

## 자발성 두개내 저압 환자의 방사성 동위원소 뇌조조영술 소견

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 핵의학과, 진단방사선과,<sup>1</sup> 신경과<sup>2</sup>

정동진<sup>1</sup> · 김재승 · 류진숙 · 신중우 · 임주혁<sup>2</sup> · 이명종<sup>2</sup> · 정선주<sup>2</sup> · 문대혁 · 이희경

### Radionuclide Cisternographic Findings in Patients with Spontaneous Intracranial Hypotension

Dong Jin Jung, M.D.,<sup>1</sup> Jae Seung Kim, M.D., Jin Sook Ryu, M.D., Jung Woo Shin, M.D., Joo Hyuk Im, M.D.,<sup>2</sup> Myoung Chong Lee, M.D.,<sup>2</sup> Sun Joo Jung, M.D.,<sup>2</sup> Dae Hyuk Moon, M.D. and Hee Kyung Lee, M.D.

Departments of Nuclear Medicine, Diagnostic Radiology<sup>1</sup> and Neurology,<sup>2</sup> Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

#### Abstract

**Purpose:** Radionuclide cisternography may be helpful in understanding pathophysiology of postural headache and low CSF pressure in patients with spontaneous intracranial hypotension. The purpose of this study was to characterize radionuclide cisternographic findings of spontaneous intracranial hypotension. **Materials and Methods:** The study population consists of 15 patients with spontaneous intracranial hypotension. Diagnosis was based on their clinical symptoms and results of lumbar puncture. All patients underwent radionuclide cisternography following injection of 111 to 222 MBq of Tc-99m DTPA into the lumbar subarachnoid space. Sequential images were obtained between 1/2 hour and 24 hour after the injection of Tc-99m DTPA. Radioactivity of the bladder, soft tissue uptake, migration of radionuclide in the subarachnoid space, and extradural leakage of radionuclide were evaluated according to the scan time. **Results:** Radionuclide cisternogram showed delayed migration of radionuclide into the cerebral convexity (14/15), increased soft tissue uptake (11/15), and early visualization of bladder activity at 30min (6/10) and 2hr (13/13). Cisternography also demonstrated leakage site of CSF in 4 cases and 2 of these were depicted at 30min. Epidural blood patch was done in 11 patients and headache was improved in all cases. **Conclusion:** The characteristic findings of spontaneous intracranial hypotension were delayed migration of radionuclide and early visualization of the soft tissue and bladder activity. These scintigraphic findings suggest that CSF leakage rather than increased CSF absorption or decreased production may be the main pathophysiology of spontaneous intracranial hypotension. Early and multiple imaging including the bladder and soft tissue is required to observe the entire dynamics of radionuclide migration. (Korean J Nucl Med 1998;32:6:482-9)

**Key Words:** Tc-99m DTPA, Radionuclide Cisternography, Spontaneous Intracranial Hypotension

Received Nov. 4, 1998; Revision accepted Dec. 12, 1998

Corresponding Author: Jae Seung Kim, M.D., Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 388-1 Poongnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea  
Tel: 82-2-224-4594, Fax: 82-2-224-4588, E-mail: jaeskim@www.amc.seoul.kr

## 서 론

저뇌척수압에 의한 두통은 환자가 서면 악화되고 누우면 완화되는 특징적인 체위성 두통을 보이고 진단적 요추천자, 척수강조영술, 또는 척추마취 등을 위한 경막천자 후에 흔히 발생할 수 있다. 자발성 혹은 원발성 두개 내 저압은 이러한 선행원인이 없이 체위성 두통을 보이는 경우로 Schaltenbrand가 1938년 처음 발표하였으며<sup>1,2)</sup> 그 후로 여러 증례보고가 있었다.<sup>3-6)</sup>

자발성 두개 내 저압의 발생기전으로 Schaltenbrand는 뇌척수액의 누출, 뇌척수액의 생성저하, 뇌척수액의 흡수증가 등 세 가지의 가설을 주장하였고,<sup>2)</sup> 그 후 척추경막루(meningeal fistula)에 의한 뇌척수액의 누출 등이 원인으로 보고된 바 있다.<sup>5)</sup>

자발성 두개 내 저압은 주로 특징적인 임상소견과 요추천자에 의한 뇌척수액 압력측정으로 진단된다. 뇌척수압이 60 mmH<sub>2</sub>O 이하이고 전에 외상이나 요추천자의 과거력이 없는 경우에 진단할 수 있으며,<sup>7)</sup> 뇌척수액 검사소견은 대부분 정상이나 적혈구, 백혈구 또는 단백질 함량의 경미한 증가 그리고 황

색변조증이 있을 수 있다.

방사성 동위원소 뇌조영술은 뇌척수액의 흐름을 볼 수 있는 방법이므로 자발성 두개 내 저압의 발생기전을 이해하는데 도움이 될 것으로 기대되나, 최근 방광 내 방사성 추적자의 조기출현과 뇌척수액의 누출 등이 자발성 두개 내 저압 환자의 중요한 방사성 동위원소 뇌조영술의 소견이라는 소수의 증례보고가 있을 뿐,<sup>8,9)</sup> 많은 환자를 대상으로 한 뇌조영술 소견을 분석한 보고는 아직 없었다.

저자들은 이 연구를 통하여 자발성 두개 내 저압 환자의 특징적인 방사성 동위원소 뇌조영술 소견을 분석하고, 이를 통하여 자발성 두개 내 저압의 발생기전을 이해하며, 또한 특징적인 소견을 잘 관찰하기 위한 방사성 동위원소 뇌조영술 영상획득의 기술적인 측면도 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상 환자

1995년 4월부터 1998년 8월까지 자발성 두개 내 저압으로 진단된 21명 중 증상이 미약하거나 침상안정 후 저절로 증상이 사라진 5명과 요추천자를 실패

Table 1. Clinical and Cerebrospinal Fluid Findings in Patients with Spontaneous Intracranial Hypotension

Case	Sex/Age	Symptom	Onset	CSF Pressure (mmH <sub>2</sub> O)	CSF study (RBC-WBC-Protein)*
1	M/29	Postural headache	Sudden	<3	9000-2-62
2	F/53	Postural headache	Insidious	6	8-2-97
3	M/35	Postural headache	Sudden	4	470-42-111
4	M/37	Postural headache	Sudden	20	1-3-48
5	M/41	Postural headache	Sudden	10	70-130-99
6	M/45	Postural headache	Sudden	7	52-3-217
7	F/44	Postural headache	Sudden	<3	3-4-42
8	F/28	Postural headache	Sudden	<3	60-4-49
9	F/53	Postural headache	Sudden	<3	31750-18-566
10	M/46	Postural headache	Sudden	<3	73-4-87
11	M/43	Postural headache	Sudden	<3	730-161-115
12	M/27	Postural headache	Insidious	<3	240-30-15
13	F/39	Postural headache	Sudden	<3	6-15-190
14	F/25	Postural headache	Sudden	<3	2-50-56
15	F/43	Postural headache	Sudden	<3	Sampling failure

\*, RBC (cells/mm<sup>3</sup>), WBC (cells/mm<sup>3</sup>), Protein (mg/dL).

한 1명을 제외한 15명을 대상으로 하였다.

남자는 8명, 여자는 7 명이었으며 연령분포는 25에서 53세까지였고 평균연령은 38세였다. 모두 특징적인 체위성 두통을 호소하였고 이 중 13명에서 두통이 갑자기 생겼다. 심한 외상이나 경수막 천자의 과거력은 없었으나 대부분 환자가 일상적인 운동 중 가벼운 부상을 입은 후 증상이 악화된 경력은 있었다(Table 1). 15명 모두 경수막 천자를 시행하여 뇌척수압과 뇌척수액 검사를 하였고 방사성 동위원소 뇌조조영술과 뇌 MRI를 모두 시행하였다.

**2. 방사성 동위원소 뇌조조영술**

방사성 동위원소 뇌조조영술은 Tc-99m DTPA 111-222 MBq을 요추 천자를 통해 지주막하강에 투여 후 저에너지 범용조준기가 장착된 단일헤드 감마카메라(Diacam, Siemens, Germany)로 30분에서 2시간 사이에 방광을 포함한 요추부와 경흉추부의 전면상과 측면상을 얻었고, 4, 6, 24시간에 두부와 경흉추부의 전면상과 측면상을 얻었다. 30분 방광영상은 10명에서 시행하였고 초기 2시간까지의 방광과 요추의 영상은 13명에서 얻었다. 모든 영상은 환자가 검사테이블에 누운 상태에서 촬영하였다.

30분과 2시간 사이의 영상에서 지주막하강으로 요추천자가 올바르게 시행되었는지 여부와 연조직 섭취정도 및 신장배설을 통한 방광 내 방사성 추적자의 출현 유무를 관찰하였다. 그리고 4시간과 6시간 영상에서 척수강내 방사성 추적자의 이동속도를, 24시간 영상에서는 대뇌궁융부(cerebral hemisphere)로의 방사성 추적자의 이동지연 여부 등을 관찰하였다. 2시간 이내의 영상에서 연조직 섭취와 방광 내 방사성 추적자가 보일 경우에 비정상적인 조기 방사성 출현으로 보았고, 방사성 추적자의 이동은 4시간과 6시간 영상에서 뇌저조가 안보이거나 24시간 영상에서 대뇌궁융부에 방사성 추적자의 미만성 섭취가 안 보일 경우 지연된 것으로 보았다.

척수액의 누출여부는 모든 영상에서 관찰하였고, 국소적으로 척추경막강 주위에 방사선 섭취가 증가된 부분을 뇌척수액의 누출부위로 판독하였다.

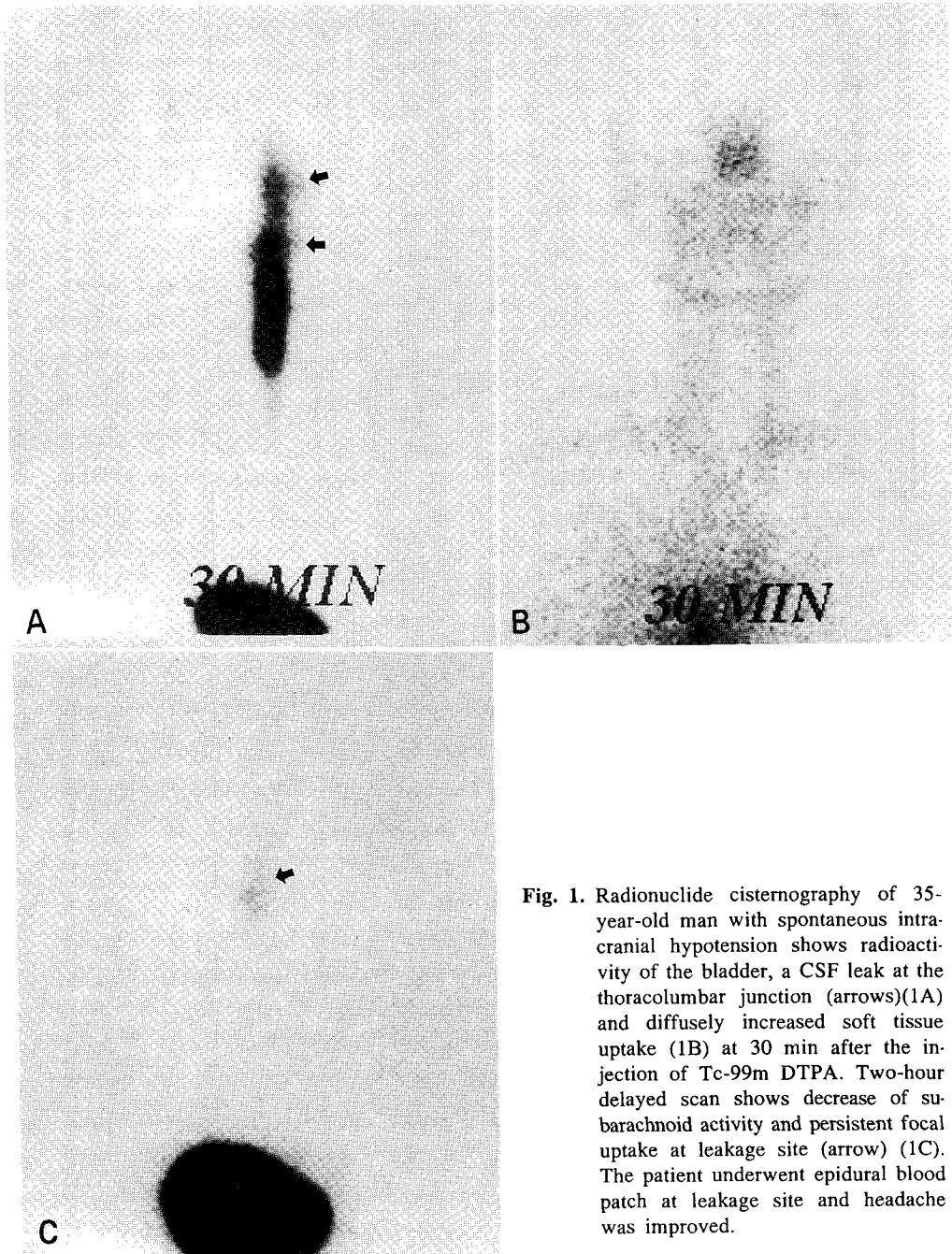
**결 과**

요추천자 결과 뇌척수압이 측정 가능한 범위인 3 mmH<sub>2</sub>O보다 낮았던 경우가 10예였고, 4에서 10 mm H<sub>2</sub>O이하, 1예에서 20 mmH<sub>2</sub>O로 측정되었다

**Table 2. Findings of Radionuclide Cisternography in Patients with Spontaneous Intracranial Hypotension**

Case	30 min bladder*	2hr bladder	Soft tissue uptake	Delayed migration	Site of CSF Leakage
1	+	+	+	+	Cervicothoracic junction
2	-	+	+	+	-
3	+	+	+	+	Thoracolumbar junction
4	-	+	-	+	Upper cervical
5	+	+	-	+	-
6	+	+	+	+	-
7	NP	+	-	+	-
8	NP	+	+	+	-
9	+	+	+	+	-
10	NP	NP	+	+	-
11	NP	NP	+	+	-
12	NP	+	+	+	-
13	-	+	+	+	-
14	+	+	+	+	Lumbar
15	-	+	-	-	-

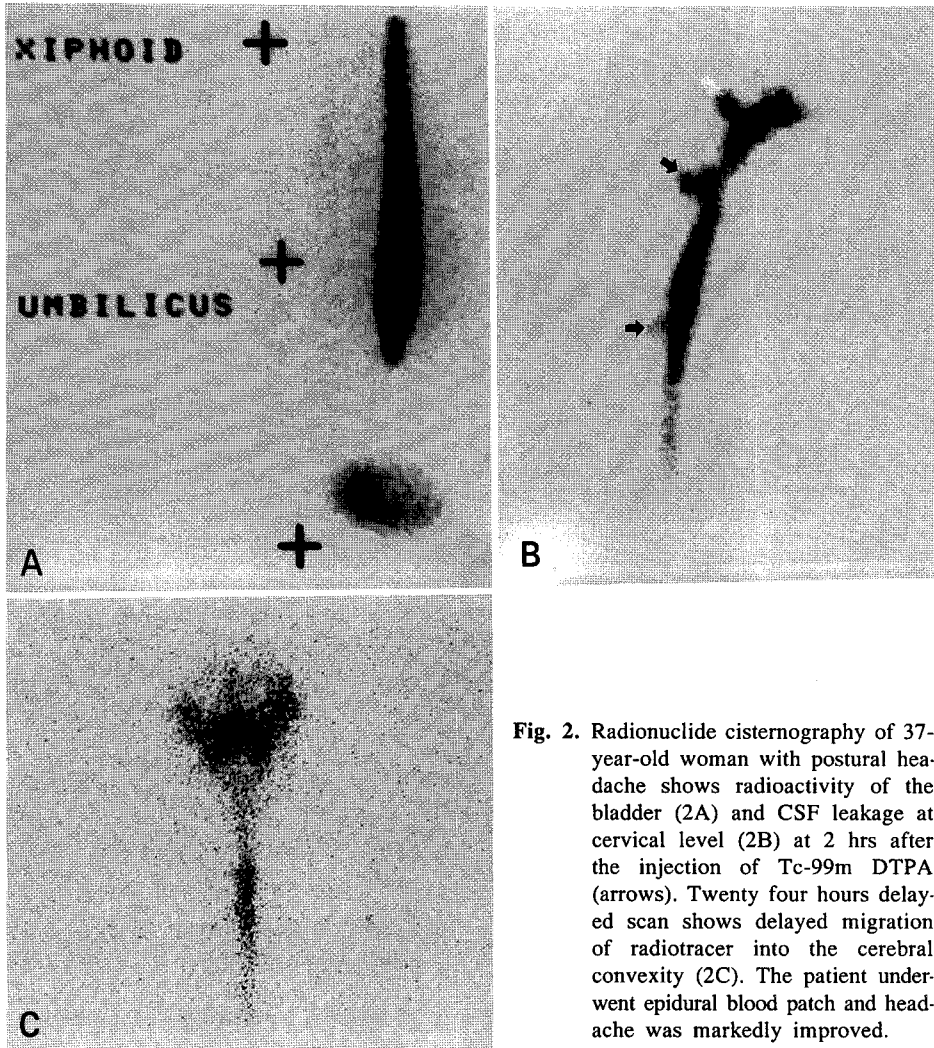
NP, not performed; \*, Bladder activity at 30 min image.



**Fig. 1.** Radionuclide cisternography of 35-year-old man with spontaneous intracranial hypotension shows radioactivity of the bladder, a CSF leak at the thoracolumbar junction (arrows)(1A) and diffusely increased soft tissue uptake (1B) at 30 min after the injection of Tc-99m DTPA. Two-hour delayed scan shows decrease of subarachnoid activity and persistent focal uptake at leakage site (arrow) (1C). The patient underwent epidural blood patch at leakage site and headache was improved.

방사성 동위원소 뇌조영술을 시행하여 30분에 방광을 포함한 영상을 얻었던 10예 중 6예에서 방광 내 방사능이 출현하였고(Fig. 1), 30분에서 2시간 사이에 방광부위의 영상을 얻었던 13예 모두에서 방광 내 방사능이 나타났다(Fig. 2, 3). 24시간 영상에서

는 대뇌 궁융부로의 방사성 추적자의 이동지연이 15예 중 14예에서 관찰되었고(Fig. 2, 3), 2시간 이내에 연조직의 방사능 섭취가 미만성으로 증가된 소견을 11예에서 관찰할 수 있었다(Fig. 1). 척수경막강 외로의 뇌척수액 누출은 15예 중 4예에서 30분(2



**Fig. 2.** Radionuclide cisternography of 37-year-old woman with postural headache shows radioactivity of the bladder (2A) and CSF leakage at cervical level (2B) at 2 hrs after the injection of Tc-99m DTPA (arrows). Twenty four hours delayed scan shows delayed migration of radiotracer into the cerebral convexity (2C). The patient underwent epidural blood patch and headache was markedly improved.

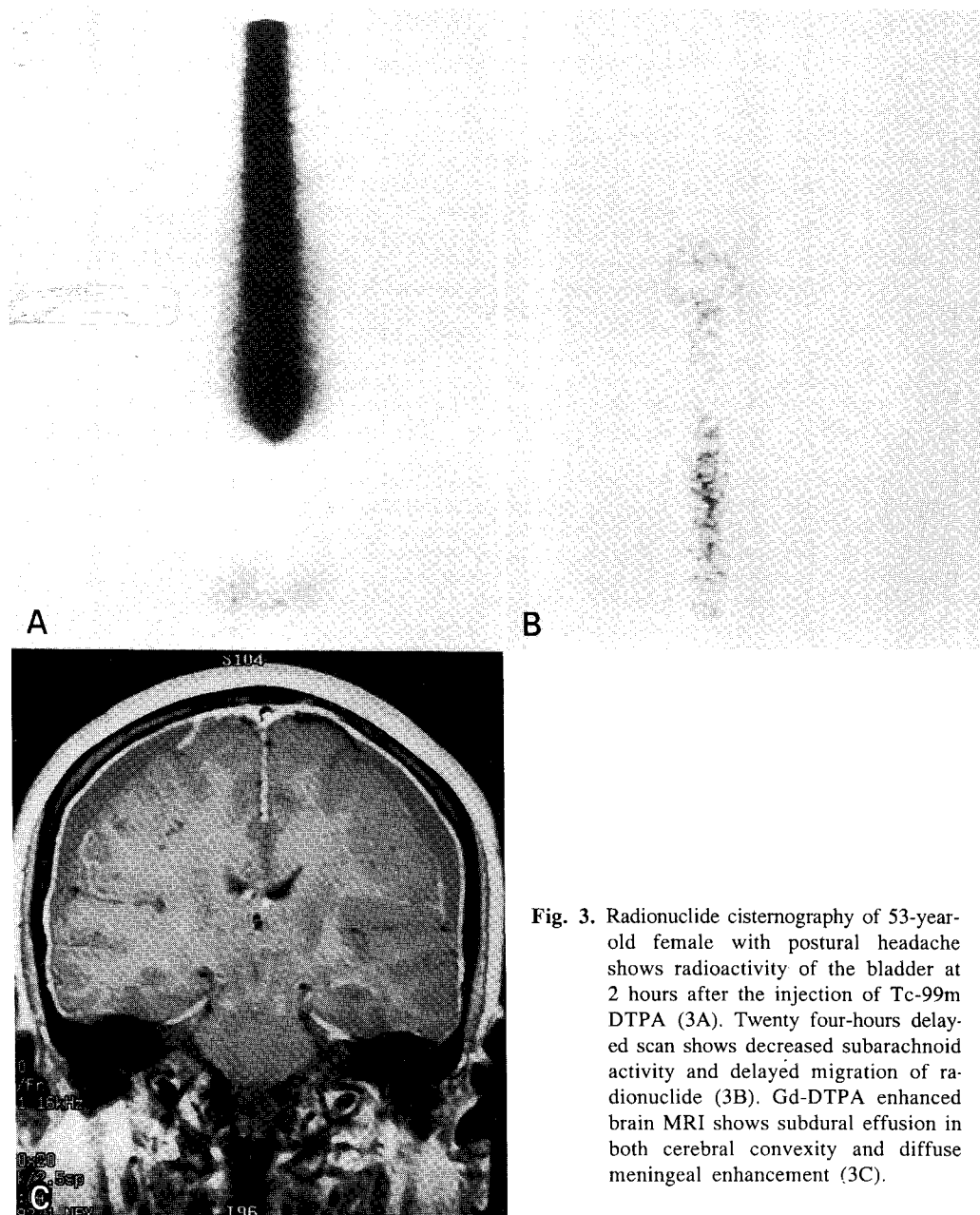
예), 2시간(1예), 및 6시간(1예) 영상에서 발견할 수 있었는데, 누출 부위는 요추부위와 흉요추부위, 경흉추부위, 및 상부 경추부위로 나타났다(Fig. 1, 2).

뇌 MRI는 15예 모두에서 광범위한 두개강 내 수막 조영 증강 소견을 보였고, 1예에서 뇌경막하 삼출과 뇌전위 소견을 보였으나(Fig. 3) 뇌척수액의 누출여부는 알 수 없었다.

치료로서 경막 외 혈액접포를 시행한 경우는 15예 중 11예였으며 모두 치료 직후 임상증상이 호전되었고, 나머지 4예에서는 자발적으로 증상이 완화되어 경막 외 혈액접포를 시행하지 않았다.

## 고 찰

자발성 두개 내 저압의 기전으로 Schaltenbrand는 세가지 가설을 주장한 바 있다.<sup>1,2)</sup> 첫번째가 가장 중요하게 생각되는 가설로 뇌척수액의 누출인데, 경막에서 작은 구멍을 통해 뇌척수액이 새어 나오고 척추 경막의 정맥총(epidural venous plexus)을 통해 전신순환으로 흡수된다. 특히 신경근 부위에 해부학적 이상으로 생긴 경막과 지주막의 약한 부위나 유포피 낭종은 외상으로 쉽게 손상 받기 때문에 이곳을 통해 뇌척수액의 누출이 생길 수 있다. 둘째 기전



**Fig. 3.** Radionuclide cisternography of 53-year-old female with postural headache shows radioactivity of the bladder at 2 hours after the injection of Tc-99m DTPA (3A). Twenty four-hours delayed scan shows decreased subarachnoid activity and delayed migration of radionuclide (3B). Gd-DTPA enhanced brain MRI shows subdural effusion in both cerebral convexity and diffuse meningeal enhancement (3C).

은 맥락막층의 뇌척수액의 생산이 저하되는 경우이며 세째로 지주막과립(arachnoid granulation)에서 과다 흡수되어 생길 수 있다.

자발성 두개 내 저압의 원인이 뇌척수액 생성 감소이거나 지주막 과립에서의 흡수 과다일 경우 방사성 동위원소 뇌조영술에서 단지 뇌저조 및 대뇌궁융부로 방사성 추적자의 이동이 각각 지연되거나 혹

은 빨라질 것으로 생각되나 본 연구에서 이러한 예들은 없었다.

Moayeri 등<sup>6)</sup>과 Benamor 등<sup>8)</sup>은 자발성 두개 내 저압 환자에서 방광 내 방사성 추적자의 조기출현과 대뇌궁융부로의 이동지연이 뇌척수액 누출의 간접적인 소견이라 보고한 바 있는데, 자발성 두개 내 저압의 원인이 누출에 의한 경우는 지주막하에서 방사

성 추적자가 빨리 없어지고, 경막 외 정맥총을 통해 전신순환으로 들어가기 때문에 연조직의 섭취가 빨리 증가하고 신장을 통한 방광으로의 배설이 조기에 일어나며,<sup>8,12)</sup> 결과적으로 24시간 지연영상에서 대뇌중용부로의 방사능 이동이 지연된다.

본 연구에서 뇌척수액의 누출부위를 직접 확인할 수 있었던 경우는 비록 4예 뿐이었으나, 경막 외 혈액검포를 시행한 11예 모두에서 치료 직후 증상이 극적으로 호전되었고, 뇌척수액의 흡수는 뇌척수압에 비례하여 증가되므로<sup>13)</sup> 뇌척수압이 낮은 상태에서 2시간 이내의 조기영상에서 방광 내 방사능이나 연조직의 섭취증가가 관찰된 것은 본 연구 증례들에서 두개 내 저압의 발생기전이 뇌척수액의 누출 때문이라고 유추할 수 있는 소견들로 생각된다. 하지만, 본 연구가 전향적으로 이루어진 것은 아니므로 방사성 동위원소 뇌조조영술의 소견으로 두개 내 저압의 발생기전이 뇌척수액의 누출이라는 결론을 내리기 위하여는 주사 직후부터 방광과 주사 부위의 영상을 보다 자주 촬영하고, SPECT를 추가하는 등, 뇌척수액의 누출을 증명하기 위한 영상 획득방법의 개선과 더 많은 예에서의 연구를 필요로 할 것이다.

자발성 두개 내 저압 환자에서 생기는 특징적인 체위성 두통은 그 원인이 명확하게 밝혀져 있지 않으나 가설로서 저뇌척수압 자체보다는 환자가 기립할 때 뇌가 밑으로 밀리면서 삼차신경, 설인신경, 미주신경과 기타 통증감수성 구조물을 눌러서 발생될 수 있고, 또는 뇌척수압의 감소가 수막 혈관의 보상적 확장을 유발하여 발생될 수 있다고 알려져 있다.<sup>10)</sup>

이러한 두통은 일반적으로 지속적이지 않고, 침상 안정만으로도 없어지므로 치료는 증상이 심하거나 지속적인 경우에 필요하며 최근에 가장 많이 사용되는 치료방법으로는 경막외강 혈액검포로 누출부위를 막거나 경막외강 식염수 주입으로 뇌척수압을 높이는 방법 등이 있다.<sup>11,12)</sup>

뇌척수액의 누출에 의해 두개 내 저압이 발생한 경우 척수경막강 주위에 뇌척수액의 누출에 의한 방사성 추적자의 집적은 주로 경흉추부위와 흉추부위에서 발견되는 것으로 알려져 있는데 누출부위를 확인하는 것이 경막 외 혈액검포를 효과적으로 시행하

는데 중요한 것으로 알려져 있다.<sup>8)</sup> 본 연구에서는 단지 4예에서만 뇌척수액의 누출을 확인할 수 있었는데 이 중 2예에서는 방광을 포함한 30분 요추 부위 영상에서 뇌척수액의 누출을 발견할 수 있었다. 본 연구에서처럼 뇌척수액의 누출이 자주 관찰되지 않은 원인은 아마도 모든 환자가 검사테이블에 누운 상태에서 영상을 얻은 점과 모든 예에서 30분 혹은 2시간에 요추 부위의 영상을 얻지 못했다는 점, 뇌척수액의 누출이 간헐적으로 발생할 수 있다는 점 및 아주 작은 뇌척수액의 누출은 영상 해상도의 한계 때문에 확인하기 어려울 수 있다는 점 등이라 생각된다.

자발성 두개 내 저압 환자의 진단에 있어서 발생할 수 있는 방사성 동위원소 뇌조조영 검사의 문제점은 지주막하 공간 외로 방사성 추적자를 주사한 경우에 누출에 의한 자발성 두개 내 저압과 같은 소견인 30분과 2시간 사이의 조기영상에서 방광 내 방사능과 연부 조직의 섭취증가를 보일 수 있다는 것이다. 따라서, 조기영상 판독시 방광 내 방사성 추적자의 출현유무와 함께 올바른 요추천자가 이루어졌는지를 확인하는 것이 필요하고 이의 감별이 어려운 경우에는 재검사를 시행하는 것이 필요하리라 생각된다. 본 연구에서는 잘못된 요추천자에 의해 보일 수 있는 소견, 즉 요추천자 부위에 방사성 추적자의 집적이 계속해서 보이거나 “christmas tree” 모양으로 보인 경우에는 재검사를 시행하여 지주막하 공간 외로 방사성 추적자를 잘못 주사한 경우를 배제하였다. 또한 정확한 요추천자 여부를 감별하기 어려웠던 경우에는 2회 이상의 뇌조조영검사를 시행하였는데, 재검사에서도 처음 검사와 마찬가지로 방광 내 방사성 추적자의 조기출현과 이동 지연 등의 소견을 보여 잘못된 요추천자보다는 자발성 두개 내 저압에 의한 소견으로 판단하였다.

결론적으로 자발성 두개 내 저압 환자에서 특징적인 방사성 동위원소 뇌조조영술의 소견은 대뇌중용부로의 이동지연과 연조직의 섭취증가 및 방사성 추적자의 방광 내 조기출현임을 알 수 있었다. 이러한 뇌조조영술 소견은 자발성 두개 내 저압의 주된 병태생리가 뇌척수액의 누출임을 시사한다고 생각된다. 따라서, 방사성 추적자의 역동학적 분석을 위

해 방광과 연조직을 포함한 30분 영상과 연속영상을 획득하는 등 검사방법을 개선함으로써 뇌척수액 누출의 진단율이 증가될 수 있을 뿐 아니라, 자발성 두개 내 저압의 진단과 발생원인의 규명에서 방사성 동위원소 뇌조영술의 유용성이 더욱 증대될 것으로 기대된다.

요 약

**목적:** 방사성 동위원소 뇌조영술은 자발성 두개 내 저압 환자의 체위성 두통과 저뇌척수압의 병태생리를 이해하는데 도움을 줄 수 있다. 저자들은 이 질환의 방사성 동위원소 뇌조영술의 특징적인 소견을 알아보고자 하였다. **대상 및 방법:** 자발성 두개 내 저압으로 진단되어 방사성 동위원소 뇌조영술을 시행한 15명을 대상으로 하였다. 뇌조영술은 Tc-99m DTPA 111-222 MBq를 요추천자를 통해 지주막하강에 투여한 후 감마카메라로 30분부터 2시간 이내에 방광을 포함한 요추부와 경흉추부의 전면상과 측면상을 얻었고, 4, 6, 24시간에 두부와 경흉추부의 전면상과 측면상을 얻었다. 방광 내 방사성 추적자의 조기 배설유무, 척수강 내 방사성의 이동속도, 연조직 섭취정도, 그리고 대뇌궁융부로의 이동 지연 등을 분석하였다. **결과:** 방사성 동위원소 뇌조영술 소견은 대뇌궁융부로의 방사성 추적자의 이동지연(14/15), 연조직의 섭취증가(11/15), 방광 내 방사성 추적자의 조기 출현(13/13) 등이 있었고 뇌척수액의 누출을 시사하는 척수경막강 주위의 방사성 추적자의 국소 집적도 4예에서 있었다. **결론:** 방사성 추적자의 이동 지연과 연조직의 섭취증가 및 방광 내 방사성 추적자의 조기 출현 등이 특징적으로 관찰되었고, 이러한 뇌조영술 소견은 자발성 두개 내 저압의 주된 병태생리가 뇌척수액의 누출임을 시사하는 것으로 판단되었으며, 방사성 추적자 이동의 역동적 측면을 잘 평가하기 위해서는 방광과 연조직을 포함한 30분 영상과 다발적인 연속영상을 획득하는 것이 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Schaltenbrand G. Neuere Anschauungen zur Pathophysiologie der Liquorzirkulation. *Zentralbl Neurochir* 1938;3:290-300.
- 2) Schaltenbrand G. Die akute Aliquorrhoe. *Qerh Dtsch Ges Inn Med* 1940;52:473-81.
- 3) Bell WE, Joynt RJ, Sahs AL. Low spinal fluid pressure syndromes. *Neurology* 1960;10:512-21.
- 4) Baker CC. Headache due to spontaneous low spinal fluid pressure. *Minn Med* 1983;66:325-8.
- 5) Rando TA, Fishman RA. Spontaneous intracranial hypotension: report of two cases and review of the literature. *Neurology* 1992;42:481-7.
- 6) Moayeri NN, Henson JW, Schaefer PW, Zervas NT. Spinal dural enhancement on magnetic resonance imaging associated with spontaneous intracranial hypotension: report of three cases and review of the literature. *J Neurosurg* 1998;88: 912-8.
- 7) Spielman FJ. Post-lumbar puncture headache. *Headache*. 1982;22:280-3.
- 8) Benamor M, Tainturier C. Radionuclide Cisternography in spontaneous intracranial hypotension. *Clin Nucl Med* 1998;23:150-1.
- 9) Marcelis J, Stephen D, Silberstein SD. Spontaneous low cerebrospinal pressure headache. *Headache* 1990;30:192-6.
- 10) Wolff HG. *Headaches and other head pain*. 2nd ed. New York: Oxford University Press;1963. p. 96-125.
- 11) Gaukroger PB, Brownridge P. Epidural blood patch in the treatment of spontaneous low CSF pressure headache. *Pain* 1987;29:119-22.
- 12) Gibson BE, Weber DJ, Faust RJ, Peterson RC. Continuous epidural saline infusion for the treatment of low CSF pressure headache. *Anesthesiology* 1988;68:789-91.
- 13) McComb JG. Recent research into the nature of the cerebrospinal fluid formation and absorption. *J Neurosurg* 1983;59:369-83.