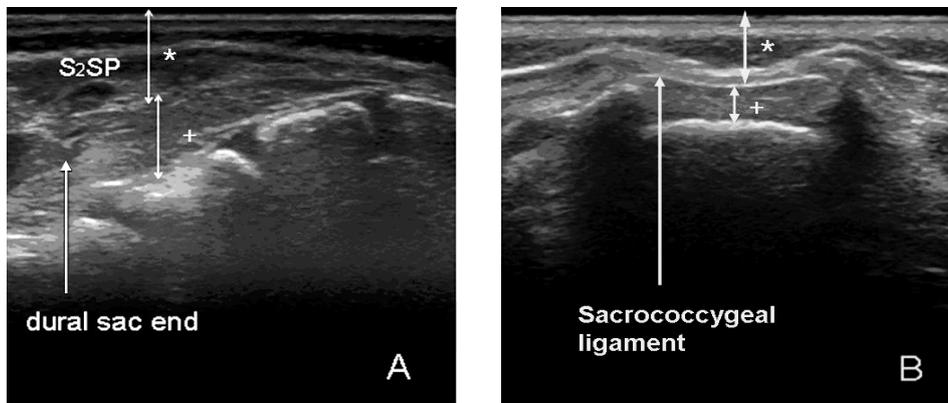


Fig. 2. Distance from the skin to sacrococcygeal ligament and the depth of sacral space. Left (A) is a longitudinal view at S2-3 level and right (B) is an axial view at hiatus level. The asterisk (*) represents the distance from skin to sacrococcygeal ligament. The cross (+) represents the depth of sacral space. Arrow (A), the end of the dural sac; Arrow (B), sacrococcygeal ligament; S2SP, spinous process of S2.

1. 통계분석

인구통계학적 데이터는 평균(표준편차)로 표시하였고 경질막낭

종말의 위치, 천추장까지의 거리와 깊이 등 비모수적 데이터는 중앙값(medians)과 범위(Interquartile range, IQR)로 나타내었다. 중립자세와 굴곡자세에서의 나이별 집단 간의 값은 Wilcoxon signed-rank test와 사후검증(post hoc analysis)을 이용한 일원배치 분산분석(1-way ANOVA)을 이용하여 비교하였다. 통계분석은 SPSS 13.0 을 사용하였고 P-values < 0.05 일 경우 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

III. 결과

326 명의 소아 환자 중 경질막낭이 보이지 않은 5 명과 자료가 소실된 4 명은 본 연구에서 제외되었으며 총 317 명의 데이터를 분석하였다.

환자 나이의 평균(표준편차)은 10 일-80 개월 범위에서 18.3 (15.3)개월이었고, 몸무게는 10.9 (3.6) kg이었으며, 신장은 78.7 (16.1) cm 이었다. 그리고 남녀비율(M:F)은 292 : 25 이었다.

경질막낭 종말위치의 중앙값(IQR)은 중립자세에서 S2 M (S1/2-S2 L)이었으나 허리를 굴절시킨 천자자세에서는 S2 U (S1 L-S2 M)으로 관찰되었다. 즉 통계학적으로 유의하게 굴절자세에서 경질막낭 종말이 더 머리쪽(cephalad)에 위치하였다(Fig. 3, Fig. 4, P < 0.001).

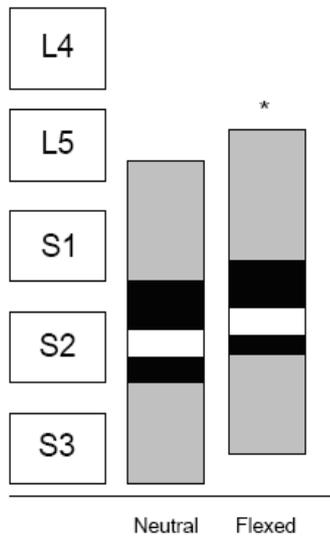


Fig. 3. Location of the dural sac end. The left segmented columns represent the vertebral bodies. The right two columns demonstrate the end of the dural sac in the neutral position (center) and flexed position (right). White band, median value; black bar, IQR; gray color, full range of distribution. * $p < 0.001$.

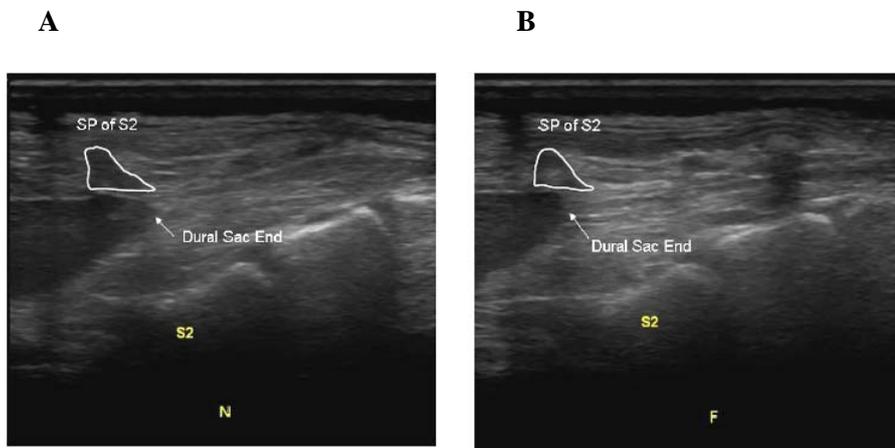


Fig. 4. Ultrasonographic images in neutral (A) and flexed (B) position.

Longitudinal views of the dural sac of a 16 months-old-boy weighing 9.5 kg with a height of 77cm in the neutral (A) and flexed (B) positions. Arrow, the end of the dural sac; S2, vertebral body base of S2; SP of S2, spinous process of S2.

이후 317 명의 소아를 나이에 따라 분류하고(Table 1) 각 연령대에서의 경질막낭 종말 위치의 중앙값(IQR)을 중립자세와 굴곡자세에서 비교한 결과, 13 개월 미만의 영아, 13-36 개월 사이의 유아 및 36 개월 이상의 소아에서 각각 S2 M (S1 U-S2 L)와 S2 U (S1 U-S2 M), S2 M (S1/2-S2 L)와 S2 U (S1 L-S2 M), S2 U (S1 L-S2 M)와 S1/2 (S1 M-S2 U) 이었다(Fig. 5, $p < 0.05$). 모든 연령군에서 굴곡자세를 취했을 때 경질막낭 종말의 위치가 유의하게 머리쪽으로 위치하였다. 특히 36 개월 이상의 소아에서 다른 연령군과 비교하여 경질막낭 종말이 더 위쪽에 위치하였다.

Table 1. Demographic data according to age distribution.

	I (< 13 mo)	II (13-36 mo)	III (>36 mo)
N (M:F)	136 (118:18)	142 (138:4)	39 (36:3)
Age (months)	6.9 ± 3.6	21.0 ± 7.4	48.1 ± 11.9
Body weight (kg)	8.4 ± 2.2	12.0 ± 2.1	16.6 ± 3.1
Height (cm)	68.4 ± 8.1	84.4 ± 8.4	101.6 ± 8.1

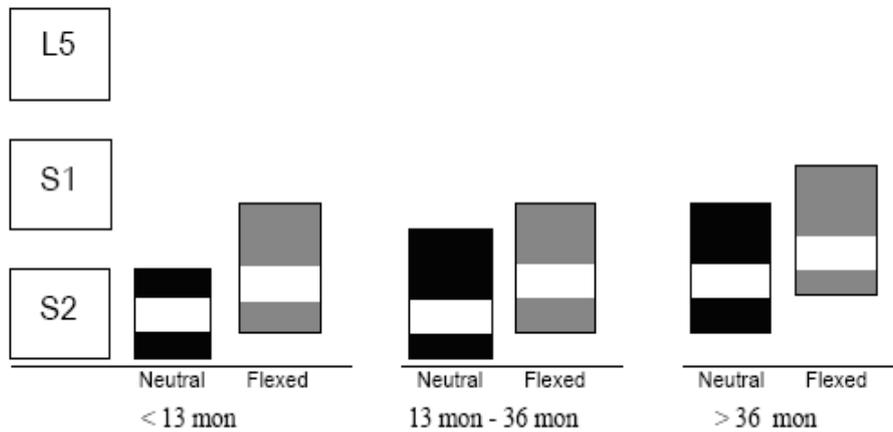


Fig. 5. Location of the dural sac end by ages. The left segmented column represents vertebral bodies. The other columns are the median (white band) and IQR (black and gray bar) of the dural sac end according to the three age groups (< 13 months, 13-36 months, and > 36 months). Black color bar, neutral position; gray color bar, flexed position.

경질막낭 종말은 천골바닥 기준보다 가시돌기를 기준으로 하여 관찰했을 때 좀 더 머리쪽(cephalad)으로 위치하였다(Table 2).

특히 13 개월 미만의 영아에서 굴절자세기 가시돌기 기준으로 경질막낭 종말이 S2 이하에 위치하는 빈도는 13.5% (18/136)에서 2.3% (3/136)으로 감소하였다(Table 3).

Table 2. Prevalence of the dural sac end below S2 in neutral and flexed position.

Anatomic landmark	Neutral position (n=317)	Flexed position (n=317)
Body	54 (17.0%)	24* (7.6%)
SP	36† (11.4%)	4*,† (1.3%)

Values are number of patients (percentage).

Anatomic landmark represents the spinal segments determined as the dural sac end, in relation to vertebral body (Body) or spinous process (SP).

* P < 0.001 compared with neutral position.

† P < 0.001 compared with vertebral body.

Table 3. Prevalence of the dural sac end at spinal level below S2 by age subgroup.

Anatomic landmark	Position	I (< 13 mo) n=136	II (13-36 mo) n=142	III (> 36 mo) n=39
Body	Neutral	28** (20.6%)	22* (15.5%)	4 (10.3%)
	Flexed	12*,† (8.8%)	9*,† (6.3%)	3† (7.7%)
SP	Neutral	18 (13.5%)	14 (10.0%)	4 (10.3%)
	Flexed	3**,† (2.3%)	1*,† (0.7%)	0† (0%)

Values are number of patients (percentage), and n represents the number of patients.

* P < 0.05 compared with age subgroup III.

** P < 0.001 compared with age subgroup III.

† P < 0.05 compared with neutral position within each age subgroup.

열공부와 S2-3 부위에서의 피부-천미골인대(skin-sacrococcygeal ligament) 간 거리는 2.9 (0.6-8.8) mm와 7.3 (2.0-13.0) mm로 유의한 차이를 보였다(Table 4, $P < 0.05$). 한편 통계적 유의성은 적었으나 S2-3 부위에서의 천추강 깊이(depth of sacral space)가 열공부위에서 보다 더 깊었다.

Table 4. Distance from the skin to sacrococcygeal ligament and the depth of sacral space (mm).

	Skin-sacrococcygeal ligament	Depth of sacral space
Hiatus level	2.9 (0.6-8.8)	7.0 (2.0-11.0)
S2-3 level	7.3 (2.0-13.0) *	10.3 (2.9-17.1)

* $P < 0.05$ compared with hiatus level.

한편, 52 명의 소아에서 피부 보조개(dimple), 구멍(pits), 비정상적인 체모(hair), 귀젓(skin tag)같은 작은 피부 표지자(marker)들이 관찰되었다. 이 중 3 명의 소아에서는 2mm 이상의 두꺼워진 척수종말끈(thickened filum terminale)을 발견하였고, 술 후 시행한 MRI 상 척수 원추부(conus medullaris)나 종말끈의 지방종(lipoma)과 함께 척수에 견인(tether) 된 것이 확인되었다. 이 환아들 중 1 명의 경질막낭 종말의 위치는 S3 L이었으며 2 명은 S2 L에 위치되었었고 피부로부터 천미골인대까지의 거리(8.6 ~ 9.0 mm)와 천추강의 깊이(5.7 ~ 6.3 mm)는 다른 아이들과 차이를 보이지 않았다.

IV. 고찰

미추차단(caudal block)은 소아의 술 중과 술 후 제통으로 가장 흔히 이용되는 부위마취법이다.

미추차단 시에는 천골열공(sacral hiatus)을 통해 바늘을 천추강(sacral space)내에 넣고 국소마취제를 주입하는 방법이 고식적으로 사용되어 왔다.²²

천추강은 요추부에 이은 경막외강의 연속으로, 천추신경과 미추신경이 이 안을 지나가는데 국소마취제의 용량에 따라서는 더 위쪽의 요추신경이나 흉추신경 까지도 미추접근변을 이용하여 차단시킬 수 있다.

천골열공은 제 5 천골관이 (경우에 따라 제 4 천골관까지) 중앙에서 융합되지 못하면서 가시돌기(spinous process)가 형성되지 못하여 생기는 열공으로 성공적인 미추차단을 위해서는 우선 이 열공을 정확히 가려내어 천자해야 한다.^{23,24}

그러나 이 열공이 융합 골화 되어 막혀있거나 다른 해부학적 기형이 있으면 확인 하기 어려울 수 있으며, 이로 인하여 반복적으로 천자를 하거나 천자에 실패할 수 있다.^{1,25}

Sekiguchi 등의 ²⁶ 천골의 해부학적 변형에 대한 보고에서는

각상돌기(cornu)가 54%에서 없었으며, 24.5%에서는 한쪽에서만 촉진되었다고 하였다. 이는 천골열공의 확인이 항상 정확한 것은 아님을 시사한다. 소아의 경우엔 3.5 - 11%에서 천골열공의 확인이 어려운 것으로 보고되고 있으나,²⁷ 천골열공을 통한 미추차단의 성공률은 보고자에 따라 다양하다.

또한 미추차단 시 피부와 천미골인대를 천자 후 천추강의 축(axis)에 맞게 천추강 안에서 바늘의 각도를 조작하게 되는데 이때 출혈이나 골막천자(intra-osseous puncture) 등의 합병증이 발생할 수 있다.²⁸

특히 소아에서는 미추차단 시행 시 높은 골막 천자빈도를 보이게 된다. 이는 천추강이 성인에 비해 매우 좁고 접근을 비스듬히 하기 때문인데 Park 등의 보고에서는 천추강 깊이의 평균값이 3.5 (1.0-8.0) mm로 매우 좁았다.²⁸ 둘째로는 소아의 천미골인대가 매우 부드러워서 인대 통과와 특징적인 뚫는 느낌을 알아차리기 어려운 점이다. 그 결과 숙련된 의사라 할지라도 천골열공을 통한 접근에 실패할 빈도가 25%에 이르기도 한다.²⁹

소아에서 이러한 천골열공(sacral hiatus)을 통한 접근을 대체할 수 있는 방법으로는 등쪽 천추 구멍(dorsal sacral foramen)을 통하여 시행되는 Taylor 접근법이 있으나 바늘 진입 통로가 길고 비스듬하여

시행하기 어려운 단점이 있다. 소아에서 L5-S1 의 정중상으로 접근하는 미추차단도 보고된 바가 있으나 이 경우엔 경질막 천자의 위험성이 더 높다고 할 수 있다.¹ S2-3 에서의 미추차단 접근법은 그 부위의 식별이 쉽고 천추강 깊이가 비교적 넓어 바늘을 삽입하기 용이한 장점이 있다(Table 4). 그러나 이 경우에도 경질막 천자의 위험성을 고려해야 한다. 따라서 소아에서 경질막낭 종말의 위치를 인지하는 것이 중요하다.

척수와 뇌척수액을 포함하는 경질막낭 종말은 출생 시엔 S4 정도에 위치하다가 척추가 성장함에 따라 어린 소아기에는 S2 수준에 위치하게 된다. 성인이 되어도 경질막낭 종말의 부위는 대략 S2 의 아래쪽 경계(lower border)에 위치하는 것으로 알려져 있는데,³⁰ 이는 19 세기의 사후검시(cadaveric examination) 결과에 근거하고 있다. 최근의 MRI 이용한 연구에서, 성인에의 경질막낭 종말의 위치는 L5-S1 에서부터 S4 의 상위까지 매우 다양한 것으로 보고 되고 있다. 그러나 영유아기 및 소아기의 경질막낭 종말위치에 대한 보고는 여전히 드물다.

본 연구대상 317 명의 소아 중, 중립자세에서는 17.8%에서 경질막낭 종말이 S2/3 이하에서 관찰되었으나, 측와위에서 허리를 굴절시킨 천자자세에서는 7.6%에서만 S2/3 이하에서 관찰

되었다(Table 2).

Hirasawa 등은 성인 32 명에서 양와위에서 좌위와 직립위로 자세를 변경 시켰을 때 경질막낭의 부피(volume)와 단면적이 변화 된 것을 발견하여 보고 하였다.³¹ 그러나 소아에서 체위변동에 따른 경질막낭 종말(dural sac end)의 위치 변화에 대한 보고는 아직 없다.

본 연구 결과 부위 차단을 위한 체위로 요추 부위를 굴절 시키는 경우엔 경질막낭 종말이 천골바닥을 기준으로 하여 머리쪽(cephalad)으로 의미있게 이동되는 결과를 나타냈다. 실제로 요추천자나 경막외 천자 혹은 S2-3 를 통한 천자를 시행하는 경우엔 좌위나 측와위에서 천골의 가시돌기(spinous process)를 해부학적 지표로 하여 그 수준을 정하고 천자를 시행하게 된다. 그러므로 임상적으로는 가시돌기에 대한 경질막낭 종말의 위치 관계가 더 중요하다고 할 수 있다. 경질막낭 종말은 가시돌기를 기준으로 한 경우 좀 더 머리쪽으로 위치하였고(Table 2), 이 차이는 척추의 측면 모양에서 알 수 있듯이(Fig. 6), 가시돌기가 천골의 바닥에 대하여 더 아래쪽(caudad)에 위치하기 때문이다.

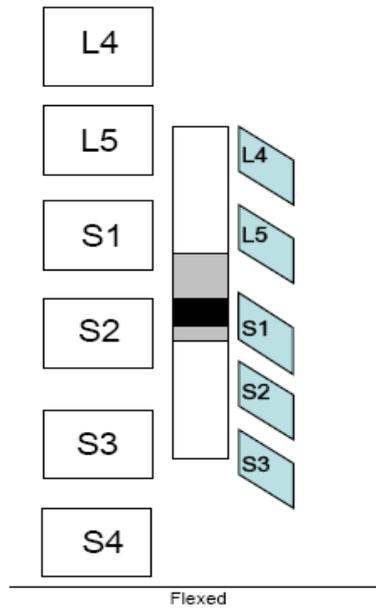


Fig. 6. Relationship between vertebral body and spinous process in respect to the dural sac end. The left column represents the vertebral body, the center represents the position of the dural sac end and the right column represents the spinous process. The median dural sac end in the flexed position is S2 U in relation to the vertebral body base, but the median in relation to the spinous process is the S1 spinous process(black band, median; gray column, IQR; white column represents the full range of the dural sac end).

소아에서 체위변화시 경질막낭 종말부의 척추에 대한 상대적 위치변동은 경질막낭 자체가 이동된다기 보다는, 덜 진행된 골화, 부드러운 척추 극상간인대 및 극간인대, 느슨한 섬유주(trabeculae)나 경막외 지방등 이 관련된 것으로 여겨진다.³² 요추

후방부에 위치하는 인대에는 황인대, 극간인대, 극상간 인대가 있으며, 이들은 탄력소(elastine)와 교원질(collagen)로 구성되어 있다. 반면 천골(sacrum)의 후방부는 연속적으로 나열된 반연골(semicartilaginous)상태의 판(laminae)이 융합되면서 점차적으로 골화가 진행되어 성인의 천골이 된다. 소아에서는 이러한 탄력적인 인대와 골화가 진행중인 천골로 인하여 굴절자세 시 척추 사이의 간격이 늘어나면서 경질막낭 종말의 상대적 위치가 변하게 되는 것으로 생각된다. 또한 경막외 지방은 반유동(semifluid)적이고 소엽(lobule)모양으로 이루어진 유륜(areolar)조직으로, 추간관구멍(intervertebral foramina)의 신경근(nerve root) 주위에서 결합조직(connective tissue)에 부착되는 지방을 제외하고는 대부분 경막외 공간에서 자유롭게 움직일 수 있는 유순성이 있다.

소아에서 굴절 자세 시 생기는 경질막낭 종말의 머리쪽으로는 이동은 미추차단의 안전역(safety margin)을 증가시키게 된다. 본 연구 Table 3 의 자료에서 보면 굴절 자세로 변경시, 가시돌기를 기준으로 한 경우엔 경질막낭 종말이 S2/3 이하인 경우가 13 개월 미만에서는 136 명 중 18 명에서 3 명으로, 13-36 개월 사이에서는 142 명 중 14 명에서 1 명으로 감소하였다. 이는 S2-3 사이로의 접근법시 경질막 천자에 대한 안전역이 증가됨을 나타낸다.

또한 2-3 천추부에서 천추강의 깊이(depth of sacral space)가 10.3 (2.9-17.1) mm로 열공부에서의 천추강 깊이인 7.0 (2.0-11.0) mm 보다 넓어 더 여유있게 천추강 공간으로 바늘을 진입시킬 수 있음을 알 수 있다.

경질막 천자의 빈도는 천골열공을 통한 미추차단시에도 0.09-0.5%로 보고되고 있는데,^{33,34,35} 비록 S2-3 간 천자시 경질막 천자가 없었다는 보고들이 있으나,^{1,36,37} 환자 수가 증가되면 합병증은 증가되기 마련이다. 또한 경질막낭 종말이 S2 수준에 위치한다고는 하나, 이는 중앙값이며 그 범위는 다양하기 때문에, S2-3 사이로 바늘을 접근하는 경우엔 그 빈도가 낮다고 하더라도, 경질막 천자의 가능성이 있으므로 주의해야 한다.

V. 결론

본 연구 결과 측와위에서 등과 무릎관절 및 고관절을 굴절시킨 천자자세를 취하는 경우엔 중립자세에 비해 경질막낭 종말의 척추에 대한 상대적 위치가 위로 이동됨을 발견하였다. 척추 바닥을 기준으로 한 경우에 비해 미추차단시 해부학적 경계표로 삼는 가시돌기를 기준으로 관찰한 결과에서는 경질막낭 종말이 더 위쪽에

위치하는 것을 알 수 있었다. 또한 통계적 유의성은 나타나지 못했으나 S2-3 부위에서의 천추강의 깊이가 열공 부위에서보다 깊었다. 이러한 결과는 충분히 허리를 구부린 천자자세에서 2-3 천추간으로의 접근법시 경질막 천자에 대한 안전역이 증가됨을 의미하며, 바늘이 들어갈 천추강의 공간이 열공부위에서 보다 넓어 천추바닥을 찌를 위험성도 훨씬 적음을 나타낸다.

2-3 천추 사이로의 미추차단 접근법(the sacral 2-3 intervertebral approach for caudal block)은 소아에서 시행하기 용이할 뿐 아니라 천골열공(sacral hiatus)을 통한 접근법을 대신하여 안전하게 시행할 수 있다. 그러나 더욱 안전한 접근을 위해서는 가능한 한 초음파 검사로 경질막낭 종말의 위치를 확인하는 것이 바람직하며, 그렇지 않을 경우에는 경막외강 천자법과 마찬가지로 생리식염수를 이용한 저항소실법을 사용하면서 매우 주의 깊게 접근하여야 할 것이다.

참고문헌

1. Silvani P, Camporesi A, Agostino MR, Salvo I. Caudal anesthesia in pediatrics. *Minerva Anesthesiol.* 2006 Jun; 72(6): 453-459.
2. Tsui BC, Berde CB. Caudal analgesia and anesthesia techniques in children. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2005 Jun; 18(3): 283-8.
3. Busoni P, Sarti A. Sacral intervertebral epidural block. *Anesthesiology* 1987; 67: 993-5.
4. Broadman LM, Rice LJ. Neural Blockade for pediatric surgery, Neural blockade. In *Clinical Anesthesia and Pain Management*. 3rd ed. Edited by Cousins MJ, Brindenbaugh PO. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1998. p. 616.
5. Quinot JF, Coquelin G. Trans-sacral caudal anesthesia in ambulatory practice in infants. Our experience. *Cah Anesthesiol* 1993; 41: 347-8.
6. Kumagai M, Yamashita M. Sacral intervertebral approach for epidural anaesthesia in infants and children: application of "drip and tube" method. *Anaesth Intensive Care* 1995; 23: 469-71.
7. Berry MM, Standring SM, Bannister LH. Nervous system, Gray's Anatomy-The anatomical Basis of Medicine and Surgery. 38th ed. Edited by Williams PL. Edinburgh, Elsevier Churchill Livingstone; 1995. p. 975-7.
8. Macdonald A, Chatrath P, Spector T, Ellis H. Level of termination of the spinal cord and the dural sac: a magnetic resonance study. *Clin Anat* 1999; 12: 149-52.
9. Arai Y, Shitoto K, Takahashi M, Kurosawa H. Magnetic resonance imaging observation of the conus medullaris. *Bull Hosp Jt Dis* 2001; 60: 10-2.
10. Westbrook JL, Renowden SA, Carrie LES. Study of the extradural region using magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth* 1993; 71:

495-8.

11. Capgna G, Celleno D, Simonetti C, Lupoi D. Anatomy of the lumbar epidural region using magnetic resonance imaging: a study of dimensions and a comparison of two postures. *Int Obstet Anesth* 1997; 6: 97-100.
12. Hirabayashi Y, Saitoh K, Fukuda H, Igarashi T, Shimizu R, Seo N. Magnetic resonance imaging of the extradural space of the thoracic spine. *Br J Anaesth* 1997; 79: 563-6.
13. Carnie J, Boden J, Gao SF. Prediction by computerized tomography of distance from skin to epidural space during thoracic epidural insertion. *Anaesthesia* 2002; 57: 701-4.
14. Kao MC, Tsai SK, Chang WK. Prediction of distance from skin to epidural space for low-thoracic epidural catheter insertion by computerized tomography. *Br J Anaesth* 2004; 92: 271-3.
15. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar puncture: anatomical review of a clinical skill. *Clin Anat* 2004; 17: 544-53.
16. Abe KK, Yamamoto LG, Itoman EM, Nakasone TAF, Kanayama SK. Lumbar puncture needle length determination. *Am J Emerg Med* 2005; 23: 742-6.
17. Vernet O, O'Gorman AM, Farmer JP, McPhillips M, Montes JL. Use of the prone position in the evaluation of spinal cord retethering. *Pediatric Neurosurgery* 1996; 25: 286-94.
18. Witcamp TD, Vandertop WP, Beek FJA, Notermans NC, Gooskens RHJM, van Waes PFGM. Medullary cone movement in subjects with a normal spinal cord and in patients with a tethered spinal cord. *Radiology* 2001; 220: 208-12.
19. Fettes PDW, Leslie K, McNabb S, Smith PJ. Effect of spinal flexion on the conus medullaris. a case series using magnetic resonance imaging.

- Anaesthesia 2006; 61: 521-3.
20. Dai LY, Xu YK, Zhang WM, Zhou ZH. Influence of flexion-extension motion of lumbar spine on lumbosacral dural sac. An experimental study. *Chin Med J* 1991; 104: 498-502.
 21. Kim JT, Bahk JH, Sung J. Influence of age and sex on the position of the conus medullaris and Tuffier's line in adults. *Anesthesiology* 2003; 99: 1359-63.
 22. Chen PC, Tang SFT, Hsu TC, et al. Ultrasound guidance in caudal epidural needle placement. *Anesthesiology* 2004; 101: 181-4.
 23. Diel J, Ortiz O, Losada RA, Price DB, Hayt MW, Katz DS. The sacrum: pathologic spectrum, multimodality imaging, and subspecialty approach *Radiographics*. 2001 Jan-Feb; 21(1): 83-104.
 24. Senoglu N, Senoglu M, Oksuz H, Gumusalan Y, Yuksel KZ, Zencirci B, et al. Landmarks of the sacral hiatus for caudal epidural block: an anatomical study. *Br J Anaesth*. 2005 Nov; 95(5): 692-95.
 25. Willis RJ. Caudal epidural blockade. In neural blockade in clinical anesthesia and management of pain. Cousins MJ & Brindenbaugh PO ed. 3rd ed. Lippincott-Raven, Philadelphia; 1998. p. 323-27.
 26. Sekiguchi M, Yabuki S, Satoh K, Kikuchi S. An anatomic study of the sacral hiatus: a basis for successful caudal epidural block. *Clin J Pain* 2004; 20: 51-4.
 27. Tsui BCH, Fredrickson M, Suresh S. Pediatric epidural & caudal analgesia & anesthesia. In: Hadzic A, editors. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. New York: McGraw-Hill Companies; 2007. p. 735-36.
 28. Park JH, Koo BN, Kim JY, Cho JE, Kim WO, Kil HK. Determination of the optimal angle for needle insertion during caudal block in children using ultrasound imaging *Anaesthesia*. 2006 Oct; 61(10): 946-49.

29. Lewis MPN, Thomas P, Wilson LF, Mulholland RC. The “whoosh” test: A clinical test to confirm correct needle placement in caudal epidural injections. *Anaesthesia* 1992; 47: 57–8.
30. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, et al. 1995 Gray’s anatomy, 38th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone
31. Hirokawa Y, Bashir W, Smith FW, Magnusson ML, Pope MH, Takahashi K. Postural changes of the dural sac in the lumbar spines of asymptomatic individuals using positional stand-up magnetic resonance imaging. *Spine* 2007; 32: 136–40.
32. Broadman LM, Rice LJ. Caudal epidural blockade, Neural blockade: In *Clinical Anesthesia and Pain Management*, 3rd ed. Edited by Cousins MJ, Brindenbaugh PO. Philadelphia: Lippincott–Raven Publishers; 1998. p. 327.
33. Veyckemans F, Van Obbergh LJ, Gouverneur JM. Lessons from 1100 pediatric caudal blocks in a teaching hospital. *Reg Anesth* 1992; 17: 119–25.
34. Uguralp S, Mutus M, Koroglu A, Gurbuz N, Koltuksuz U, Demircan M. Regional anesthesia is a good alternative to general anesthesia in pediatric surgery: Experience in 1,554 children. *J Pediatr Surg* 2002; 37: 610–3.
35. Dawkins CJ. An analysis of the complications of extradural and caudal block. *Anaesthesia* 1969; 24: 554–63.
36. Kumagai M, Yamashita M. Sacral intervertebral approach for epidural anaesthesia in infants and children: application of “drip and tube” method. *Anaesth Intensive Care* 1995; 23: 469–71.
37. Dalens B, Chrysostome Y. Intervertebral epidural anaesthesia in paediatric surgery: success rate and adverse effects in 650 consecutive procedures. *Paediatr Anaesth* 1991; 1: 107–17.

Abstract

The anatomical availability of sacral 2-3 intervertebral approach for
caudal block in children
: ultrasonographic evaluation

Ji Eun Kim

Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Hae Keum Kil)

Background: Although dural puncture is uncommon relevant of caudal block in infants and young children, the risk of dural puncture is a possibility. It is reported that the dural sac terminates at the S2 level in children, but it is just in the neutral position.

This study was designed to determine the effect of body position in the dural sac end – vertebral level relation and to investigate the anatomical availability of the sacral 2-3 intervertebral approach caudal block as an alternative to the hiatal approach in children.

Methods: After obtaining approval from the IRB, A total of 326 pediatric

patients undergoing urologic surgery were recruited to this study. After induction of anesthesia, ultrasound examination was performed to evaluate the lumbo-sacral structures and the location of the dural sac end in the lateral position with a straight back and knee (neutral position), and in the lateral position with the knees, legs, and neck flexed (flexed position). The level of the dural sac end was determined in relation to the vertebrae and spinous process. And the distance from skin to sacrococcygeal ligament and the depth of sacral space were measured at the S2-3 level and the hiatus level.

Results: Nine patients were excluded from analysis due to inability to visualize the dural sac (n = 5) and missing data (n = 4). Ultimately, 317 patients were analyzed. In the neutral position, the median (IQR) vertebral level of the dural sac end was S2 M (S1/2-S2 L); however, in the flexed position, it was S2 U (S1 L-S2 M) (P < 0.001). In the neutral position, the dural sac ended more cephalad, which was determined in relation to the spinous process, and in the flexed position, the dural sac shifted more cephalad as well. After flexion, the prevalence with the dural sac ending below S2 was decreased from 17.0 % (n = 54) to 7.6 % (n=24) in relation to the vertebral body; moreover, in reference to the spinous process, it was decreased from 11.4 % (n = 36) to 1.3 % (n=4). The median (IQR) depth of sacral extradural space was deeper at the S2-3 level than at the hiatus level, respectively: 10.3 (2.9-17.1) mm vs 7.0 (2.0-11.0) mm.

Conclusions: We found that the dural sac end shifted significantly cephalad in the lateral position with the neck, hip, and knees flexed. Also the depth of sacral

extradural space was deeper at the S2-3 level, compared to the hiatus level. It suggests that the safety margin for the needle insertion can be increased during S2-3 approach.

In conclusion, the sacral 2-3 intervertebral approach for caudal block could be performed safely as an alternative to the hiatal approach in infants and young children.

Key words : ultrasonography ; anesthesia, caudal ; pediatric, position ; flexed position