

척추마취시 발생하는 환지감각에 대한 고찰

울산대학교 의과대학 마취과학교실 및 연세대학교 의과대학 생리학교실*

최 윤 · 이필환 · 임중우* · 윤미자
심 지 연 · 양 홍 석 · 이 동 명

- Abstract -

The Phantom Limb Sensation Expressed by Spinal Anesthesia

Yoon Choi, M.D., Phil Hwan Lee, M.D., Joong Woo Leem, Ph.D.*, Mi Ja Yoon, M.D.
Ji Yeon Shim, M.D., Hong Seuk Yang, M.D. and Dong Myung Lee, M.D.

Department of Anesthesiology, Asan Medical Center, College of Medicine,
University of Ulsan, Seoul, Korea

Department of Physiology, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea*

Background: Phantom limb sensation is an unusual position sense of the extremity during nerve block that the position of extremity is misinterpreted as being flexed, or elevated, when actually they are in neutral position. Whether it is from the fixation of proprioceptive input at the time of motor blockade or from unmasking of the pattern which has been already present in the CNS is still controversial. We performed this study under the assumption that phantom limb sensation can still be reproduced without the influence of position at the time of nerve blockade.

Methods: Thirty-six patients scheduled for elective orthopedic surgery were randomly assigned. For 26 patients, spinal anesthesia was performed with hyperbaric 0.5% tetracaine or bupivacaine at lateral decubitus position and the position was changed to supine immediately. Existence of phantom limb sensation and the level of anesthesia was recorded at 10 and 20 minutes after injection of local anesthetics. For 10 patients, same local anesthetics were injected after patient's legs were straightened in lateral decubitus position.

Results: Fourteen out of 26 patients whose position were changed to supine immediately after the injection of local anesthetics experienced phantom limb sensations. Five out of 10 patients whose legs were kept straight before the injection of local anesthetics experienced phantom limb sensations. Previous history of trauma was positively related to the expression of phantom limb sensation.

Conclusion: Our data showed that the expression of phantom limb sensation is reproducible. And this was not related to the position at the time of spinal anesthesia. Trauma seems to be an important factor related to the expression of phantom limb sensation. (Korean J Anesthesiol 1997; 33: 1134~1141)

Key Words: Anesthetic techniques: spinal anesthesia. Pain: phantom limb sensation. Position: lateral; supine. Physiology: trauma; central pattern generation

서 론

팔이나 다리의 절단 또는 척수 손상을 입은 환자나 척추마취를 받은 환자의 일부에서 실제로는 양와위로 다리를 편 채로 누워있음에도 불구하고 마치 다리를 구부리고 있는 등의 실제와는 다른 자세를 취하고 있는 것 같은 느낌을 갖게되는 환지감각 현상을 흔히 경험한다¹⁻⁶⁾.

Prevotnik와 Eckenhoff는 척추마취 시행후 운동신경 차단까지 다리를 구부리고 있던 환자 군에서 환지감각 현상이 나타나는 반면 바로 환자를 수평으로 눕힌 환자 군에서는 환지감각 현상이 나타나지 않는 것으로 보아, 척추마취후의 환지감각은 마취 당시의 운동신경 차단시의 자세에 대한 고유수용감각의(proprioceptive) 입력이 척수이상의 중추신경계에 고정되어서 나타난다고 하였다¹⁾. 반면 Melzack등은 그보다는 중추신경계의 어떠한 부위에 형태 발현기전(pattern generating mechanism)이 존재하며, 외부감각 입력소실시 발현되어 환지감각으로 나타난다고 주장하는 등²⁾ 환지감각의 발현기전에 대하여 일치되지 않은 견해를 보이고 있다.

이에 저자들은 첫째로는, Prevotnik와 Eckenhoff는 척추마취시 운동신경 차단 당시의 자세가 중요하다고 하였지만, 운동신경 차단 당시의 자세와 관련이 없이도 환지 감각이 생길수 있는가를, 둘째로는 척추마취 중 환지감각의 발현에 영향을 미칠수 있는 요소들을 알아보기 위하여 다음과 같은 시험을 하였다.

대상 및 방법

정형외과에서 하반신에 병변이 있어 수술받기 위해 입원한 환자 중 척추마취에 적응이 되는 26명의 환자를 무작위로 추출하여 실험 과정에 대하여 설명을 하고, 구두 승낙을 받은 후 척추마취를 시행하였다. 환자들의 나이는 평균 37.1세(12~64세)였다.

26명의 환자들에 대하여는 수술부위를 아래로 하는 측와위에서 3~4 또는 4~5 요추간에 24 또는 25 G 척추마취용 바늘로 천자하여 고비중의 국소마취제(0.5% tetracaine 또는 0.5% bupivacaine)를 주입한 후 즉시 양와위로 자세를 바꾸고 다리는 곧게

편채로 유지시켰다. 국소마취제 주입 10분 및 20분 후, 환자가 다리에 눈을 돌리지 않은 상태에서 마취제를 주입한 의사가 냉각, 촉각, 통각에 대한 마취높이를 측정한 후, 뒤이어 이를 모르는 다른 관찰자가 환자에게 하지의 자세에 대해 질문을 하고, 자세가 변한 것 같다고 했을 경우, 하지관절의 위치감각에 대해 질문하여 비교하였다. 냉각에 대한 마취높이의 판정에는 알코올 솜을, 촉각에는 손가락을, 통각에는 21G 주사바늘을 사용하였다. 환지감각에 대한 질문은 우선 "환자분, 지금 다리가 쪽 퍼진 것 같습니까, 아니면 굽어져 있는 것 같습니까?" 하고 질문하고, 환자가 다리가 굽어져 있거나 들려져 있는 것 같다고 할 경우 환지 감각이 있는 것으로 판정하였다. 이는 척추마취에 의한 운동신경 차단시의 사지 자세가 환지감각으로 나타날 것이라는 가설을 확인하기 위함이다. 따라서 이러한 가설이 맞다면 본 연구에서 조사한 환자의 경우 모두 환지감각을 느끼지 못해야 할 것이다. 왜냐하면 본 연구에서 조사한 모든 환자의 경우 하지의 운동신경이 차단될 때 하지가 곧게 퍼져 있는 상태였기 때문이다.

상술한 연구의 경우 마취제 주입 후 즉시 자세를 양와위로 바꾸었으나, 마취제 주입시에는 다리를 배쪽으로 끌어당겨 구부린 측와위 자세였는데 이러한 상태에서 감각신경을 통한 척수로의 신호 입력(특히 고유감각 정보의 입력)이 있을 수 있는데, 이 고유감각 정보의 입력이 주입된 마취제에 의하여 차단되었기 때문에 환지감각이 발현될 가능성이 있다. 이러한 가능성을 배제하고 또한 마취제 주입 당시의 자세에 대한 영향을 확실하게 배제하기 위하여 다른 10명의 환자를 대상으로 척추 천자를 실시한 후 측와위 자세에서 다리를 곧게 펴게 한 후 국소마취제를 주입하였고, 마취제 주입 직후 양와위로 자세를 바꾸게 하였다. 그밖의 다른 측정은 앞에 설명된 바와 동일하게 시행되었다.

또한 각 환자에서 척추마취시 환지 감각의 생성에 영향을 줄 가능성이 있는 마취전투약, 마취약제, 성별, 외상여부, epinephrine의 첨가 여부등 다른 요인들의 효과를 알아보았다. 외상의 기준은 골절, 인대파열, 반월상연골파열 등의 통증을 동반한 물리적 조직 손상이 있을 경우 외상이 있다고 판정하였으며, 결절종(ganglion) 등과 같이 통증 및 조직 손상이 미미한 경우에는 외상이 없는 것으로 판정 하였다.

통계학적 검정은 Fisher's exact test를 이용하였으며, p 값이 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1) 척추마취 직후 하지를 곧게 편 환자에서 환지감각의 발현

본 연구에서는 스물 여섯 명의 환자를 대상으로

척추마취를 시행한 직후 이들이 스스로 다리를 곧게 펴서 양와위 자세를 취하게 하였다. 이들 환자에서 하지의 운동 마비를 확인한 후 환지감각의 발현 유무를 조사하고 만약 환지감각이 발현된다면 그 특성을 또한 조사하여 Table 1에 나타내었다. 조사한 환자 중 14명(54%)에서 환지감각을 느낄 수 있었다는 대답을 들었는데, 대부분(11명)은 마취제 주입 10분 후부터 그리고 나머지 3명(환자 번호 10,

Table 1. Locations and Properties of Phantom Limb Sensation occurring after Spinal Anesthesia in Patients with their Legs flexed during Anesthesia

Patient No.	Age/ Sex ¹	Premed ²	Anes ³	Epi ⁴	Trauma ⁵	Dermatome ⁶		Phantom limb sensation ⁷	
						10 min	20 min	10 min	20 min
1	62/M	N	T	+	+	T12	T12	—	—
2	25/M	V	T	+	+	T12	T4	+(H:A,F,E)	+(H:A,F,E)
3	25/F	V	T	+	—	T10	T6	—	—
4	45/M	V	T	—	+	T12	T12	+(H:A,F,E)	+(H:A,F,E)
5	26/M	N	T	+	+	T12	T11	+(H:A,F; K:F)	+(H:A,F; K:F)
6	28/M	V	T	+	+	T12	T5	—	—
7	61/F	N	T	+	+	T6	T6	+(H:F; K:F)	+(H:F; K:F)
8	12/M	M	T	—	+	T8	?	—	—
9	40/M	N	T	+	+	T10	T8	—	—
10	30/M	N	T	—	+	T10	T6	—	+(H:A,F,E; K:F)
11	38/M	N	T	—	+	T8	T4	+(H:F)	?
12	27/M	V	B	—	+	T11	T10	+(H:A,F)	+(H:A,F)
13	52/F	M	B	—	+	?	?	—	—
14	42/M	V	B	—	+	T6	T6	+(H:A,F; K:F)	+(H:A,F; K:F)
15	31/M	M	T	—	+	T12	T11	+(H:A,F,E; K:F)	+(H:A,F,E; K:F)
16	34/M	M	T	+	+	T10	T8	—	+(H:A,F)
17	35/F	M	T	—	+	L1	T12	—	—
18	16/F	M	T	—	—	T4	T2	—	—
19	41/M	M	B	—	+	T9	T7	+(H:A,F,E; K:F)	+(H:F; K:F)
20	24/F	V	T	—	—	T12	T8	—	+(H:A,F,E; K:F)
21	20/M	M	B	—	+	T12	T11	+(H:A,F; K:F)	+(H:A,F; K:F)
22	19/M	N	B	—	—	T12	T12	—	—
23	53/F	M	B	—	—	T6	T6	—	—
24	64/F	V	B	—	+	T8	T6	—	—
25	40/M	M	B	—	+	L1	T4	+(H:F,E; K:F)	+(H:F,E; K:F)
26	22/F	M	B	—	—	T5	T2	—	—

1; M, male; F, female. 2; medication with tranquilizers prior to spinal anesthesia(N, none; V, valium; M, midazolam). 3; local anesthetics used for spinal anesthesia(T, tetracaine; B, bupivacaine). 4; addition of epinephrine to local anesthetics(+, added; —, not added) 5; previous experience of trauma(+, experienced; —, not experienced) 6; dermatomes from and below which sensory loss took place when examined 10 and 20 min after spinal anesthesia. 7; locations and properties of phantom limb sensation occurred when examined 10 and 20 min after spinal anesthesia(+, present; —, absent; H, hip; K, knee; F, flexed; E, externally rotated; A, abducted). ?; missing data.

16, 20)은 20분 후부터 환지감각을 느꼈다고 하였다. 이 결과는 운동신경 차단시의 자세가 환지감각의 발현에 결정적인 요소가 아님을 보여준다.

환지감각을 느낀 환자는 환지감각이 주로 엉덩이와 무릎 관절 부위에서 나타나며 이들 부위가 굴곡, 회전, 또는 외전됨을 경험하였다고 보고하였는데, 일반적으로 고관절과 슬관절은 굽혀져 있고 고관절은 외전되어 있는 양상을 보였다. 환지감각을 조사하는 동안의 척수내의 마취 높이를 알기 위하여 감각마비를 보이는 피부분절(dermatome)을 조사하였는데, Table 1에는 측각이 척추마취시 운동신경의 블록과 가장 비슷한 시기에 블록되므로 측각에 대한 마취높이만 제시하였다. 이에 근거한 환지감각 조사시 측각에 대한 마취 높이는 T12 이하부터 T1까지 다양함을 보였으며 어떠한 특정한 마취 높이가 환지감각의 발현에 영향을 미치지 않는았다.

2) 척추마취시부터 다리를 곧게 편 환자에서 환지감각의 발현

마취제 주입 당시의 자세에 대한 영향을 확실하게 배제하기 위하여 다른 10명의 환자를 대상으로 척수 천자를 실시한 후 측와위 자세에서 다리를 곧게 펴게 한 후 국소마취제를 주입하였고, 마취제 주입 직후 양와위로 자세를 바꾸게 하였다. 이 경우 환자에서 환지감각의 발현 유무를 조사하고 만약

환지감각이 발현된다면 그 특성을 또한 조사하여 Table 2에 나타내었다. 조사한 환자 중 5명(50%)에서 환지감각을 느낄 수 있었다는 대답을 들었는데, 이들 중 3명은 마취제 주입 10분 후부터 그리고 나머지 2명(환자 번호 8, 10)은 20분 후부터 환지감각을 느꼈다고 하였다. 따라서 척추마취시의 자세가 환지감각의 발현에 결정적인 요소가 아님을 재차 확인할 수 있었다.

본 연구에서 환지감각을 느낀 환자는 상술한 1)의 연구 경우와 유사하여 환지감각이 나타나는 부위는 주로 엉덩이와 무릎 관절 부위였으며 이들 부위가 굴곡, 회전, 또는 외전됨을 경험하였다고 보고하였다. 환지감각 조사시 마취 높이는 T12이하부터 T2까지 다양함을 보였으며, 어떠한 특정한 마취 높이가 환지감각의 발현에 영향을 미치지 않는았다.

3) 하지 자세 이외에 환지감각 발현에 영향을 줄 수 있는 요인

상술한 두 경우의 연구에서 대상 환자가 처해있던 여러 상황을 조사하였는데, 이에 는 환자의 성별, 마취전처치제의 처치 여부, 척추마취시 사용된 국소마취제의 종류, 국소마취제에 epinephrine의 첨가 여부 및 환자의 외상 경력 등을 포함하였다(Table 1, 2). 이러한 여러 상황이 환자의 환지감각 경험에 영향을 미치는지를 알아보기 위하여, 환자가 처해져

Table 2. Locations and Properties of Phantom Limb Sensation occurring after Spinal Anesthesia in Patients with Their Legs Straight during Anesthesia

Patient No.	Age/ Sex	Premed	Anes	Epi	Trauma	Dermatome		Phantom limb sensation	
						10 min	20 min	10 min	20 min
1	28/F	M	M	-	+	T10	T5	-	-
2	30/M	N	M	-	+	T6	T6	+(H:A,E)	+(H:A,E)
3	38/M	V	M	-	+	T12	T10	-	-
4	23/M	N	M	-	+	T10	T8	-	-
5	56/M	M	M	-	+	T8	T7	-	-
6	32/F	V	M	-	+	T12	T10	-	-
7	27/M	M	M	-	+	T10	T8	+(H:F,E; K:F)	+(H:F,E; K:F)
8	23/F	V	M	-	+	T12	T12	-	+(H:A,F)
9	63/F	V	M	-	+	T12	T11	+(H:A,E)	+(H:A,E)
10	18/F	V	M	-	+	T2	T2	-	+(H:F; K:F)

Abbreviations same as in Table 1.

있던 각 상황과 환지감각 발현간의 상관관계 유무를 Fisher's exact test를 이용하여 분석하였다. 조사한 5가지 상황 중에서 환자의 외상 경력 만이 환지감각의 발현과 상관관계가 있었으며($p=0.037$), 환자의 성별, 마취전처치제의 처치 유무, 사용된 마취제 종류 및 마취제 내 epinephrine의 첨가 여부 등은 환자의 환지감각 발현과 유의 있는 상관관계를 보이지 않았다(각각 $p=0.17, 0.64, 0.75, 1.00$).

고 찰

환지감각이란 척수 손상을 입은 환자나 척추마취를 받은 환자의 일부에서 실제로는 다른 자세를 취하고 있는 듯한 느낌을 일컫는다. 예를들어 실제로는 양와위로 다리를 편 채로 누워있음에도 불구하고 마치 다리를 구부리고 있는 것 같은 느낌을 갖는 다든지, 사지 절단이 된 환자에서 절단된 다리 또는 팔이 마치 어떠한 자세를 취하고 있는 듯한 느낌을 갖게 되는 현상을 일컫는다¹⁻⁶.

환지감각은 흔히 임상에서 경험할 수 있는 환지통과 비교된다. 환지통은 척수손상이나 사지절단 후에 생기는, 감각이 차단된 부위에 통증을 느끼는 현상이며 이에대한 원인들로는 신경종(neuroma) 등의 절단사지에서의 통증경로에 대한 비정상적인 자극 및 중추신경계의 가소성(plasticity)⁷ 등이 원인으로 제시되었다. 반면, 환지감각은 통증을 동반하지 않으며, 순수한 말초감각차단에 의한 현상이며¹ 중추신경계 내의 변화를 동반한다. 이와 같이 환지감각은 환지통과 발생 기전이 완전히 일치하지는 않으나 중추신경계내의 변화에 있어서는 공통되는 요소를 많이 공유하고 있을 가능성이 많으므로 부위마취 후 발생하는 환지감각의 기전에 대한 연구는 환지통의 중추기전을 연구하는데 중요한 도구가 될 수 있을 것이다⁸.

환지감각은 하지에서뿐 아니라 상지에서도 나타나며, 상지에서 오히려 하지보다 더 뚜렷이 생기는 경향을 보인다^{2,4,5}. Prevotnik와 Eckenhoff는 척추마취 환자의 24%¹, Melzack과 Bromage는 상완 신경총 차단시 94%², Bromage와 Melzack은 상완신경총차단시 86%, 하지의 척추마취시 55%의 환지감각의 빈도를 보고하였다⁸. 국내에서는, 김영현등은 상하지 절단 환자의 70%에서⁹, 김동은등은 상하지 절단환자의

93%에서¹⁰, 최일훈등은 상지절단시 62% 하지절단시 44%에서 환지 감각을 경험했다고 발표했다¹¹.

상기한 바와 같이 하지뿐만아니라 상지에서도 환지감각이 나타나므로 상지 및 하지 둘다 실험대상이 될 수는 있으며 이를 위하여 상완신경총차단, 경막외 마취, 척추마취 등이 이용될 수 있다. 하지만, 상완신경총차단, 경막외 마취시는 혈관주위초(perivascular sheath)나 경막외강내에서 국소마취제가 퍼져야 하는데 이때 균일하게 신경차단이 일어나지 못하는 경우가 흔하고, 신경이 차단되는 시간도 차이가 많으며, 일부 신경이 차단되지 못하는 경우도 종종있다. 이에 비해 척추마취는 균일한 신경차단으로 개체간에 동등한 실험조건을 제공할 수 있으며 척추마취의 진행상황을 쉽게, 객관적이고 신빙성있게 감시할수 있는 장점이 있어 이 실험의 방법으로 사용하였다.

Prevotnik와 Eckenhoff는 척추마취 후 운동신경 차단시까지 다리를 구부리고 있던 환자 9명 모두에서 환지감각이 생기고, 다리를 펴고있던 6명 모두에서 환지감각이 생기지 않는 것으로 보아, 척추마취후의 환지감각은 마취당시의 운동신경 차단시의 자세에 대한 고유감각의 입력이 척수이상의 중추신경계에 고정되어서 나타난다고 하였으며¹, Wallgren도 이와 비슷한 현상을 보고한 바 있다⁶. Khurana등도 척추마취후 운동신경차단 당시 다리를 굽히고 있던 50명의 환자중 41명(81%)에서 환지감각을 경험하였으나, 다리를 펴고 있었던 환자에서는 환지감각이 경험되지 않았다고 하였으며, 고유감각 소실은 운동신경차단과 거의 동시에 생기므로 고유감각 전달신경에 의해 마지막으로 입력된 위치 정보가 운동신경차단과 동시에 고정되어 환지감각으로 남기때문이라 설명하였다¹².

반면 Melzack은 그보다는 중추신경계의 어떠한 부위에 형태 발현 기전이 존재하며, 외부 감각 입력소 실시 발현되어 환지감각으로 나타난다고 주장하였으며¹³, 또한 마취당시의 자세와 환지감각의 자세는 관련이 없다고 주장하였는데, 이에대한 근거로 상완신경총차단후에 생기는 환지감각이 시간에 따라 변하고, 환지감각이 있을 때는 대개 무릎사이가 벌어지는데 이는 마취당시의 자세와는 다른 자세임을 제시하였다². Bromage와 Melzack도 앉은 자세에서 무릎을 모은채로 척추마취를 한후 마취가 시작되기

전에 앙와위로 자세를 바꾼 결과 55%의 환자에서 운동신경이 차단되지 않은 상태에서 환지감각을 경험하였다고 한다⁸⁾.

본 실험에서도 마취전의 자세와 상관없이 환지감각이 발생하였고 이는 서론에서 언급한 운동신경 차단시의 자세가 중요한 역할을 한다는 주장에 반하는 결과를 보여 주었다. Prevotnik와 Eckenhoff는 운동신경 차단시의 자세가 척수내에 고정되어서 환지감각이 발생하며 운동신경 차단 당시 다리가 펴져 있는 경우는 환지 감각이 경험되지 않는다고 하였으나¹⁾, 본 실험의 결과는 이와는 달리 운동신경의 차단이 있기 전에 환자를 바로 눕힌 경우에도 50%가 넘는 환자에서 환지감각이 경험되었다. Prevotnik와 Eckenhoff에 의하면 tetracaine 주입 3~5분 후 운동신경차단이 나타난다고 발표한 바 있고, 본 실험 조건에서는 마취제 주입후 앙와위로 체위를 바꾸는 데는 시간이 1분정도 밖에는 걸리지 않으므로 운동신경 차단시에는 다리를 편 앙와위의 자세였다고 말할 수 있고, 운동신경 차단시의 자세가 환지감각의 발현에 결정적인 것은 아님을 알 수 있다. 또한 약제 주입전부터 다리를 편 경우에도 역시 10명중 5명에서 환지감각을 느끼는 것으로 보아 마취제 주입 당시 곧게 발을 편 자세에서도 환지감각이 발현할 수 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과에서 마취 당시의 자세에 의한 환지 감각의 발현 가능성을 배제 할 수는 없으나, 마취당시의 자세와 관련이 없이도 환지감각이 발생하는 것으로 보아 Melzack과 Loeser의 주장대로 마취 이전부터 존재하던 중추신경계내의 형태발현기전이 척추마취에 의해 발현되었을 가능성이 있다¹⁴⁾.

중추신경계 내에 어떠한 원인에 의하여 형태발현기전이 존재함에 대한 간접적인 증거는 몇가지가 있다. 첫째로, Melzack과 Loeser는 양측 하지 마비 환자에서 척수 절단 이하 부위의 환지통이 흔히 나타나는데, 이는 척수나 뇌의 어떤 부위에 신경집합체가 형태발현 기전으로서 작용할 것이라고 추정하였다¹⁴⁾. 둘째로, 사지절단환자에서 척추마취를 시행할 경우 환지감각이 종종 경험된다¹⁵⁻¹⁷⁾. 이는 환지감각이 대부분 일정 기간이 지나면 소실되는 것이 보통이나 일부 척수, 혹은 척수상부에 형태발현기전이 남아 평소에는 말초감각의 입력 등에 의하여 가려져서 느끼지 못하나 척추마취 등에 의해 말초감

각의 입력이 차단될 경우 형태발현기전이 상대적으로 강화되어 환자로 하여금 통증을 느끼게 하는 것으로 설명될 수 있다. Roberts는 무릎상부 절단을 시행한지 76년이 지난 후 시행한 척추마취시 환지통이 나타남을 보고한바 있고¹⁸⁾, 이는 이전에 있던 환지통에 의한 형상이 상당히 장시간 동안 중추신경계에 잔존함을 의미한다. 셋째로, 수술등의 외상에 의한 통증은 예방적 신경차단 등에 의하여 통증의 정도, 기간을 줄일 수 있다. 말초신경의 손상은 척수의 흥분성을 증가시키므로^{19,20)} 수술시 신경의 부분차단은 척수의 과흥분을 피하고 중추신경계의 충격을 방지하는데 도움을 주며 수술후 통증의 정도를 감소시킨다고 한다²¹⁾. 사지 절단환자에서 수술전 심한 통증을 동반한 환자에서 환상지통이 더 많이 발생하며⁹⁾, 사지절단전에 적절한 신경차단을 할 경우 절단후에 발생하는 통증을 효과적으로 줄일수 있다고 하였다²²⁻²⁴⁾. 이는 통증신호가 중추신경계에 입력되면 중추신경내에 모종의 가소적인 변화가 일어나며, 이러한 현상은 적절한 통증신호의 입력차단에 의하여 예방 또는 감소될 수 있음을 의미한다.

전통적으로 위치감각에 대한 주된 전달 경로는 dorsal column-medial lemniscus system으로 알려져 왔다²⁵⁾. 그러나 척수후각에서 일부의 신경세포들도 위치감각을 매개한다고 알려져 있다. 대부분의 영장류의 척추시상으로 세포들은 통증감각을 매개할뿐만 아니라 근육으로 부터의 감각 전달에도 관여한다. Stilling's nucleus에 있는 척추시상으로 세포들을 기록한 결과 이들은 고유감각원의 기능을 가지고 있음을 알아냈다²⁶⁾. 고유감각에 대한 반응은 요척수상부의 척추시상으로 세포에서²⁷⁾ 그리고 요척수 상부의 ventrolateral funiculus의 주변부에 위치한 척추시상으로 신경세포에서 관찰되었다²⁸⁾. Clark's nucleus도 고유감각을 요부 팽만부를 통하여 상위 신경계로 전달하는 중요한 신경집단이다²⁹⁾. 이와 같이 척수 내에서도 고유감각을 전달하는 신경체계가 다수 존재하며, 이들 중 척추시상으로 세포들은 통증을 매개할 뿐만 아니라 고유감각의 전달에도 관여하므로 외상 등의 통증이 있을 경우에 감각되어 환지감각의 중요한 형태발현원이 될 가능성은 있다.

외상은 척수내에서 가소적 변화를 일으킬 수 있고^{16,17)}, 마취전 처치제는 GABA system, epinephrine은 alpha₂-adrenergic system 등에 영향을 줄 수 있으며,

마취제는 각기 물리화학적 특성이 다르고 척수내, 뇌척수액내의 분포, 흡수등이 다르므로 환지감각이 척수를 포함한 중추신경계에서 조절될 경우 환지감각의 발현에 영향을 미칠 가능성은 충분히 있다. 본 실험을 통하여 마취전 처치제에 의한 GABA system에 대한 작용이나, epinephrine 첨가제에 의한 α_2 -adrenergic system에 대한 작용은 환지감각의 발현에 영향을 미치지 못함을 알 수 있었고, 외상력과 환지감각의 발현이 관련있는 것으로 보아 외상에 의한 중추신경계내의 가소성의 변화가 중요함을 짐작할 수 있게한다. 척수시상으로 세포, 그리고 시상세포의 일부는 고유감각과 통증 입력을 같이 받으므로 통증의 입력에 의한 이들 세포의 감각은 고유감각의 처리의 이상을 가져오게되어 이것이 환지감각이나 환지통을 일으킬 수 있는 중추신경계의 형태발현의 근거가 될 가능성은 있다.

이상의 연구에서 환지 감각은 척추마취중의 자세와 관련 없이도 경험될 수 있으며, 외상이 있을시 더 빈도가 높음을 확인하였다. 이는 Melzack이 주장한대로 중추신경계에 존재하던 현상이 척추마취에 의해 노출되어 환지감각으로 느껴짐을 강력히 시사한다. 이러한 형태발현기전이 척수를 포함한 어느부위에서 일어나는가의 여부는 앞으로 연구되어야 할 재미있는 과제중 하나일 것이다.

참 고 문 헌

1. Prevoznik SJ, Eckenhoff JE: Phantom sensation during spinal anesthesia. *Anesthesiology* 1964; 25(6): 767-70.
2. Melzack R, Bromage PR: Experimental phantom limbs. *Exp Neurol* 1973; 39: 261-9.
3. Bors E. Phantom limbs of patients with spinal cord injury. *Arch Neurol Psychiat* 1951; 66: 610-31.
4. Henderson WR, Smyth GE: Phantom limbs. *J Neurol Neurosurg Ps* 1948; 88: 112.
5. Sunderland S: "Nerve and nerve injuries." Livingstone, Edinburgh 1968; 453-457, 486-500.
6. Wallgren GR: Phantom experience at spinal anesthesia. *Ann Chir Gynaecol Fe* 1954; 43(Suppl. 40): 486-500.
7. Wall PD, Melzack R: Textbook of pain. 3rd Ed. Edinburgh, Churchill Livingstone. 1994; pp659-661.
8. Bromage PR, Melzack R: Phantom limbs and the body schema. *Can Anaesth Soc J* 1974; 21(3): 267-74.
9. 김영현, 김정호, 김지수, 강훈수, 박태인: 사지절단 수술 시 신경초 차단에 의한 수술 후 지속적인 통증처리. *대한마취과학회지* 1993; 26(5): 966-70.
10. 김동은, 이은용, 유만규: 외상성 사지 절단 후 환상지 현상에 대한 임상적 분석. *대한정형외과학회지* 1979; 14: 225-64.
11. 최일훈, 안근택, 김종오, 김택선, 심재익: 사지절단 장애자의 환상지 및 환상지통에 대한 임상적 분석. *대한정형외과학회지* 1991; 26: 1250-8.
12. Khurana S, Singh CV, Chhabra B, Kamra GL: Phantom limb sensation under subarachnoid and epidural analgesia-a comparative clinical study of two hundred cases. *Can Anaesth Soc J* 1979; 26(2): 114-6.
13. Melzack R: Phantom limb pain. *Anesthesiology* 1971; 35: 409-19.
14. Melzack R, Loeser JD: Phantom body pain in paraplegics: Evidence for a central "pattern generating mechanism" for pain. *Pain* 1978; 4: 195-210.
15. Tessler MJ, Kleiman SJ: Spinal anaesthesia for patients with previous lower limb amputations. *Anaesthesia* 1994; 49: 439-41.
16. Mackenzie N: Phantom limb pain during spinal anesthesia. Recurrence in amputees. *Anaesthesia* 1983; 38: 886-7.
17. Murphy JP, Anandaciva S: Phantom limb pain and spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 1984; 39: 188.
18. Roberts JG: Return of the phantom. *Anaesthesia and Intensive care* 1993; 21(1): 123.
19. Woolfe CJ, Wall PD: The brief and the prolonged facilitatory effects of unmyelinated afferent input on the rat spinal cord are independently influenced by peripheral nerve injury. *Neuroscience* 1986; 17: 1199-206.
20. Woolfe CJ: Evidence for a central component of post injury pain hypersensitivity. *Nature* 1983; 306: 686-8.
21. Wall PD: The prevention of postoperative pain. *Pain* 1988; 33: 289-90.
22. McQuay HJ, Carroll D, Moore RA: Postoperative orthopedic pain-the effect of opiate premedication and local anesthetic block. *Pain* 1988; 33: 291-5.
23. Tverskoy M, Cozacov C, Ayache M: Postoperative pain after inguinal herniorrhaphy with different types of anesthesia. *Anesth Analg* 1990; 70: 29-35.
24. Bach S, Noreng MF, Tjelliden NU: Phantom limb pain in amputees during the first 12 months following limb amputation after peroperative lumbar epidural blockade. *Pain* 1988; 33: 297-301.
25. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM: Principles of Neural Science. 3rd Ed. New York, Elsevier. 1991;

- pp360-362.
 26. Milne RJ, Foreman RD, Willis WD: Responses of primate spinothalamic neurons located in the sacral intermediomedial gray(Stilling's nucleus. to proprioceptive input from the tail. Brain Res 1982; 234: 227-36.
 27. Willis WD, Trevino DL, Coulter JD and Maunz RA. 1974, Responses of primate spinothalamic tract neurons to natural stimulation of hindlimb. J Neurophysiol 1974; 37: 358-72.
 28. Applebaum AE, Beall JE, Foreman RD, Willis WD: Organization and receptive fields of primate spinothalamic tract neurons. J Neurophysiol 1975; 38: 572-86.
 29. Willis WD, Coggeshall RE: Sensory mechanisms of the spinal cord. 2nd Ed. New York, Plenum press. 1991; pp334-336.
-