

자발성 두개강내 저뇌압증 환자의 뇌척수액 누출부위 진단에 방사성동위원소 뇌조조영술의 유효성: 예비결과 보고

충남대학교 의과대학 핵의학교실, 신경과학교실¹
김성민 · 김재문¹

Effectiveness of Radionuclide Cisternography to Detect the Leakage Site of CSF in Spontaneous Intracranial Hypotension: Preliminary Report

Seong-Min Kim, M.D. Ph.D. and Jae-Moon Kim, M.D., Ph.D.¹

¹Departments of Nuclear Medicine & Neurology, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

Purpose: Although radionuclide cisternography (RNC) is an useful study to detect cerebrospinal fluid (CSF) leakage in the patient with spontaneous intracranial hypotension (SIH), it sometimes fails to demonstrate the site of CSF leakage. The aim of the study is to improve the detection of leakage site of CSF and to reduce time for the study in RNC using modified protocol (m-RNC). **Materials & methods :** The study consists of 8 studies of 7 patients (38±8 years, M:F=2:5) with SIH, who underwent m-RNC following administration of 185-222 MBq of ^{99m}Tc-DTPA into the lumbar subarachnoid space. Sequential images were obtained the whole spine with the head including urinary bladder at 10 minute, 30 minute, 1 hour, 2 hour, 4 hour and 6 hour. Radioactivity of extradural space and urinary bladder was evaluated. **Results:** Leakage site of CSF was identified in all 8 cases by m-RNC. Leakage site was cervicothoracic junction (CTJ, n=3), CTJ with C1-2 (n=2), CTJ with thoracic spine, thoracolumbar spine and lumbar spine (each n=1). All cases presented leakage sites within 1 hour and multiple sites, where CTJ was included in 6 cases. Only one case presented additional site in 6 hour image. Early radioactivity within the urinary bladder was noted in 6 cases, but that was following after identification of the leakage site. **Conclusion:** Radionuclide cisternography is sensitive to detect the leakage site of CSF and is expected to improve the detection of CSF leakage site and reduce time for the study using modified protocol. (Nucl Med Mol Imaging 2006;40(3):148-154)

Key Words: radionuclide cisternography, spontaneous intracranial hypotension, ^{99m}Tc-DTPA

서 론

자발성 또는 원발성 두개강내 저뇌압증(spontaneous intracranial hypotension; SIH)은 요추천자나 외상의 특별한 과거력이 없이 특징적인 체위성 두통과 60 mmCSF 이하의 낮은 뇌척수압을 보이는 질환으로 1938년 Schaltenbrand가 처음 보고하였다.¹⁾ 그 기전으로 맥락총(choroid plexus)에서 뇌척수액 생성 감소, 뇌척수액의 과흡수, 미세한 결손 부위

를 통한 뇌척수액의 누출 등이 원인으로 제시되었으나,¹⁻³⁾ 최근에는 뇌척수액의 누출이 주요한 원인일 것으로 생각하고 있다.

SIH의 발생 빈도는 그다지 높지 않으나 손쉽게 진단하기 곤란하며, 이로 인해 적절한 치료에 문제점을 유발한다.⁴⁻⁷⁾ SIH 환자에서 뇌척수액의 누출 부위를 찾는 것이 치료에 항상 필수적인 것은 아니지만, 요추부의 경막외강 주입술 등이 효과가 없을 경우 누출부위와 근접한 부위의 국소 주입이 필수적인 치료방법이며 이때 뇌척수액의 누출 부위를 찾는 것이 필요하다.

뇌척수액의 누출 부위를 찾기 위하여 방사성동위원소 뇌조조영술, CT 척수강조영술, spinal MRI 등을 시행하며, 이중 방사성동위원소 뇌조조영술은 가장 예민한 검사 방법으로 알려져 있다.^{6,8)} 방사성동위원소 뇌조조영술을 통해 뇌척

• Received: 2006. 4. 18. • Accepted: 2006. 5. 11.
• Address for reprints: Seong-Min Kim, M.D., Ph.D., Department of Nuclear Medicine, Chungnam National University Hospital, #640 Daesa-dong, Jung-gu, Daejeon 301-721, Korea
Tel: 82-42-220-7509, Fax: 82-42-221-0355
E-mail: sminee@cnuh.co.kr

Table 1. Clinical Characteristics of Patients with Spontaneous Intracranial Hypotension who Underwent Radionuclide Cisternography

No.	Sex/ Age	Symptoms	Symptom duration (days)	CSF pressure (mmCSF)	Antecedent event	Epidural patchy
1	M/40	Orthostatic headache Mental confusion	22	<3	no	yes
2	F/22	Orthostatic headache	6	20	stress	yes
3	F/40	Orthostatic headache	21	30	no	yes
4	M/39	Orthostatic headache	3	10	neck sprain	yes
5	F/46	Orthostatic headache Ocular pain	3	<60	no	no
6	F/43	Orthostatic headache	3	<20	no	yes
7	F/33	Orthostatic headache	2	<3	no	yes
8	F/43	Orthostatic headache	45	<3	recurred	yes

수액의 누출을 보고한 예들은 적지 않으나,^{6,8,9)} 이런 보고들 중 방광 방사능의 조기 출현, 뇌척수액의 이동 지연 등 뇌척수액의 누출을 간접적으로 시사하는 소견을 증명하는 경우는 상대적으로 많은 반면 뇌척수액의 누출 부위를 직접 증명한 경우는 그다지 많지 않다.^{2,7,10-14)} 이처럼 뇌척수액의 누출 부위를 직접적으로 증명한 경우가 많지 않은 이유에 대하여 검사 당시 환자의 체위, 카메라의 해상도, 뇌척수액 누출이 간헐적으로 발생할 수 있다는 점 등이 제시되었으며, 일부 연구자들은 영상 방법의 변화가 필요할 것이라는 의견을 제시하였다.^{11,15)}

이에 본 연구에서는 SIH 환자에서 방사성동위원소 뇌조조영술을 통해 뇌척수액의 누출을 직접 증명하지 못한 경우는 검사 방법에 문제가 있을 수 있다고 판단하였고, 영상 획득 방법과 검사 시간 등의 프로토콜을 변형한 방사성동위원소 뇌조조영술을 통해 뇌척수액의 누출 부위를 좀더 많은 경우에서 증명할 수 있는지 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

2005년 4월부터 2006년 3월까지 SIH로 진단되어 방사성동위원소 뇌조조영술을 시행한 7명의 환자, 10예의 검사 중 증상 소실 후 추적검사로 실시한 2예를 제외한 8예를 대상으로 하였다.(Table 1) 여자는 5명이었고, 연령은 38±8세(22-46세)였다. 방사성동위원소 뇌조조영술을 2회 시행한 1명의 경우 자발성 두개강내 저뇌압증으로 치료 후 증상의 소실이 있었다가 약 1.5개월 후 증상 재발로 인해 다시 방사성동위원소 뇌조조영술을 시행하였다. 모든 환자는 특징적인

체위성 두통을 호소하였으며, 이 중 1명에서 의식 저하가 있었다. 경미한 경추염좌의 경력이 있었던 1명을 제외하고 모두 예에서 뚜렷한 원인 없이 증상이 발생하였다. 모든 예에서 경수막 천자를 통한 뇌척수액 검사 및 뇌척수압 측정을 하였고, 방사성동위원소 뇌조조영술과 뇌 MRI를 시행하였다.

2. 방사성동위원소 뇌조조영술

방사성동위원소 뇌조조영술은 모든 환자에서 요추 천자를 통해 ^{99m}Tc-DTPA 185-222 MBq을 지주막하강에 투여하고, 정해진 영상획득 방법과 검사 부위 그리고 검사 시간에 따라 영상을 획득하였다. 감마카메라 테이블에서 요추 천자를 통해 요추의 지주막하강에 ^{99m}Tc-DTPA를 투여하고, 먼저 방광을 포함하는 요추 천자를 시행한 요추부 부위에 전후면 및 양측면 영상을 얻어 ^{99m}Tc-DTPA의 지주막하강 투여가 적절한지 확인하였다. 영상은 저에너지 고해상도 조준기가 장착된 이중헤드 감마카메라(Maxxus, GE Medicals, USA)를 이용하여 얻었으며, 영상을 얻기 전 환자는 침대에서 감마카메라 테이블로 이동한 후 약 3분 정도 앉은 자세를 취하였고, 일부에서는 이동 중 두통을 호소하여 앉은 자세를 취하지 않았다. ^{99m}Tc-DTPA의 투여가 적절한 경우 영상 프로토콜에 따라 ^{99m}Tc-DTPA 투여 후 10분, 30분, 1시간, 2시간, 4시간 그리고 6시간에 방광을 포함하는 요추부 부위부터 두부까지 10만-20만 계수(약 3-5분 소요)의 전후면 및 양측 측면상을 각각 얻었다. 1명에서는 4시간째까지의 영상에서 뇌척수액 누출부위를 확인한 후 즉시 경막외강 혈액 침포를 시행하여 6시간 영상을 얻지 못했다.

얻어진 각각의 영상에서 뇌척수액 누출과 조기 방광 방사

Table 2. Findings of Radionuclide Cisternography According to Imaging Time in Patients with Spontaneous Intracranial Hypotension (-: not visible, +: weak uptake, ++: moderate uptake, +++: significant uptake)

No.	Urinary bladder*	Leakage site†	10 min	30 min	1 hr	2 hr	4 hr	6 hr
1	30 min	T & L, right	-	+	+	++	+	+
		T & L, left	-	-	-	+	-	-
		CTJ, both	-	-	+	+	-	-
2	30 min	L, multiple	-	+	+	++	+	NP†
3	2 hr	CTJ, both	-	+	+	+	+	+
4	4 hr	CTJ, right	-	-	+	+	-	+
		CTJ, left	-	-	-	+	-	+
5	2 hr	T & L, multiple	-	+	-	-	-	++
6	2 hr	CTJ, both	++	+++	+++	+++	++	++
7	4 hr	C1 2, right	-	++	-	+	-	-
		CTJ, both	-	+	-	+	-	-
8	2 hr	C1 2, right	-	+	+++	+	-	+
		CTJ, both	++	++	+	+	+	-

*Visualization of radioactivity within the urinary bladder

†CTJ : cervicothoracic junction, T & L : thoracic & lumbar spines, L : lumbar spine, C : cervical spine,

*NP : not performed

능 출현이 관찰되는지 여부를 확인하였다. 영상 판독은 1인의 핵의학 전문의가 시행하였으며, 영상 시간에 상관없이 뇌척수 주변 부위에 비정상 뇌척수액 방사능이 출현한 경우와 뇌척수액 누출의 간접 증거인 2시간 이내에 방광 방사능의 조기 출현이 관찰되는 경우에 뇌척수액의 누출로 판단하였다.

결 과

모든 환자들은 방사성동위원소 뇌조영술 검사전부터 침상 안정 및 수액 공급 등의 보존적 치료를 시행하였다. 요추 천자 결과 뇌척수압은 모든 예에서 SIH의 진단 기준인 60 mmCSF 보다 낮았으며, 이 중 3예에서는 측정 불가(<3 mmCSF), 4예에서는 10-30 mmCSF, 나머지 1예에서는 <60 mmCSF로 측정되었다.(Table 1)

뇌 MRI는 8예 중 5예에서 두개강내 수막 조영 소견을 보였고, 그 중 2예에서는 경막하 혈종 또는 삼출액과 경막하 수혈액낭종의 소견을 보였다. 그러나 모든 예에서 뇌척수액 유출 여부나 해부학적 구조 이상은 알 수 없었다.

방사성동위원소 뇌조영술 결과 8예 모두에서 뇌척수액 유출이 있음을 진단하였으며, 모든 예에서 뇌척수액의 유출 부위를 확인할 수 있었다.(Table 2) 뇌척수액의 유출부위는 경흉추 경계부(cervico-thoracic junction)에서 3예와 경흉추 경계부와 C1-2에서 2예 였으며, 경흉추 경계부와 흉요추부,

흉요추부 경계부를 포함하는 흉요추부 여러 곳 그리고 요추 부가 각각 1예씩 이었다. 뇌척수액 유출의 빈도가 가장 높고 알려진 경흉추 경계부를 포함하는 경우가 8예 중 6예였으며, 모든 예에서 두 곳 이상의 부위에서 누출이 있었다.

뇌척수액의 유출부위가 관찰되는 영상의 시간대 별로 보면 10분 영상에서 2예, 30분 영상에서 7예, 1시간 영상에서 6예, 2시간 영상에서 7예, 4시간 영상에서 5예 그리고 6시간 영상에서 6예에서 뇌척수액의 유출부위를 관찰할 수 있다. 모든 예에서 시간에 따라 누출 부위별로 누출 정도가 변하였을 뿐만 아니라 누출의 소실 또는 신규 출현이 관찰되었다. 1시간까지 얻은 영상들 만으로 모든 예에서 뇌척수액의 유출 부위를 확인할 수 있었으며, 여기에 2시간 영상을 포함하면 7예에서 뇌척수액의 유출 부위를 뚜렷하게 확인할 수 있었다. 그러나 1예(case 5)에서만 4시간 이후의 지연 영상에서 뇌척수액 유출부위가 추가로 관찰되었다.

뇌척수액 유출의 간접 증거인 방광방사능의 조기출현(2시간 이내)은 모두 6예에서 관찰되었으며, 출현 시간은 30분 영상에서 2예, 그리고 2시간 영상에서 4예였다. 그러나 조기 방광방사능이 뇌척수액 유출부위 출현보다 먼저 관찰된 경우는 없었으며, 모두 뇌척수액 유출부위가 먼저 관찰되었다.

환자들 중 1예(case 5)만이 경막외강 혈액 첩포 없이 증상의 호전을 보였으며, 나머지 7예에서는 경막외강 혈액 첩포를 실시한 후 모두 임상적으로 증상 소실을 보였다. 경막외강 혈액 첩포를 시행한 7예 중 1예(case 8)에서는 치료 3일

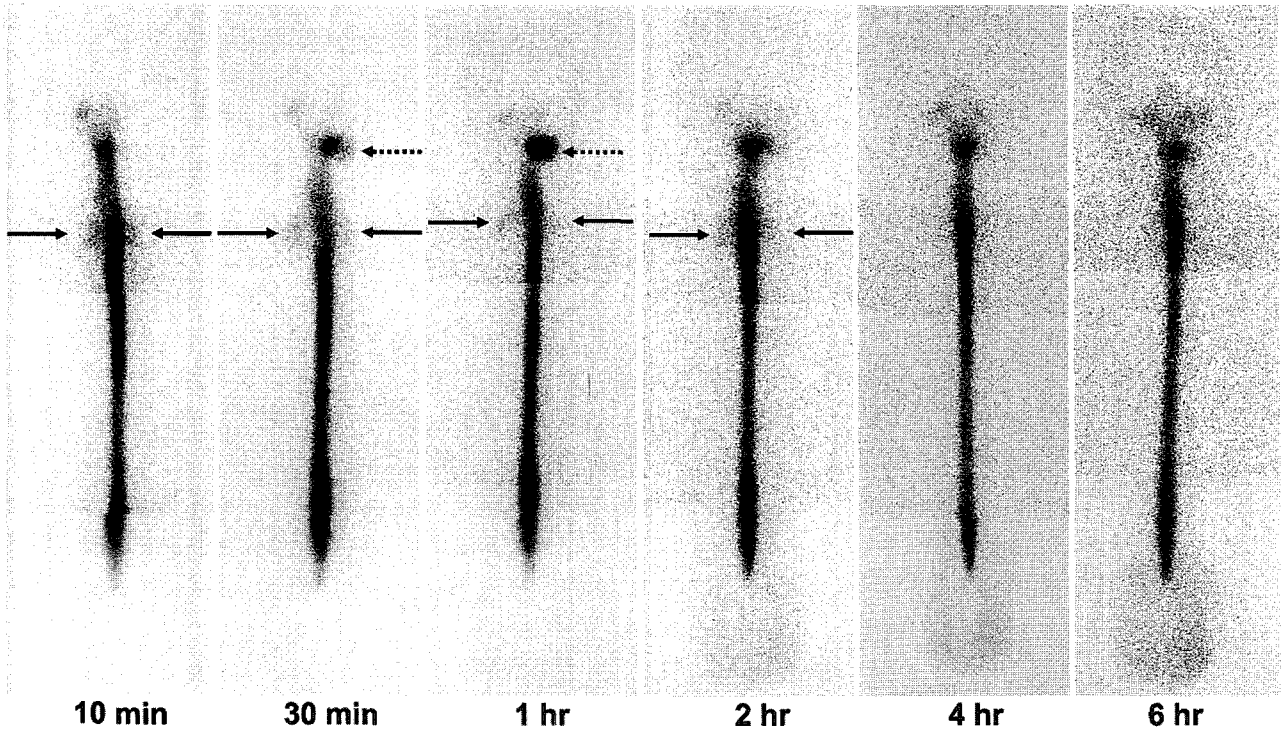


Fig 1. Radionuclide cisternography of 43 years old woman (case 8) who complained recurred persistent postural headache without specific cause. CSF leakage (arrows) was noted at the levels of both cervicothoracic junction and upper cervical spine (dotted arrows) from 10 minutes image. But CSF leakage was decreased with time and disappeared at 4 hours image.

후에 2차 증상 재발이 있어 타병원으로 전원 하였다. 증상 소실 후 추적검사로 시행한 2예(case 1, case 3)의 방사성동위원소 뇌조조영술에서 뇌척수액의 누출 소견은 더 이상 관찰되지 않았다.

고 찰

본 연구에서는 방사성동위원소 뇌조조영술의 영상획득 시간과 방법을 변경함으로써 SIH로 진단된 7명 환자에서 시행한 8예의 검사 모두에서 뇌척수액의 누출 부위를 확인할 수 있었다. 또한, 모든 예에서 1시간 이내의 조기에 누출 부위를 확인할 수 있었고, 2시간까지의 영상으로 대부분의 뇌척수액 누출 부위를 확인할 수 있었다.

지금까지 SIH 환자에서 뇌척수액의 누출 진단에는 방사성동위원소 뇌조조영술이 가장 예민한 검사 방법으로 알려져 있다.^{6,8)} 그러나 방사성동위원소 뇌조조영술을 통해 뇌척수액의 누출 부위를 확인한 이전 보고들을 살펴보면, Kong 등¹⁴⁾은 SIH 환자 11명 중 5명(45%), Moriyama 등⁹⁾은 57명 중 25명(44%)에서, Schievink 등¹⁰⁾은 10명 중 7명(70%) 그리고 Diaz 등¹²⁾에서는 9명 중 6명(67%)으로 만족할만한 수준은 아니었다. 게다가 Jung 등¹¹⁾의 결과에서는 15명 중 단

4명(27%)에서만 뇌척수액의 누출 부위를 확인할 수 있었고, 나머지는 간접 증거인 방광 방사능의 조기 출현 및 뇌척수액의 이동 지연을 통해 뇌척수액의 누출을 진단할 수 있었다. 위 연구 결과를 종합하면 방사성동위원소 뇌조조영술을 통해 뇌척수액의 누출 부위를 확인한 경우는 전체 102명 중 47명(46%)으로 뇌척수액의 누출 부위를 직접 증명한 비율은 그다지 높지 않다. 또한, 일부 연구자들^{9,16)}은 방사성동위원소 뇌조조영술 영상에서 정량적인 측정을 통해 뇌척수액의 누출을 진단하는데 좋은 결과를 보여 주었으나, 이는 누출 부위를 직접 증명하려는 노력이 아니라 단지 뇌척수액의 누출 여부를 조기에 진단하려는 목적이었다. 이처럼 뇌척수액의 누출 부위 진단이 잘 이루어지지 않은 이유로 환자가 계속 누워있는 자세를 취한 점, 30분 또는 2시간에 요추부 영상을 얻지 못한 점, 간헐적인 뇌척수액 누출의 가능성 그리고 카메라의 낮은 해상도 등을 생각할 수 있다고 하였으며, 이에 일부의 연구자들^{11,15)}은 뇌척수액의 누출 부위를 증명하기 위해서는 촬영 시간과 부위를 적절하게 바꾸어 줄 필요성이 있다고 하였다.

이전 연구들과 달리 본 연구에서 뇌척수액의 누출 부위 확인에 있어 조기에 매우 높은 진단율을 보여 줄 수 있었던 이유는 검사 당시에 뇌척수액의 누출의 가능성이 높았던 점

과 영상획득 방법에 있다고 하겠다. 우선 검사 시작 직전에 모든 환자에서 다양한 정도의 두통을 호소하고 있었으므로 검사 당시에 뇌척수액 누출의 가능성이 높았을 것으로 예상되며, 검사 직전에 많은 환자들에서 체위를 변화시킴으로 인해 검사 당시 뇌척수액의 누출이 유도되었을 것으로 예측된다. Benamor 등¹⁷⁾과 Spelle 등¹⁸⁾ 등이 연구에서도 검사 전 환자를 약 10분 정도 선 자세를 유지한 후 검사를 시행하면 뇌척수액의 누출 부위를 찾는 데 도움을 줄 수 있었다고 하였다. 이처럼 환자가 증상이 있을 때 또는 검사 직전에 뇌척수액의 누출을 유발 할 수 있는 다양한 시도를 한 후 검사를 시행하는 것이 방사성동위원소 뇌조영술에서 누출 부위의 진단율을 높이는 데에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구가 이전 연구들과 다른 또 한가지는 영상획득의 방법이다. 먼저 본 연구에서는 방광을 포함하는 요추부 부위부터 두부까지 뇌척수액의 누출이 발생할 수 있는 뇌척수액의 이동 경로 전체에 대하여 10분, 30분, 1시간, 2시간에 영상을 얻었다는 점이다. 본 연구 결과를 보면 모든 예에서 뇌척수액의 유출 부위별로 시간에 따라 뇌척수액의 유출 여부와 강도가 변화함을 알 수 있으며, 이는 뇌척수액의 누출이 간헐적으로 발생하였다는 이전의 보고들^{13,18,19)}과 일치한다. Takahashi 등¹⁶⁾의 보고를 보면 4명 중 2명에서 1시간 이내에 뇌척수액의 유출 부위를 확인할 수 있었으며, Kim 등¹⁵⁾과 Jeon 등¹⁹⁾의 보고에서도 30분 이내에 누출 부위를 확인할 수 있었다. 그러나 2.5시간, 6시간 그리고 24시간 영상을 얻었던 Moriyama 등⁹⁾은 44%(25/57)에서 뇌척수액의 누출 부위를 확인하였으며, 30분에서 2시간 사이에 요추부와 경흉추부 그리고 4시간, 6시간, 24시간에 두부와 경흉추부만 영상을 얻었던 Jung 등¹¹⁾은 15예 중 4예에서만 누출부위를 확인하였고, 이 중 2예는 30분 영상에서 먼저 확인되었다. 본 연구에서는 뇌척수액의 유출을 유발한 후 초기에서부터 영상을 얻기 시작하여 1시간까지 얻은 영상만으로 모든 예에서 뇌척수액의 유출 부위를 확인할 수 있었으며, 여기에 2시간 영상을 포함하면 7예에서 뇌척수액의 유출 부위를 뚜렷하게 확인할 수 있었다. 이 결과는 뇌척수액 누출 부위의 확인에 있어 기존 보고들에 비해 매우 높은 진단율을 보일 뿐만 아니라 초기에 누출부위를 확인한 것으로, 이처럼 뇌척수액의 누출은 초기에서부터 발생할 수 있음을 보여 준다. 그러므로, 뇌척수액 유출 부위의 진단에, 특히 뇌척수액 누출을 유도한 경우에는 1시간 이내의 초기 영상이 중요할 것으로 판단된다.

두번째로 ^{99m}Tc-DTPA를 투여하고 고해상도 조준기를 이용하여 영상을 얻은 점이다. 감마카메라 영상에서 ¹¹¹In-제재에 비해 ^{99m}Tc-제재에서 그리고 범용조준기에 비해 고해상

도 조준기를 이용하는 경우 더 우수한 영상을 얻을 수 있음은 주지의 사실이다. ¹¹¹In-DTPA를 사용한 이전의 여러 연구들 중 Moriyama 등⁹⁾은 2.5시간, 6시간 그리고 24시간 영상을 얻어 44%에서 뇌척수액의 누출부위를 확인하였으며, 영상 시간을 알 수 없었던 Schievink 등¹⁰⁾과 Diaz 등¹²⁾에서도 70%와 67%에서 뇌척수액의 누출부위를 확인하였다. 또한, ^{99m}Tc-DTPA를 이용한 Kong 등¹⁴⁾과 Jung 등¹¹⁾은 45%와 27%에서 뇌척수액의 누출부위를 확인하였다. 이는 뇌척수액의 누출이 작은 병소로부터 시작하므로 검사 시간 뿐만 아니라 영상의 해상도가 뇌척수액 누출 부위의 진단에 영향을 미치는 것을 의미한다. 본 연구에서는 ^{99m}Tc-DTPA와 고해상도 조준기를 이용하여 좀더 선명한 영상을 얻음으로써 ¹¹¹In-DTPA를 투여 하거나 범용 조준기를 장착하여 얻은 영상에 비해 척수 주변의 적은 방사능 누출도 더 쉽게 발견할 수 있었다. 고해상도 조준기의 특성으로 볼 때 척수의 강한 방사능에 의해 발생하는 산란 방사능을 상당부분 배제할 수 있으므로 범용 조준기를 장착한 경우와 비교하여 척수 주변부 영상에서 보다 더 선명한 영상을 얻을 수 있을 것이다. 일부에서는 고해상도 조준기를 이용하여 영상을 얻는 경우 영상에서 얻어지는 방사능 계수가 적을 것이라는 우려가 있을 수 있으나, 지주막하강에 투여하는 총 방사능량은 185-222 MBq 으로서 대부분이 척수의 지주막하강에 존재하므로 실제로 10-20만 계수를 얻는데 보통 3분(최대 5분) 정도 소요된다. 이러한 영상 획득소요 시간은 다른 핵의학 영상검사와 비교하여 결코 많은 것은 아니며, 좀더 나은 영상을 얻기 위한 노력이므로 제한점이 되지 않을 것으로 판단된다.

추가로, 본 연구 결과에서 SIH의 발생 기전 및 병태 생리에 대해 좀더 많은 이해를 기대할 수 있을 것으로 기대된다. 먼저 본 연구 결과에서 증상이 있는 환자에서 1시간 이내에 모든 예에서 뇌척수액의 누출 부위를 확인할 수 있었으며, 뇌척수액의 누출의 간접 증거인 방광의 방사능의 초기 출현에 앞서 뇌척수액의 누출 부위를 관찰 할 수 있었다는 점이다. 이는 증상이 있는 환자의 경우 정도의 차이는 있으나 뇌척수액의 누출이 이미 검사 전부터 이루어지고 있음을 보여주는 것이며, 보다 초기에 적극적으로 뇌척수액의 누출부위를 찾으려는 노력이 필요하다는 것을 의미한다. 두번째로 모든 예에서 시간에 따라 뇌척수액의 누출 정도가 변하였고, 일부 부위에서는 간헐적으로 관찰되었다는 점이다. 또한, 한 예에서는 지연 영상에서 새로운 뇌척수액의 누출 부위가 관찰되었다. 이는 뇌척수액의 누출이 일관되게 발생하는 것이 아니라 누출시기와 정도가 다양함을 보여 주는 것이다. 이로 보아 SIH 발생의 주된 기전이 여러 부위에서 발생한 간헐적인 뇌척수액의 누출일 가능성이 높음을 시사한다. 세번

째로 뇌척수액의 누출 부위는 기존에 알려진 대로 경흉추 경계부에서의 누출이 가장 많으나, 8예 모두에서 여러 곳에서 뇌척수액의 누출이 관찰되었다는 점이다. 특히, 경흉추 경계부에서의 누출이 있는 경우 양측성이거나 C1-2 또는 흉요추부에서의 유출이 동반되었고, 흉요추부와 요추부에서는 유출 부위가 여러 곳이었다. 이는 이전의 일부 보고들에서 보여 주듯이 일부 또는 많은 경우에 뇌척수액 누출의 발생에 어떠한 기저 원인이 있을 가능성을 의미할 수 있다.^{8,10,20-24)}

본 연구의 제한점으로 먼저 다른 영상 검사법을 통해 뇌척수액 누출을 직접적으로 증명하지 못했다는 점이다. 그 이유는 방사성동위원소 뇌조조영술 당시 모든 환자에서 증상을 호소하여 추가 검사가 용이하지 않았고, 이미 뇌척수액 누출부위를 확인하였으므로 치료인 경막외강 혈액 첩포를 시행함에 있어 추가적인 뇌척수액 누출부위의 확인이 필수적이지 않았기 때문이다. 두번째로, 연구의 대상은 해당 기간에 SIH로 진단되어 검사가 의뢰된 모든 환자를 대상으로 하였으나, 방사성동위원소 뇌조조영술 당시 모든 환자에서 증상을 호소하였으므로 임상적으로 뇌척수액 누출의 가능성이 높은 환자에 한하여 검사를 시행한 환자 선택의 오류(selection bias)가 포함될 수 있을 것이다. 그러나 이번 연구의 결과에서 SIH 진단 기준에 적합한 다양한 뇌척수압을 보인 모든 예에서 뇌척수액 누출 부위를 찾을 수 있었으므로 오히려 방사성동위원소 뇌조조영술이 뇌척수액의 누출 부위를 확인하는데 아주 예민한 검사라는 증거가 될 수 있을 것이다. 다만, 증례의 숫자가 아직은 적으므로 좀더 많은 예를 대상으로 하는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 결과에서 보여 주듯이 SIH 환자에서 뇌척수액의 누출은 여러 부위에서 지속적 또는 간헐적으로 발생하며, 이를 진단하기 위해서는 방사성동위원소 뇌조조영술을 이용하여 초기에서부터 CSF가 이동하는 모든 경로의 영상을 연속적으로 얻는 것이 뇌척수액의 누출 부위를 확인하는데 도움이 된다. 또한, 검사전 환자의 자세 변화 유도 등 뇌척수액 누출을 유발할 수 있는 다양한 방법을 동원함으로써 뇌척수액 누출 부위의 진단율을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

결론적으로 SIH 환자에서 뇌척수액의 누출 부위를 진단하는데 방사성동위원소 뇌조조영술이 매우 예민한 검사이며, SIH 환자에서 방사성동위원소 뇌조조영술은 ^{99m}Tc-DTPA를 투여하고 고해상도 조준기를 이용하여 모든 척수와 두부를 포함하는 30분과 1시간 그리고 2시간 영상을 얻고 필요에 따라 2시간 이후의 추가 영상을 얻는 프로토콜을 시행함으로써 더 많은 예에서 뇌척수액의 누출 부위를 증명함과 동시에 검사 소요시간을 단축할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

목적: 방사성동위원소 뇌조조영술은 자발성 두개강내 저뇌압증이 의심되는 환자에서 뇌척수액의 누출을 진단하는데 유용한 검사이지만, 뇌척수액의 누출 부위를 증명하지 못하는 경우가 있다. 본 연구의 목적은 방사성동위원소 뇌조조영술의 검사 방법을 변화함으로써 뇌척수액 누출 부위의 진단율을 향상시키고, 검사 소요시간을 단축할 수 있는지 알아보려고 한다. **대상 및 방법:** 자발성 두개강내 저뇌압증으로 진단되어 방사성동위원소 뇌조조영술을 시행한 7명의 환자(평균 나이=38±8세, 남자 2명, 여자 5명), 8회 검사를 대상으로 하였다. 모든 환자들은 자주막하강에 ^{99m}Tc-DTPA 185-222 MBq을 투여한 후 10분, 30분, 1시간, 2시간, 4시간 그리고 6시간에 방광을 포함하는 요추부부터 두부까지의 영상을 얻었다. 그리고 영상시간에 따라 뇌척수액의 누출과 방광의 방사능 초기 출현을 평가하였다. **결과:** 방사성동위원소 뇌조조영술을 통해 8예 모두에서 뇌척수액의 누출 부위를 확인할 수 있었다. 뇌척수액의 누출 부위는 경흉추 경계부(cervico-thoracic junction)에서 3예, 경흉추 경계부와 C1-2에서 2예, 경흉추 경계부와 흉추부, 흉요추부 여러 곳 그리고 요추부가 각각 1예씩 이었다. 모든 예에서 1시간까지의 영상을 통해 모든 예에서 뇌척수액의 누출 부위를 발견할 수 있었으며, 모두 두 곳 이상에서 누출이 있었다. 이 중 경흉추 경계부를 포함하는 경우가 6예였다. 지연 영상에서 뇌척수액의 누출 부위가 추가로 발견된 경우는 단 1예 뿐이었다. 초기 방광방사능 출현은 6예에서 관찰되었으며, 모두 뇌척수액 유출부위가 더 먼저 관찰되었다. **결론:** 방사성동위원소 뇌조조영술은 자발성 두개강내 저뇌압증 환자에서 뇌척수액의 누출 부위를 확인하는데 매우 예민한 검사이며, 검사법을 변형함으로써 뇌척수액의 누출 부위를 발견하는 빈도를 향상시키고, 검사시간을 단축할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Schaltenband G. Neuere Anschauungen zur Pathophysiologie der Liquorzirkulation. *Zentralbl Neurochir* 1938;23:290-300.
- Schaltenband G. Die acute Aliquorrhoe. *Qerh Dtsch Ges Inn Med* 1940;52:473-81.
- Weber WE, Heidendal GA, de Krom MC. Primary intracranial hypotension and abnormal radionuclide cisternography. Report of a case and review of the literature. *Clin Neurol Neurosurg* 1991; 93:55-60.
- Spielman FJ. Post-lumbar puncture headache. *Headache* 1982;22: 280-3.
- Mamelak AN, Fishman RA, Dillon WP, Wilson CB. Spontaneous

- intracranial hypotension. *J Neurosurg* 1996;85:192-3.
6. Khurana RK. Intracranial hypotension. *Semin Neurol* 1996;16:5-10.
 7. Spelle L, Boulin A, Pierot L, Graveleau P, Tainturier C. Spontaneous intracranial hypotension: MRI and radionuclide cisternography findings. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997;62:291-2.
 8. Rando TA, Fishman RA. Spontaneous intracranial hypotension: report of two cases and review of the literature. *Neurology* 1992;42:481-7.
 9. Moriyama E, Ogawa T, Nishida A, Ishikawa S, Beck H. Quantitative analysis of radioisotope cisternography in the diagnosis of intracranial hypotension. *J Neurosurg* 2004;101:421-6.
 10. Schievink WI, Meyer FB, Atkinson JL, Mokri B. Spontaneous spinal cerebrospinal fluid leaks and intracranial hypotension. *J Neurosurg* 1996;84:598-605.
 11. Jung DJ, Kim JS, Ryu JS, Shin JW, Im JH, Lee MC, et al. Radionuclide cisternographic findings in patients with spontaneous intracranial hypotension. *Kor J Nucl Med* 1998;32:482-8.
 12. Diaz JH. Epidemiology and outcome of postural headache management in spontaneous intracranial hypotension. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:582-7.
 13. Chiapparini L, Farina L, D'Incerti L, Erbetta A, Pareyson D, Carriero M R, et al. Spinal radiological findings in nine patients with spontaneous intracranial hypotension. *Neuroradiology* 2002;44:143-50.
 14. Kong DS, Park K, Nam do H, Lee JI, Kim JS, Eoh W, et al. Clinical features and long-term results of spontaneous intracranial hypotension. *Neurosurgery* 2005;57:91-6.
 15. Kim JS, Yang DW, Park SK. A case of spontaneous intracranial hypotension: detection of cerebrospinal fluid leakage by early dynamic radionuclide cisternography. *Kor J Nucl Med* 1999;33:184-5.
 16. Takahashi M, Momose T, Kameyama M, Mizuno S, Kumakura Y, Ohtomo K. Detection of cerebrospinal fluid leakage in intracranial hypotension with radionuclide cisternography and blood activity monitoring. *Ann Nucl Med* 2005;19:339-43.
 17. Benamor M, Tainturier C, Graveleau P, Pierot L. Radionuclide cisternography in spontaneous intracranial hypotension. *Clin Nucl Med* 1998;23:150-1.
 18. Spelle L, Boulin A, Tainturier C, Visot A, Graveleau P, Pierot L. Neuroimaging features of spontaneous intracranial hypotension. *Neuroradiology* 2001;43:622-7.
 19. Jeon TJ, Lee JD, Lee BI, Kim DI, Yoo HS. Radionuclide cisternography in spontaneous intracranial hypotension with simultaneous leaks at the cervicothoracic and lumbar levels. *Clin Nucl Med* 2001;26:114-6.
 20. Stern WE. Dural ectasia and the Marfan syndrome. *J Neurosurg* 1988;69:221-7.
 21. Fattori R, Nienaber CA, Descovich B, Ambrosetto P, Reggiani LB, Pepe G, et al. Importance of dural ectasia in phenotypic assessment of Marfan's syndrome. *Lancet* 1999 11;354:910-3.
 22. Eross EJ, Dodick DW, Nelson KD, Bosch P, Lyons M. Orthostatic headache syndrome with CSF leak secondary to bony pathology of the cervical spine. *Cephalgia* 2002;22:439-43. Erratum in: *Cephalgia* 2002;22:769.
 23. Mokri B. Headaches caused by decreased intracranial pressure: diagnosis and management. *Curr Opin Neurol* 2003;16:319-26.
 24. Milledge JT, Ades LC, Cooper MG, Jaumees A, Onikul E. Severe spontaneous intracranial hypotension and Marfan syndrome in an adolescent. *J Paediatr Child Health* 2005;41:68-71.