

Effect of Intra-Arterial Nimodipine Infusion for the Treatment of Symptomatic Cerebral Vasospasm Following an Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage¹

동맥류성 지주막하출혈 후 발생한 뇌혈관연축의 동맥 내 니모디핀 주입술의 효과¹

Jin Young Lee, MD¹, Dae Seob Choi, MD^{1,2}, Seungnam Son, MD³, Jae Wook Ryu, MD⁴, Hwa Seon Shin, MD¹, Hye Young Choi, MD¹, Sung Hoon Chung, MD¹, Jin Jong You, MD¹

¹Department of Radiology, ²Gyeongsang Institute of Health Science, ³Department of Neurology, Gyeongsang National University Hospital, Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju, Korea

⁴Department of Radiology, Samsung Seoul Hospital, Seoul, Korea

Purpose: Symptomatic cerebral vasospasm following an aneurysmal subarachnoid hemorrhage (SAH) is one of the major factors which cause morbidity and mortality of patients. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of intra-arterial nimodipine (IAN) infusion therapy in patients with symptomatic cerebral vasospasm.

Materials and Methods: Between February 2005 and April 2011, fifty patients with symptomatic cerebral vasospasm following an aneurysmal SAH were treated with IAN infusion. After selective arterial catheterization, nimodipine was infused at a rate of 0.1 mg/min and a total of 2-3 mg per vessel was infused. We retrospectively reviewed the immediate angiographic results and clinical outcome at discharge. A grade of 5 and 4 in the Glasgow Outcome Scale (GOS) were considered favorable outcomes.

Results: In 50 patients, 117 procedures of IAN infusion (1-7; mean, 2.3) were done. After the treatment, immediate angiographic improvement was achieved in 113 (96.6%) of 117 procedures. No major complications occurred. At discharge, 38 (76%) patients showed a favorable clinical outcome in the GOS.

Conclusion: IAN infusion therapy is safe and effective for the treatment of cerebral vasospasm following an aneurysmal SAH. However, the limitation is that repeated treatment is needed.

Index terms

Vasospasm, Intracranial
Subarachnoid Hemorrhage
Nimodipine
Intra-arterial Infusion

Received December 11, 2011; Accepted April 14, 2012

Corresponding author: Jin Jong You, MD
Department of Radiology, Gyeongsang National University Hospital, Gyeongsang National University School of Medicine, 79 Gangnam-ro, Jinju 660-702, Korea.
Tel. 82-55-750-8211 Fax. 82-55-758-1568
E-mail: bgbampi@gmail.com

Copyrights © 2012 The Korean Society of Radiology

서론

뇌혈관연축(cerebral vasospasm)은 동맥류성 지주막하출혈(subarachnoid hemorrhage; 이하 SAH) 환자의 사망 및 이환의 주요 원인 중의 하나이다(1). 동맥류성 SAH 환자의 70% 이상에서 뇌혈관연축이 발생하고 치료에도 불구하고 10~20%의 환자에서는 이로 인해 신경학적 장애를 가지게 된다(2, 3). 전통적으로 뇌혈관연축에는 고혈압(hypertension), 혈류량증가(hypervolemia), 혈액희석(hemodilution)을 뜻하는 'Triple H' 치료를 한다(4). 이러한 내과적 치료에도 효과를 보이지 않

는 불응성 혈관연축은 풍선을 이용한 혈관성형술이나 뇌동맥 내 혈관확장제 주입술을 고려한다. 사용되는 대표적인 뇌혈관 확장제로 파파베린(papaverine), 밀리논(milrinone), 베라파밀(verapamil), 니카디핀(nicardipine), 니모디핀(nimodipine) 등이 있다(5). 풍선성형술은 효과적이나 혈관파열과 같은 심각한 합병증이 생길 수 있고, 적용범위가 근위부 혈관에 제한적인 단점이 있다(6). 뇌혈관 내 파파베린 주입술은 유효 작용시간이 짧고 역설적 혈관연축(paradoxical vasospasm), 허혈의 진행 등 심각한 신경학적 문제를 유발할 수 있는 부작용이 보고되었다(7, 8).

니모디핀은 칼슘 길항제로서 혈관 평활근의 수축을 줄이는 역할을 한다(9). 근래에 몇몇 저자들에 의해 뇌동맥 내 니모디핀(intra-arterial nimodipine; 이하 IAN) 주입술이 혈관연축의 치료에 효과적이며 안전하다고 보고되었다(10-12). 그러나 연구의 수가 아직 충분하지 않고, 대부분 제한된 수의 증례를 대상으로 한 연구였다.

본 연구의 목적은 다수의 뇌혈관연축 환자들을 대상으로 한 IAN 주입술의 치료효과 및 안전성에 대한 우리의 경험을 보고하기 위함이다.

대상과 방법

대상 환자

2005년 2월부터 2011년 4월까지 뇌동맥류 파열에 의한 SAH로 내원한 환자 중 뇌혈관연축이 발생하여 IAN 주입술로 치료한 50명의 환자를 대상으로 하였다. 남자가 26명, 여자가 24명이었으며 나이는 28세에서 75세까지 평균 51.0세였다. 내원시 환자들의 신경학적 상태는 World Federation of Neurologic

Surgeons (WFNS) classification으로 grade I이 19명(38%), grade II가 12명(24%), grade III가 6명(12%), grade IV가 8명(16%), grade V가 각각 5명(10%)이었다. SAH의 정도는 Fisher grade로 group 2가 13명(26%), group 3가 21명(42%), group 4가 각각 16명(32%)이었다. 파열된 뇌동맥류의 위치는 전교통동맥이 29예(58%), 중대뇌동맥이 13예(26%), 내경동맥이 7예(14%), 기저동맥이 각각 1예였다(2%). 50예 중에서 45예(90%)의 동맥류는 개두술을 통한 클립결찰술로 치료하였고, 나머지는 분리코일을 이용한 색전술로 치료하였다(Table 1).

뇌혈관연축은 신경학적 평가 및 경두개 도플러초음파(transcranial Doppler sonography; 이하 TCD)로 선별하여, 보존적 내과적 치료에도 신경학적 증상이 지속되며 컴퓨터단층촬영(computed tomography; 이하 CT)에서 출혈이나 뇌경색 등 환자의 증상을 설명할 만한 새로운 병변이 없는 경우에 혈관 내 치료를 고려하였다. TCD에서 중대뇌동맥의 혈류속도가 200 cm/sec 이상이거나, 50 cm/sec/day 이상으로 속도가 증가하거나, 내경동맥의 혈류속도와 비교하여 3배 이상일 때 의미 있게 보았다.

Table 1. Summary of 50 Patients Treated with Intra-Arterial Nimodipine Infusion (n = 50)

Characteristics	Value
Number of patients	50
Age, mean (range)	51.0 (28-72)
Sex (male/female)	26/24
WFNS grade (%)	
I	19 (38)
II	12 (24)
III	6 (12)
IV	8 (16)
V	5 (10)
Fischer grade (%)	
1	0 (0)
2	13 (26)
3	21 (42)
4	16 (32)
Location of aneurysm (%)	
AcomA	29 (58)
MCA	13 (26)
ICA	7 (14)
BA	1 (2)
Treatment of aneurysm (%)	
Clipping	45 (90)
Coiling	5 (10)

Note.—AcomA = anterior communicating artery, BA = basilar artery, ICA = internal carotid artery, MCA = middle cerebral artery, WFNS = World Federation of Neurologic Surgeons

혈관조영술의 평가 및 시술

뇌혈관조영술과 IAN 주입술은 불응성 혈관연축 진단 후 12 시간 이내에 시행하였다. 혈관연축이 의심되는 쪽의 내경동맥 경부분절(cervical segment)에 카테터를 위치시킨 후 혈관조영술을 시행하여 연축의 유무를 확인하였다. 연축의 정도는 Warfarin-Aspirin Symptomatic Intracranial Disease Study 방법(13) { $\% \text{ stenosis} = [1 - (D_{\text{stenosis}}/D_{\text{normal}})] \times 100$, D_{stenosis} = 가장 협착이 심한 부위의 직경, D_{normal} = 근위부 정상혈관의 직경}을 이용하여 평가하였다. 미만성 협착이 있는 경우는 입원 당시의 영상을 참고하여 같은 측의 내경동맥 추체분절(petrous segment)과의 비율과 입원 당시의 영상에서 같은 부위에서의 비율을 구해 혈관연축 정도를 평가하였다. 혈관연축의 정도를 혈관연축이 없는 경우를 no spasm, 혈관의 직경이 50% 미만의 감소를 보일 때 경도(mild), 50% 이상 75% 미만일 때 중등도(moderate), 75% 이상의 감소를 보인 경우 고도(severe)로 등급화 하였다. 여러 곳에 협착이 있는 경우 가장 심한 곳을 기준으로 하였다.

뇌동맥을 초선택하지 않고 연축이 있는 부위의 내경동맥 경부분절에서 니모디핀을 주입하였다. 니모디핀 10 mg(Nimotop 50 mL, Bayer-Shering, Leverkusen, Germany)을 생리식염수 50 mL에 희석한 후 분당 1 mL(0.1 mg/min)의 속도로 한 혈관당 2~3 mg을 주입하고, 한 시술당 환자에게 사용하는 용량은 최대 5 mg까지로 하였다. 양측성 혈관연축이 있는 경우 혈관연축이 심

한 부위에 3 mg, 덜 심한 부위에 2 mg을 주입하였다(10).

시술 전후의 혈관조영영상에서 대상혈관의 혈류속도(관류)와 직경을 비교하여 치료 반응을 평가하였다. 나빠지거나 변화가 없는 경우 poor, 직경의 변화 없이 혈류속도와 관류만 호전된 경우 fair, 혈관직경이 호전되었으나 정상직경까지 회복하지는 못한 경우 good, 정상직경으로 완전히 회복된 경우 excellent로 분류하였다. 혈관조영술에서 혈관연축의 호전을 보인 경우는 혈류의 속도(관류) 혹은 혈관의 직경이 호전된 경우로 정의하였다. 양측의 혈관연축을 동시에 치료한 경우 심한 쪽을 기준으로 평가하였다.

임상결과 평가

환자의 임상결과는 퇴원 시점의 Glasgow Outcome Scale (이하 GOS)로 평가하였다. 좋은 결과를 보인 군은 좋은 회복(grade 5, good recovery) 및 중등도장애(grade 4, moderate disability)이며, 좋지 않은 결과를 보인 군은 심각한 장애(grade 3, severe disability), 식물인간 상태(grade 2, vegetative state), 사망(grade 1, death)으로 구분하여 평가하였다.

결과

50명에 대해 117번의 IAN 주입술을 시행하였다. 처음 IAN 시술을 받은 시점은 출혈 이후 2일에서 19일(평균, 9.0일)까지

Table 2. Results of Intra-Arterial Nimodipine Infusion

Characteristics	Value
Number of procedures	
1	17 (34)
2	14 (28)
3	13 (26)
4	1 (2)
5	3 (6)
6	0 (0)
7	2 (4)
Total (mean)	117 (2.3)
Side of infused vessel, <i>n</i> = 117 (%)	
Bilateral	45 (38.5)
Right	24 (20.5)
Left	48 (41.0)
Severity of vasospasm, <i>n</i> = 117 (%)	
Mild	51 (43.6)
Moderate	50 (42.7)
Severe	16 (13.7)
Angiographic results, <i>n</i> = 117 (%)	
Poor	4 (3.4)
Fair	9 (7.7)
Good	79 (67.5)
Excellent	25 (21.4)
GOS at discharge, <i>n</i> = 50 (%)	
Favorable	38 (76)
Unfavorable	12 (24)

Note.—GOS = Glasgow Outcome Scale

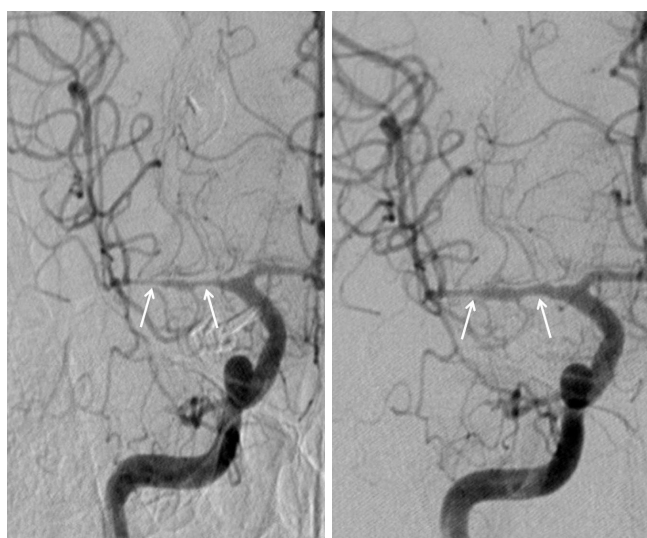


Fig. 1. A 48-year-old man with decreased mentation on day 7 after clipping of the right posterior communicating artery aneurysm.
A. Right internal carotid angiography shows moderate diffuse vasospasm in the right anterior and middle cerebral artery (arrows).
B. Angiography after intra-arterial nimodipine infusion reveals notable dilation of the vessels (arrows).

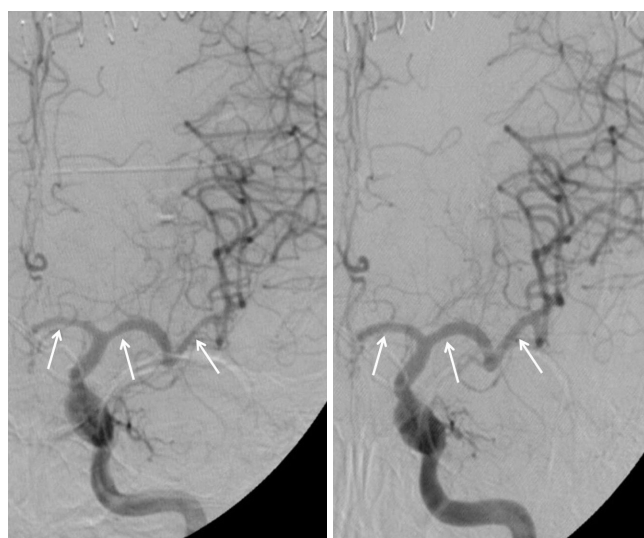


Fig. 2. A 68-year-old woman with decreased mentation on day 5 after clipping of the anterior communicating artery aneurysm.
A. Left internal carotid angiography shows mild vasospasm in the left anterior and middle cerebral arteries (arrows).
B. Angiography after intra-arterial nimodipine infusion reveals dilation of the vessels (arrows).

분포하였다. 시술 다음 날 증상이 호전되지 않거나 악화한 경우 수 일에 걸쳐 반복하여 시술하였고 17명은 1회, 33명에서는 2회 이상 최대 7회(mean, 2.3)까지 시행하였다(Table 2).

혈관조영술 결과

니모디핀 주입 전 혈관조영술에서 혈관연축의 정도는 경도가 51예(43.6%), 중등도가 50예(42.7%), 고도가 각각 16예(13.7%)였다. 시술 직후 시행한 혈관조영술에서 혈관연축의 호전은 113예(96.6%)에서 관찰되었다(Figs. 1, 2). Poor 결과를 보인 경우는 4예(3.4%), fair는 9예(7.7%), good은 79예(67.5%), excellent는 25예(21.4%)였다(Table 2). 혈관연축이 심해진 경우는 없었다. 시술 도중 일부에서 일시적인 혈압의 감소를 보였으나 시술로 인해 신경학적 후유증을 남기거나 사망에 이르는 합병증을 보이는 경우는 없었다.

임상적 결과

50명의 환자 중 38명(76.0%)은 퇴원 시점의 GOS에서 만족스러운 결과(grade 5 and 4)를 보였다(Table 2). 구체적으로 grade 5가 28명, grade 4가 10명, grade 3가 9명, grade 2가 2명, grade 1이 각각 1명이었다. Grade 2와 1을 보인 3명은 시술 전부터 임상이나 영상소견에서 좋지 않은 경우였다.

고찰

뇌혈관연축은 동맥류성 SAH의 심각한 합병증 중 하나로서 환자의 70% 이상에서 발생하며 이로 인한 지연성 뇌허혈은 SAH 환자의 사망 및 이환에 영향을 미치는 주요 원인 중의 하나이다(1, 2). 뇌혈관연축은 혈관조영술에서 주요 두개강 내 혈관의 직경이 국소적 혹은 전반적으로 감소하는 소견을 보이면서 임상적으로는 초기 출혈 당시 관찰되지 않았던 허혈성 신경증상이나 의식감소 등을 보이는 것으로 정의 내릴 수 있다. 이러한 소견은 대개 SAH 후 4일부터 시작해 7일에 정점을 보인다(14, 15). 뇌혈관연축의 병인은 완전히 밝혀지지는 않았지만, SAH 후 발생하는 뇌혈관의 확장장애와 혈관활성물질에 의한 혈관수축의 증가와 관련 있다고 알려져 있다(16).

뇌혈관연축 발생시 내과적 치료를 시행하나 약 40%의 환자에서 반응하지 않는다고 한다(17). 이러한 경우, 풍선 혈관성형술이나 뇌동맥 내 혈관확장제 주입술을 고려한다. 풍선을 이용한 혈관성형술은 효과적인 방법이나 혈관손상에 의해 혈관파열, 원위부 색전증 같은 심각한 합병증이 생길 수 있고, 기술적으로 원위부에 대해서는 접근이 어려운 단점이 있다(6). 또한 신경중재치료에 경험이 있는 전문가를 필요로 하기 때문에 모

든 기관에서 시행할 수 없다는 문제점을 가지고 있다. 뇌혈관 내 파파베린 주입술은 혈관연축에 대한 치료로 과거에 많이 시행되었고 좋은 치료결과들이 보고되었다. 풍선 혈관성형술에서 접근에 어려움이 따르는 원위부나 작은 혈관에도 시술이 가능하여 미만성 혈관연축에 효과적이다. 그러나 파파베린은 유효작용시간이 짧고 역설적 혈관연축, 허혈의 진행, 실명, 경련 등의 부작용이 보고된 바 있다. 또한 안동맥(ophthalmic artery)으로 약물이 투여될 경우 부작용으로 시력장애가 발생할 수 있으므로 안동맥 기시부 원위부의 내경동맥을 초선택하여 약물을 주입해야 하는 단점이 있다(7, 8).

본 연구에서 동맥류성 SAH로 뇌혈관연축이 발생한 환자를 대상으로 IAN 주입술을 시행하였다. 니모디핀은 칼슘 길항제로서 혈관 평활근의 수축을 줄이는 역할을 하며(9) 뇌혈관연축의 예방과 치료목적으로 임상에서는 주로 정맥이나 경구로 투여한다(17, 18). 정맥이나 경구로 투여할 경우 뇌혈관뿐만 아니라 신체의 다른 혈관들도 확장시킴으로써 다량의 약물을 투입하여야 하며 저혈압과 같은 필요치 않는 효과가 발생할 수 있는 부작용이 있다. 뇌혈관연축 환자의 경우 고혈압을 유지하는 것이 치료방법 중의 하나이며, 정맥이나 경구를 통한 니모디핀 투입의 경우 전신효과에 의한 저혈압을 유발할 수 있고, 혈압을 유지하기 위해 또 다른 약물을 투입하여야 하는 경우가 있어 이중의 고민이 따를 수 밖에 없다. 뇌동맥을 통한 직접적 투여는 약물이 뇌혈관에 직접적으로 작용하여 약물의 투여량을 줄일 수 있고 혈압저하와 같은 약물 투입에 의한 전신적 효과를 최소화할 수 있는 장점이 있다. 지금까지 다수의 저자들에게 의하여 뇌혈관연축의 치료에 있어 IAN 주입술이 매우 효과적인 방법임이 보고되었다(10-12, 19). 본 연구의 결과에서도 시술직후 시행한 혈관조영술에서 시술 전과 비교하여 117예 중 113예(96.6%)에서 혈관연축의 호전을 보여 IAN 주입술이 혈관연축의 치료에 매우 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 퇴원시의 임상적 결과도 50명 중 38명(76.0%)에서 만족스러운 결과를 보였다. 또한 일시적 저혈압 외에 시술과 관련된 합병증이 전혀 없어 안전함을 확인하였다. 비록 3명에서 식물인간 및 사망의 임상결과를 보였으나 이는 시술 전부터 임상이나 영상소견에서 좋지 않은 경우였다. 이러한 결과들은 이전 연구자들의 결과와 비슷하거나 보다 우수한 성적이다(10-12, 19).

본 연구의 결과에서 1회의 IAN 치료만으로 호전을 보인 경우는 17명에 그쳤고 33명에서는 2회 이상 최대 7회까지 반복적인 시술을 시행하여야 했다. 이는 IAN 주입술의 효과가 기대만큼 오래 지속되지 않음을 의미하여 다른 연구자들의 경우에도 2회 이상 반복적으로 시술한 경우가 많았다. TCD 결과를 포함한 연구(12)에서 IAN 주입 직후 대부분 뇌혈류 속도가 감

소하였으나 다음 날 다시 혈류속도가 증가하여 반복적인 치료가 불가피한 경우가 많았다. 이는 IAN 주입효과가 수 시간 정도밖에 지속되지 않음을 시사하는 소견이며, IAN 주입술의 가장 큰 문제점으로 생각된다.

베라파밀은 니모디핀과 함께 SAH에 의한 뇌혈관연축 환자에서 뇌동맥 내로 주입하는 대표적인 약제이다(20). 주로 경구나 정맥으로 투여하여 고혈압, 협심증, 부정맥의 치료제로 사용되며 혈관의 평활근을 이완시켜 관상동맥을 확장시키고, 혈관경련성(vasospastic) 협심증에서 심근으로의 산소공급을 증가시키고 방실결절(AV node)의 자동성(automaticity)과 전도를 느리게 하는 작용을 한다. 경구나 정맥으로 투여할 때 뇌혈관에 대한 직접적 효과에 관해서는 기초연구가 되어 있지 않은 상태이다. 니모디핀은 SAH에 의한 뇌혈관연축에 있어 경구나 정맥투여시 다른 동맥보다 뇌동맥에 뚜렷이 작용하여 효과를 보인다는 것이 여러 동물실험을 통하여 입증되었으며, 현재 뇌혈관연축의 예방과 치료에 표준적인 치료법으로 확립되어 있다(21). 그러나 두 약제 모두 뇌동맥 내로 직접 투여하였을 경우 어떤 작용을 미치는지에 대한 기초연구가 되어 있지 않은 상태이다. 또한 SAH에 의한 뇌혈관연축의 뇌동맥 내 주입술의 치료효과에 있어서도 상호비교 연구가 전무한 실정으로 이에 관한 연구가 필요한 사항이다.

본 연구의 제한점으로 먼저 IAN 주입효과의 판정에 시술 직후의 혈관조영술 소견만을 사용하였고, TCD 등의 연속적 추적 데이터가 없어 효과가 어느 정도 지속되는지에 대한 결과를 확인하지 못하였다. 두 번째로 본 연구에 대조군이 없어 기존에 사용된 혈관확장제나 혹은 위약에 비해 어느 정도 우월한지 여부를 알 수 없다는 문제가 있다. 세 번째로 환자의 최종 임상적 예후를 판단하는 데 혈관연축의 호전뿐만 아니라 다양한 요인에 영향을 받을 수 있으므로 이에 관한 분석이 이루어지지 않은 한계가 있다.

결론적으로 IAN 주입술은 동맥류성 SAH 후 발생한 뇌혈관연축에 효과적이고 안전한 시술로 생각된다. 그러나 2회 이상 반복적으로 시행하여야 하는 경우가 많아 문제점 중의 하나로 생각되며 앞으로 IAN 주입술의 효과에 대한 무작위적 연구, 더 효과적인 약제에 대한 연구 및 다른 혈관 내 치료 방법들과에 대한 비교연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. Weir B, MacDonald L. Cerebral vasospasm. *Clin Neurosurg* 1993;40:40-55
2. Harrod CG, Bendok BR, Batjer HH. Prediction of cerebral vasospasm in patients presenting with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a review. *Neurosurgery* 2005;56:633-654; discussion 633-654
3. Broderick JP, Brott TG, Duldner JE, Tomsick T, Leach A. Initial and recurrent bleeding are the major causes of death following subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1994;25:1342-1347
4. Lee KH, Lukovits T, Friedman JA. "Triple-H" therapy for cerebral vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *Neurocrit Care* 2006;4:68-76
5. Nogueira RG, Lev MH, Roccatagliata L, Hirsch JA, Gonzalez RG, Ogilvy CS, et al. Intra-arterial nicardipine infusion improves CT perfusion-measured cerebral blood flow in patients with subarachnoid hemorrhage-induced vasospasm. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30:160-164
6. Higashida RT, Halbach VV, Cahan LD, Brant-Zawadzki M, Barnwell S, Dowd C, et al. Transluminal angioplasty for treatment of intracranial arterial vasospasm. *J Neurosurg* 1989;71(5 Pt 1):648-653
7. Vajkoczy P, Horn P, Bauhuf C, Munch E, Hubner U, Ing D, et al. Effect of intra-arterial papaverine on regional cerebral blood flow in hemodynamically relevant cerebral vasospasm. *Stroke* 2001;32:498-505
8. Milburn JM, Moran CJ, Cross DT 3rd, Diringer MN, Pilgram TK, Dacey RG Jr. Effect of intraarterial papaverine on cerebral circulation time. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997;18:1081-1085
9. Pickard JD, Walker V, Vile J, Perry S, Smythe PJ, Hunt R. Oral nimodipine reduces prostaglandin and thromboxane production by arteries chronically exposed to a periarthral haematoma and the antifibrinolytic agent tranexamic acid. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987;50:727-731
10. Biondi A, Ricciardi GK, Puybasset L, Abdenmour L, Longo M, Chiras J, et al. Intra-arterial nimodipine for the treatment of symptomatic cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: preliminary results. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004;25:1067-1076
11. Hänggi D, Turowski B, Beseoglu K, Yong M, Steiger HJ. Intra-arterial nimodipine for severe cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: influence on clinical course and cerebral perfusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29:1053-1060

12. Kim JH, Park IS, Park KB, Kang DH, Hwang SH. Intraarterial nimodipine infusion to treat symptomatic cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Korean Neurosurg Soc* 2009;46:239-244
13. Samuels OB, Joseph GJ, Lynn MJ, Smith HA, Chimowitz MI. A standardized method for measuring intracranial arterial stenosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:643-646
14. Wilkins RH. Cerebral vasospasm. *Crit Rev Neurobiol* 1990; 6:51-77
15. Kassell NF, Sasaki T, Colohan AR, Nazar G. Cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1985;16:562-572
16. Sobey CG, Faraci FM. Subarachnoid haemorrhage: what happens to the cerebral arteries? *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1998;25:867-876
17. Findlay JM, Macdonald RL, Weir BK. Current concepts of pathophysiology and management of cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Cerebrovasc Brain Metab Rev* 1991;3:336-361
18. Robinson MJ, Teasdale GM. Calcium antagonists in the management of subarachnoid haemorrhage. *Cerebrovasc Brain Metab Rev* 1990;2:205-226
19. Cho WS, Kang HS, Kim JE, Kwon OK, Oh CW, Son YJ, et al. Intra-arterial nimodipine infusion for cerebral vasospasm in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Interv Neuroradiol* 2011;17:169-178
20. Jun P, Ko NU, English JD, Dowd CF, Halbach VV, Higashida RT, et al. Endovascular treatment of medically refractory cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol* 2010;31:1911-1916
21. Lacy CF. *Drug information handbook: a comprehensive resource for all clinicians and healthcare professionals*. Ohio: Lexi-Comp, 2010:1093-1094, 1614-1617

동맥류성 지주막하출혈 후 발생한 뇌혈관연축의 동맥 내 니모디핀 주입술의 효과¹

이진영¹ · 최대섭^{1,2} · 손승남³ · 유재욱⁴ · 신화선¹ · 최혜영¹ · 정성훈¹ · 유진종¹

목적: 뇌동맥류 파열에 의한 지주막하출혈 후 발생하는 뇌혈관연축은 환자의 이환율과 사망률에 영향을 미치는 주요한 인자 중의 하나이다. 뇌혈관연축 환자에서 동맥 내 니모디핀 주입술의 치료효과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 2005년 2월부터 2011년 4월까지 동맥류성 지주막하출혈로 수술이나 코일색전술 후 뇌혈관연축이 발생하여 동맥 내 니모디핀 주입술로 치료한 50명의 환자를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 뇌혈관조영술을 시행하여 뇌혈관연축이 있는 경우 카테터를 통하여 니모디핀을 분당 0.1 mg의 속도로, 한 혈관당 2~3 mg을 주입하였다. 시술 직후의 혈관조영술에서 혈관연축의 호전 정도를 평가하였다. 또한 퇴원시 환자의 임상결과를 Glasgow Outcome Scale (GOS)로 평가하였으며, grade 5와 4를 만족스러운 결과를 보인 것으로 하였다.

결과: 전체 50명의 환자에서 모두 117회(1~7; 평균, 2.3)의 니모디핀 주입술을 시행하였다. 시술 직후 시행한 혈관조영술에서 혈관연축의 호전은 113예(96.6%)에서 관찰되었으며, 시술로 인해 신경학적 후유증을 동반하는 합병증은 보이지 않았다. 퇴원 시점의 GOS 평가에서 38명(76%)에서 만족스러운 임상결과를 보였다.

결론: 동맥 내 니모디핀 주입술은 동맥류성 지주막하출혈에 의한 뇌혈관연축에 효과적이고 안전한 치료법으로 생각된다. 그러나 2회 이상 반복적으로 시행하여야 하는 문제점을 가지고 있다.

경상대학교 의학전문대학원 경상대학교병원 ¹영상의학과학교실, ²건강의학연구원, ³신경과학교실, ⁴삼성서울병원 영상의학과