혈관조영실에서 실시한 마취 관리에 대한 후향적 조사

가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실

윤 준 로 · 정 은 용 · 김 미 정

Anesthetic management in an angiographic suite: a retrospective review of 88 cases

Jun Rho Yoon, Eun Yong Jung, and Mi Jung Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Background: Advances in the field of interventional and diagnostic radiology have resulted in anesthesiologists becoming involved in angiographic suites. In the present study, we evaluated the characteristics of patients and the anesthetic management in an angiographic suite, to determine what factors influenced the patient outcome.

Methods: Data pertaining to patients that were anesthetized at an angiographic suite in a university hospital between 1 January 2007 and 31 December 2007 were evaluated retrospectively. Specifically, we evaluated the patient characteristics and the types of anesthesia administered, to determine which factors were related to patient outcome.

Results: Sixty-four percent of the patients enrolled in this study were women. Cases involving coiling for unruptured and ruptured aneurysm, embolization for intracranial arteriovenous malformation and fistula, pediatric diagnostic angiography, embolization for extracranial arteriovenous malformation, and implantable cardioverter-defibrillator (ICD) implantation all required the involvement of anesthesiologists. Major postoperative complications included pneumonia, atelectasis, and hydrocephalus. In addition, GCS, net fluid balance, and anesthesia time had influence on patient outcome.

Conclusions: We evaluated the characteristics of patient groups, procedures, and postoperative complications in an angiographic suite. The results of our analysis revealed that a thorough understanding of nervous and vascular pathology, as well as knowledge of current interventional radiology, neuroanesthesia and vascular anesthesia techniques is essential for development of safe and effective care. (Korean J Anesthesiol 2009; 56: 36~46)

Key Words: Aneurysm, Angiographic suite, Arteriovenous malformation, Embolization, Intervention, Radiology.

서 론

최근에 혈관조영실의 중재적 뇌신경방사선학 영역에서 혈관내시술법의 획기적 발전을 통해 다양한 뇌혈관계질환을 치료하기 위한 적용 범위가 넓어지고 있으며, 시술시 전신마취를 포함한 마취과의사의 도움을 필요로 하는 영역이 급격히 증가하고 있다.¹⁻³⁾ Hashimoto 등은³⁾ 중재적 혈관조영실에서 마취과의사의 역할을, 선명한 영상을 얻을 수 있도록 환자의 움직임이 없도록 유지시키는 것, 시술중 뇌의 전

체혈류량과 부위 혈류량을 조절하는 것, 항응고 상태를 유지하는 것, 시술중 갑자기 발생하는 합병증을 치료하는 것, 혈관조영실로 또는 그곳으로부터 이송 동안 환자에 대한 의료적 처치를 담당하는 것, 그리고 시술후 신속한 회복을 시킴으로써 신경학적 평가를 원활하게 할 수 있도록 하는 것이라고 기술하였다. 또 소아에서 진단적 혈관조영술시 마취를 필요로 하는 경우도 발생하고 있으며, 안면부 등 두개외 동정맥기형과 심혈관에 대한 중재술시 마취과 의사의 도움을 필요한 경우도 있어, 이에 대한 마취과적 관심도 증가하고 있다.¹⁻⁴⁾

이에 저자들은 혈관내 시술시 대상 환자와 마취 관리에 관한 실태를 조사하여 향후 적절한 마취 수기의 선택과 마취 관리에 기여하고자 하여, 본원 혈관조영실에서 마취를 시행받은 환자들의 의무기록지와 마취기록지를 중점으로 후향적으로 조사하였으며, 대상 질환 및 술기, 환자들의 특성, 마취관리와 수술중 사건, 그리고 수술후 합병증에 대해

Received: July 30, 2008.

Accepted: October 31, 2008.

Corresponding author: Eun Yong Jung, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Holy Family Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 2, Sosa-dong, Wonmi-gu, Bucheon 420-717, Korea. Tel: 82-32-340-7075, Fax: 82-32-340-2255, E-mail: anes36@catholic.ac.kr

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

여 분석하여 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

대상은 2007년 1월부터 12월까지 가톨릭대학교 성가병원 혈관조영실에서 마취과의사에 의해 마취를 받은 경우들에 대하여 본 병원 전산화망과 의무기록지 및 마취기록지를 이용하여 후향적으로 연구 조사하였다.

환자들의 연령 및 성별 분포, 그리고 대상 질환에 따라 분류하여 각 군에서 기저 질환의 종류, 미국마취과학회 신체등급분류, Glasgow coma scale (GCS), APACHE II 점수, 중재의(interventionalist)의 소속 과, 질환과 실시한 술기, 마취 방법, 응급 수술 여부, 마취시간, 시술중 정맥내 투여한 승압제, 혈압강하제, 그리고 항콜린제, 동맥내로 주입된 색전 물질과 약제, 총 수액량과 총 배출량 그리고 이 둘의 차이인 순수용적차(net fluid balance), 헤파린 사용량, 수술후 컴퓨터단층촬영실에서 사용한 약, 그리고 시술중 이상 사건 발생의 유무 및 처치, 술후 합병증과 사망 여부와 술후 중환자실 입실 기간에 대하여 조사하였고, GCS, APACHE II 점수, 마취시간, 순수용적차, 헤파린 사용량과 술후 합병증 여부와 술후 중환자실 입실 기간 사이에 관련이 있는지를 분석하였다. 통계적 분석은 logistic regression 분석을 시행하여 술후 합병증 발생 여부와 관련성을 분석하였고, 상관분석을 시행하여 술후 중환자실 입실 기간과의 상관성을 분석하였다.

결 과

연구기간 중 82명에서 88건의 마취가 이루어졌으며, 미파

Table 1. Demographic Characteristics

Intervention cases	
Case	88
Patient	82
Age	53.5 (range 7–78)
Gender	Male 28 (34.1%) Female 54 (65.9%)
Disease	Unruptured aneurysm 49 (55.7%) SAH 16 (18.2%) AVM, intracranial 11 (12.5%) AVM, extracranial 6 (6.8%) Pediatric moyamoya disease 3 (3.4%) Suspected pediatric AVM 1 (1.1%) Brugada syndrome 1 (1.1%) DAVF 1 (1.1%)

AVM: arteriovenous malformation, DAVF: dural arteriovenous fistula, SAH: subarachnoid hemorrhage.

열 동맥류 49명, 동맥류성 지주막하출혈 16명, 두개내 동정맥기형(arteriovenous malformation: AVM) 9명, 경막 동정맥선트(dural arteriovenous fistula: DAVF) 1명, 모야모야병과 두개내 동정맥기형이 의심되었던 소아 3명, 두개의 동정맥기형 3명, 그리고 Brugada 증후군 1명의 환자들이 마취를 받았다. 두개내 동정맥기형 환자 2명, 모야모야병 환자 1명, 그리고 두개의 동정맥기형 환자 1명이 각 2번씩 마취받았으며 1명의 두개의 동정맥기형 환자는 3번의 마취를 받았다(Table 1).

혈관내 수술 수기의 종류에는 신경외과의 경우 동맥류 환자들에서 코일 색전술 39건, stent 이용 코일색전술 26건, 풍선 이용 혈관확장술 1건, 색전술을 실패한 경우 7건이 있었고, 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트 환자들에서 Onyx[®] (Micro therapeutics, U.S.A)와 코일 및 스텐트를 이용한 색전술이 9건, 색전술에 실패한 경우가 3건, 소아에서 진단적 혈관조영술이 4건 있었으며, 영상의학과에서 두개의 동정맥기형에 대한 경피적 경화요법 3건과 경동맥색전술 3건이 있었으며, 심장내과에서 Brugada 증후군 환자에서 체내제동기 삽입술 1건이 마취과 의사의 참여하에 시술되었다. 10건의 실패한 이유에는 구불구불한(tortuous) 동맥의 주행으로 인해 카테터의 전진이 안된 경우가 6건 있었으며, 이중 4건에서 국소적 혈관연축과 1건에서 혈전 형성이 발생하였고, 거치한 코일이 불안정하여 모동맥으로 돌출됨으로 중단한 경우가 1건, 동맥류와 동정맥기형 파열이 각 1건, 그리고 동정맥기형에서 급양 동맥이 가늘어 카테터를 전진할 수 없었던 경우가 1건 있었다.

남녀 성비는 남성이 28명(34.1%), 여성이 54명(65.9%)이었고 지주막하출혈 환자 중 남성은 4명, 여성은 12명이었다(Table 1). 연령별 분포는 60대가 26명(31.7%)으로 가장 많았으며 10, 20, 30대가 각 2명씩으로 가장 적었다(Fig. 1). 최고 연령은 78세였으며 최소 연령은 7세였다. 미국 마취과학회

Fig. 1. Age distribution of the patients.

신체 상태 분류별 분포는 class 2, class 3, class 1, class 4, class 5가 각 38명(46.3%), 21명(25.7%), 15명(18.3%), 7명(8.5%), 1명(1.2%) 순이었다. 기저질환이나 검사나 과거력상 이상 소견에는 심혈관계가 53건(60.9%)으로 가장 많았으며, 중추신경계 26건(29.8%), 소화기계 18건(20.6%), 내분비계 15건(17.2%), 호흡기계 11건(12.6%) 순서였다. 동맥류 환자에서 많은 질환에는 고혈압 45건(69.2%), 당뇨 11건(16.9%), 뇌경색 9건(13.8%), 심근경색 및 허혈 4건(6.2%), 그리고 심방세동, 알코올 중독, 축농증 각 3건(4.6%) 순이었다. 클립 결찰술과 코일 색전술을 받았던 기왕력을 가진 환자가 각 5명과 6명이었으며, 클립 결찰술 실패 직후 색전술을 받은 1건과 다른 의료 기관에서 색전술 실패 직후 전원되어 재시도한 경우가 2건 있었다. 두개내 동정맥기형 환자들의 병력에는 간염항원 양성이 3명에서, 고혈압, 정신지체, 기억력저하, 알츠하이머병, 알코올 중독, 당뇨가 각 2명에서 있었고, 가마나이프 수술과 핵(nidus) 및 뇌내혈종 제거술 그리고 코일 색전술 기왕력이 각 3명에서 있었다. 과거력상 조영제 과민 증상이 의심된 환자는 4명(4.9%)이 있었으며, 흡연과 발생 관련성이 있다고 알려져 있는 동맥류 환자에서 흡연 여부에 대하여 조사하였는데, 지주막하출혈 환자 중 25.0% 그리고 미파열 동맥류 환자 중 18.4%가 흡연자였다.

GCS 점수는 15점인 경우가 전체 환자들 중 82.9%로 가장 많았으며, 평균 GCS 점수는 소아의 진단적 혈관조영술과 두개외 동정맥기형군은 모두 15점으로 가장 높았으며, 미파열 동맥류, 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트, 지

주막하출혈군 순으로 낮았다. APACHE II 점수는 평균 5.4점이었으며 5-9점이 52.9%로 가장 많았으며, 지주막하출혈, 미파열 동맥류, 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트, 소아의 진단적 혈관조영술, 두개외 동정맥기형군 순으로 낮았다. 마취시간은 평균 162.4분이었으며 시간당 정맥내 수액 투여량은 304.0 mL이었으며 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트군이 가장 높았으며, 미파열 동맥류, 지주막하출혈, 소아의 진단적 혈관조영술, 두개외 동정맥기형군 순으로 낮았다. 시간당 동맥내 수액 투여량은 314.7 mL이었으며 지주막하출혈군이 가장 높았으며, 미파열 동맥류, 소아의 진단적 혈관조영술, 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트, 두개외 동정맥기형군 순으로 낮았고 소아의 진단적 혈관조영술시는 요로카테터를 거치하지 않아 측정하지 못하였다. 혈관내 수술후 중환자실 체재일수는 지주막하출혈군이 가장 높았으며, 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트, 미파열 동맥류군 순으로 낮았고, 소아의 진단적 혈관조영술군과 두개외 동정맥기형군은 시술후 중환자실로 입실하지 않았다. 혈관내 수술후 합병증은 30.7%에서 발생하였다(Table 2).

동맥류 환자들에서 발견된 동맥류의 개수는 모두 77개로, 동맥류의 해부학적 위치는 전순환계가 61개, 후순환계가 16개이었으며 전순환계 중에는 중대뇌동맥이 17개로 가장 많았으며, 후순환계 중에는 기저동맥이 5개로 가장 많았다. 전체 동맥류 중 중대뇌동맥 17건, 후교통동맥 13건, 전교통

Table 2. Baseline Characteristics of Each Group

	SAH (n = 16)	Unruptured aneurysm (n = 49)	iAVM & DAVF (n = 12)	Angiography* (n = 4)
GCS [†]	12.7 ± 2.84	14.9 ± 0.19	14.9 ± 0.28	15.0 ± 0.01
APACHE	9.0 ± 5.79	5.34 ± 2.62	4.41 ± 1.78	3.25 ± 1.50
Anesthesia time [‡]	173.4 ± 63.3	164.7 ± 58.3	177.0 ± 79.1	153.7 ± 128.3
IV input/hr	783.7 ± 452.5	861.4 ± 470.0	1,028.3 ± 672.8	767.5 ± 655.4
IA input/hr	400.2 ± 301.7	314.6 ± 248.3	256.1 ± 200.5	290.1 ± 260.7
Urine output/hr	300.7 ± 242.1	457.3 ± 219.2	288.4 ± 246.6	NA
Net fluid balance [‡]	386.3 ± 209.4	185.8 ± 176.8	309.6 ± 256.3	562.8 ± 225.6
Heparin (IU)	5,000 ± 1,754	4,612 ± 1,511	3,727 ± 1,009	1,217 ± 252.7
Postop Cx	68.8% (11/16)	16.3% (8/49)	58.3% (7/12)	25% (1/4)
ICU day	23.7 ± 33.7	1.71 ± 2.21	9.08 ± 22.1	0

GCS: glasgow coma scale, APACHE II score: acute physiology and chronic health evaluation II score, IV input: intravenous volume of fluid per hour, IA input: intraarterial volume of fluid minus arterial loss, Postop Cx: postoperative complication, ICU day: the duration of admission to intensive care unit after the procedure in the angiographic suite, SAH: subarachnoid hemorrhage, iAVM: intracranial arteriovenous malformation, DAVF: dural arteriovenous fistula, eAVM: extracranial arteriovenous fistula, Net fluid balance: IV input/hr + IA input/hr - urine output/hr. *Angiography is a group of the pediatric patient who had undergone diagnostic angiography and their urine output was not measured (NA). [†]GCS and postoperative complication had negative correlation ($r = -0.367$, $P < 0.01$). [‡]Net fluid balance and anesthesia duration had relation between postoperative complication with an odd ratio of 1.01 ($P < 0.01$), 1.01 ($P < 0.01$) respectively by multiple logistic regression analysis.

동맥 12건 순이었으며, 지주막하출혈에서의 동맥류의 위치는 후하소뇌동맥이 4건으로 가장 많았고 미파열 동맥류 중에서는 중대뇌동맥이 17건으로 가장 많았다(Table 3). 동맥류의 크기는 평균 5.3 mm로 지주막하출혈의 동맥류는 평균 6.1 mm로 미파열동맥류의 5.0 mm보다 더 컸다. 2.0–4.9 mm인 경우가 40개로 가장 많았으며, 5.0–9.9 mm인 경우가 29개, 10 mm 이상인 경우가 5개, 1.9 mm 이하인 경우가 2개였다(Table 4). 동맥류에 대한 색전술에 실패한 7명을 제외한 58명에서 1–13개까지의 코일을 넣었으며 1인당 평균 4.6개의 코일과 동맥류당 3.5개의 코일을 채워넣었다. 한 환자가 2개의 동맥류가 있었던 경우가 7명(10.8%)이었으며 3개와 4개를 가지고 있는 경우가 각 1명씩이었다.

두개뇌 동정맥기형(intracerebral arteriovenous malformation)의 해부학적 위치는 전두엽, 전두 및 측두엽, 전두 및 두정엽이 각 2건씩 있었으며, 측두엽, 측두두정엽, 후두엽에 각 1건씩 있었다.

응급수술은 12건으로 전체의 13.8%를 차지하였으며 이중 9건은 지주막하출혈 환자들에서, 2건은 소아들의 진단적 혈관조영술에서 시술되었고, 마취방법은 sevoflurane을 이용한 전신마취가 78건으로 가장 많았으며 완전정맥마취가 6건, isoflurane을 이용한 전신마취가 3건, 그리고 의식하 진정(conscious sedation technique)이 1건 있었다(Table 5). 마취중 사용된 승압제와 혈압하강제는 ephedrine 46건, dopamine 45건, dobutamine 9건 그리고 esmolol 15건, nicardipine 12건, nitroglycerine 4건, nimodipine 2건 순이었다. 그리고 시술중

서맥으로 atropine과 glycopyrrolate을 각 5명과 3명에서 정주하였다. 8건의 두개내 동정맥기형과 경막 동정맥선트에서 phenytoin을 dexamethasone과 함께 정주하였고 4건의 조영제 과민이 의심된 경우 methylprednisolone을 마취 유도 전부터 지속적으로 정주하였다. 헤파린의 평균 투여량은 신경외과의 경우 지주막하출혈군에서 가장 많았으며, 미파열 동맥류, 두개뇌 동정맥기형 및 선트, 소아의 진단적 혈관조영술군 순으로 낮았으며 이 군들에서 모두 동맥내 정주하였으며, 두개의 동정맥기형의 경우, 3명의 경동맥 색전술시 평균 1,666 IU를 정맥내로 정주하였다(Table 2). 뇌 동맥류, 두개내 동정맥기형, 두개외 동정맥기형 그리고 Brugada 증후군 환자에서는 하나의 동맥 카테터와 두 개의 정맥 투여로를 확보하였으며, 경막 동정맥선트 환자에서만 중심정맥로를 쇄골하접근법으로 확보하였다.

중재의에 의하여 투여된 색전물질과 경화제의 종류에는 코일은 60건에서 275개, 스텐트 27건에서 30개, Onyx[®] 이용은 9건, 95% ethanol 주입은 5건 그리고 N-butyl cyanoacrylate (NBCA) 2건이 사용되었으며, Onyx[®] 주입 전에는 용매인 dimethyl-sulfoxide (DMSO)를, 그리고 ethanol과 NBCA 이용시는 조영제인 lipiodol을 혼합하여 사용하였다. 5건(6.9%)에서 국소적 혈관연축 발생시 nicardipine을 동맥과 정맥내 주입을 하였고, 이중 1건에서 국소적 혈관연축이 소실되어 시술을 진행하였으며 나머지 4건은 시술을 포기하였다. 색

Table 3. Comparison of SAH and Unruptured Aneurysm According to Anatomical Site of the Aneurysm

	SAH	Unruptured
Anterior circulation		
P-comm	3	10
Paraclinoid	1	2
C-ICA	1	3
ICA	0	6
Ophthalmic	1	2
Sup. hypophyseal	2	1
A-comm	0	12
MCA	0	17
Posterior circulation		
Basilar tip	3	5
PICA	4	1
Vertebral	3	0

SAH: subarachnoid hemorrhage, Unruptured: unruptured aneurysm, A-comm: anterior communicating artery, ICA: distal internal carotid artery, MCA: middle cerebral artery, P-comm: posterior communicating artery, PICA: posterior inferior cerebellar artery, vertebral: vertebral artery, C-ICA: cervical internal carotid artery, Sup. hypophyseal: superior hypophyseal artery.

Table 4. Size of Aneurysms in SAH and Unruptured Aneurysm Patients

Size (mm)	SAH	Unruptured
< 1.9	0	2
2.0–4.9	8	32
5–9.9	8	21
10–25	2	3

The size of diameter of fusiform unruptured aneurysm is unmeasurable and excluded. SAH: subarachnoid hemorrhage.

Table 5. Distribution of the Type of Anesthesia

	Case (%)
Operation type	
Emergency	12 (13.6)
Elective	76 (86.4)
Anesthesia type	
G/A (sevoflurane)	78 (88.6)
G/A (isoflurane)	3 (3.4)
TIVA	6 (6.8)
Conscious sedation	1 (1.1)

G/A: general anesthesia, TIVA: total intravenous anesthesia.

Table 6. Type of Endovascular Procedure, Embolic Agents and Intra-arterial Drugs

Therapeutic modalities	Case (used number)
Embolization	
Coil	60 (275)
Stent	27 (30)
Onyx [®]	9
Ethanol	5
NBCA	2
ICD	1
Nicardipine	6
Urokinase	5
Abciximab	2

Onyx[®]: ethylene-vinyl alcohol copolymer, NBCA: n-butyl cyanoacrylate, ICD: implantable cardioverter-defibrillator.

전술 도중 모두 5건(5.7%)의 혈전 형성이 발생하였으나 전부 urokinase와 2번은 abciximab을 동맥내 정주하였고 전 부 헤파린과 교질액을 각 1,960 IU와 320 ml 정맥내 정주 후 시술을 진행하였으나, 구불구불한 혈관 주행의 1건에서는 호전되지 않아 시술을 중지하였다(Table 6). 시술중 protamine은 동맥류 파열과 동정맥기형 파열 환자 각 1명, 그리고 동정맥기형 환자 3명에서 평균 29 mg을 정주하였다.

시술후 51건에서 발판을 하지 않고 이송하였으며 수술후 컴퓨터단층촬영을 73건에서 받았으며 이 때 약물 투여가 필요했던 경우는 25명에서 midazolam 12건, thiopental sodium 5건, esmolol 4건, nicardipine과 fentanyl 각 3건 그리고 lidocaine 2건을 사용하였다.

시술후 합병증에는 폐렴 7건, 무기폐 6건, 뇌수종 5건, 그리고 혈관연축, 섬망, 흉막유출 각 4건 등이 발생하였고, 시술 도중 구불구불한 혈관 주행으로 색전술을 진행하는데 실패한 1명의 지주막하출혈 환자가 시술 4 일후 사망하였다(Table 7).

술후 합병증 발생 유무는 마취시간과 순수용적차이와 관련성이 있었고(각 odd ratio = 1.01, $P < 0.01$), 술후 중환자실 입실 기간은 GCS와 사이에 뚜렷한 음적 선형관계를 보였다($r = -0.367$, $P < 0.01$).

고 찰

혈관 촬영에 일대 변화를 가져온 디지털 감산혈관조영술(digital subtraction angiography)의 개발, 유연한 미세카테터-미세인도 체계(flexible microcatheter-microguide system)에 의한 혈관내 중재술에서 정교한 혈관 초선택(superselection) 기술의 발전, 그리고 다양한 색전물질의 소개로 말미암아 혈관내 중재술이 최근 활발하게 이루어지고 있다. 혈관내 중

Table 7. Postoperative Complication

Postoperative complication	Cases
Pneumonia	7
Atelectasis	6
Hydrocephalus	5
Delirium	4
Pleural effusion	4
Vasospasm	4
Hemiparesis	3
ARF	1
Pulmonary edema	1
Seizure	1
Death	1

ARF: acute renal failure.

재술을 전신마취하에 시행시 혈관이 파열될 위험성이 적으며 두개뇌압의 조절이 쉽기 때문에 국소마취보다 주로 전신마취 하에 시술하는 경향이 있으며, 이에 따라 중재적 방사선실에서 마취과의사의 역할도 함께 증가하고 있다.⁵⁻⁷⁾ 또 소아처럼 혈관조영술시 협조가 어렵기 때문에 마취과의사의 도움이 필요한 경우도 증가하고 있다.⁴⁾ 본원의 혈관조영실은 세 개의 방들로 구성되어, 각각 신경외과, 영상의학과, 심장내과와들이 중재술 및 혈관조영술을 시술하고 있으며, 이중 마취과의사에 의하여 마취관리가 시행되었던 경우들에 대하여 조사하였다.

시술의 대상 질환 중 가장 많은 부분을 차지한 동맥류의 남녀의 발생빈도는 비슷하며 40세 이하에서는 남성이 많고 50세 이상에서는 여성이 많고, 40-60세 사이에 가장 흔하게 발생하고 55-60세 사이가 가장 호발한다고 알려져 있다.⁸⁾ 본 분석에서 남성은 평균 44.0세, 여성은 59.8세로 여성의 경우 상기 내용과 비슷하였으나 성비에서는 여성이 더 많았다. 미파열동맥류에 대한 적극적 치료가 필요한지에 대하여 아직 결론이 확실하지 않지만, 최근의 혈관내 시술의 향상된 안전성의 영향과 동맥류의 지름이 10 mm 이상, 모양이 다엽(multiple lobe)성, 또는 동맥류가 여러 개가 있는 경우는 동맥류가 파열할 확률이 높다는 연구, 그리고 일부 파열된 동맥류 환자에서 압박한 파열 전에 혈전, 팽창, 또는 염증으로 인한 급, 만성 신경학적 징후나 증상들이 있었다는 보고에 근거하여 색전술을 포함한 적극적 치료를 하는 추세이다.⁹⁻¹⁴⁾ 본 연구에서 미파열 동맥류 환자들은 심한 두통, 구토 등의 중추신경계의 증상을 가지고 내원하여 검사상 동맥류가 발견된 경우들이었다. 동정맥기형의 첫 발견은 10대에서 40대 사이에 주로 이루어지며 남녀의 성별비는 비슷하다고 알려져 있다.¹⁵⁾ 본 연구에서는 시술 당시 평균 연령이 51.4세로 이미 여러번의 수술 및 색전술을 받은 과

거력을 가지고 있었다. 두개내 동정맥기형 환자들은 정신과적 장애를 많이 가지고 있었는데, 이는 성장하면서 만성적인 비경색성 뇌관류의 저하, 동정맥기형 주변의 steal 현상, 동정맥기형의 직접적 종괴 효과, 또는 다른 알려지지 않은 신경학적 변화들이 인지장애와 학습능력저하를 초래하기 때문인 것 같았다.¹⁶⁾

대상 환자들에 노인이 많은 것은 대부분을 차지한 동맥류 환자에서 이 병이 선천적 요인과 더불어 퇴행성 요인이 관련되기 때문으로 생각된다. 이에 따라 노화로 인한 심혈관계 질환이 많았다. 고혈압이 가장 흔한 기저질환이었는데, 이는 마취시 혈압 조절을 자주 필요로 하게 만들었다.¹⁾ 또 동맥류의 발생에 흡연이 영향을 주며 흡연자의 경우 비흡연자보다 지주막하출혈의 빈도가 5배 높아 만성폐쇄성폐질환 같은 폐질환의 유병율을 높여 마취시 활동항진 기도(hyperactive airway), 증가된 carboxyhemoglobins의 수치, 증가된 산소 요구량, 손상된 섬모 운동성이 수술후 호흡기 합병증을 일으키기 쉬우므로 마취위험도에 영향을 주는 요인이라 생각된다.¹⁷⁾ 지주막하출혈 환자에서 폐부종을 동반하는 빈도도 23%로 알려져 있으며 나이가 많을수록 그리고 신경학적 결손이 심할수록 그 빈도가 증가한다고 하는데 본 연구의 2명에서 폐부종을 가지고 있었다.¹⁸⁾ 지주막하출혈시 의식저하와 손상된 기도반사는 흡인성폐렴을 보일 수 있다고 하였는데 1명에서 이를 확인하였다.¹⁷⁾ 다낭포진은 동맥류와 상염색체성 우성형질로 함께 자주 유전된다고 알려져 있는데, 본 조사를 통해 한 환자에서 이를 발견하였다.¹¹⁾ 수술전 알아보아야 하는 조영제 과민 여부는 시술 몇 일전 국소마취하에 실시한 혈관조영술시 조영제과민이 의심되는 환자가 4 명이 있었으나, 혈관내 색전술시 과민반응은 발생하지는 않았다.

본 혈관조영실에는 유리 납 스크린이 설치된 조정실에서 활력징후를 감시할 수 있는 Solar 8000M Patient Monitor[®] (GE Medical Systems Information Technologies, U.S.A)가 구비되어 있어 마취의는 그곳에서 지속적으로 감시하였으며 간헐적으로 방사선 조영 근처에서 처치하였다. 소아 혈관조영술 환자를 제외한 시술시에는 요골동맥내에 카테터를 거치시켜 지속적인 혈압 감시와 동맥내 가스 분석을 포함한 검사에 대한 혈액 채취를 하였고 모든 성인 환자들에서는 정맥로는 두 개를 확보하였다. 감시는 수술실에서처럼 심전도, 말초산소포화도, 호기말 이산화탄소분압, 호기가스분석, 혈압, 체온이 포함되었고 많은 양의 헤파린화 생리식염수의 사출과 조영제의 사용으로 인한 삼투성 이뇨에 의한 과량의 소변량 때문에 성인 환자에서는 요로 카테터를 거치하였다. 중심정맥압 측정은 공기색전증이나 출혈이 혈관내 시술시 발생이 드물기 때문에 본 조사에서도 1명의 경막 동정맥선트 환자에서만 색전 물질로 인한 폐색전증의 발생

가능성 때문에 거치되었다.¹⁷⁾

중재적 방사선실에서 사용되는 마취 방법으로는 보통 전신마취와 의식하 마취(conscious sedation)가 있다.^{2,16,19)} 의식하 마취시 진정제는 혈관내 시술시 시행하는 기능검사에 영향을 줄 수 있고, 의식하 마취하에 뇌혈관조영술시 호흡이나 기도유지가 손상되어 재양적 결과를 초래할 수 있는 반면, 기도삽관을 이용한 전신마취는 기도가 확실하게 확보되며 뇌압에 대한 더 향상된 조절이 가능하고 수술중 신경학적 응급상황에 대처하기 용이하기 때문에 더 선호되는 추세이며 본 연구에서 마취 방법으로 심장에 대한 체내제세동기 삽입을 제외한 모든 경우들에서 사용되었다.¹⁶⁻²⁰⁾

전신마취는 흡입 마취제나 완전정맥마취로 마약제를 함께 사용하며 실시하였다. 혈관내 시술시 sevoflurane은 낮은 농도에서는 뇌혈관 자동조절이 영향받지 않으며 뇌혈류량과 뇌산소소모량의 조화가 보존되므로 낮은 농도의 흡입마취제로 이상적이라고 하였다.^{17,21-23)} 또 수술전 Creatinine에 대한 BUN의 비율이 높은 경우, 다낭포진, 루프스 환자처럼 신기능이 저하되어 있다고 판단된 3명에서 흡입마취제로 isoflurane을 사용하였다.^{24,25)} 아산화질소의 사용이 시술중 공기색전 발생시 그 크기를 증가시킬 가능성 때문에 사용을 우려하는 의견도 있으나, Lakhani 등의¹⁷⁾ 보고처럼 본 연구에서도 모든 환자에서 아산화질소 50%의 호기말 농도를 사용하였으나 이상 소견은 발견할 수 없었다. 또 propofol 중심의 정맥마취는 혈관내시술시 배출 체계가 잘 구비되지 않은 혈관조영실에서 대기오염을 시키지 않는 점과 빠른 회복의 장점과 더불어 뇌압이 증가된 경우 뇌 뇌혈관 자동조절이 잘 유지되는 장점을 고려하며 4건의 지주막하출혈 환자들을 포함한 5명의 동맥류 환자들과 1명의 안면부 동정맥기형 환자에서 완전정맥마취를 실시하였다.²⁶⁻²⁹⁾ 마약제제는 내인성 뇌혈관효과들이 결여되어 있고 신경방사선중재술에 안전하다고 알려져 있다.^{16,17)} 특히 remifentanyl의 지속적 정주는 신속한 작용시작, 안정적으로 쉽게 조절할 수 있는 혈액동학적 특성, 그리고 특히 짧은 제거 반감기 등으로 신속히 깨워 신경학적 평가를 할 수 있고 콜린성 신경 전달 부전이 있을 수 있는 노인과 인지 장애 환자 등에서 전달체계를 보존해주므로 신경중재술에 적합하다.^{30,31)} 따라서 신경중재술의 55.8%에서 적은 농도의 sevoflurane과 remifentanyl이나 sufentanyl의 지속적 정주와 fentanyl의 간헐적 정주를 보조적으로 병용하는 마취방법을 사용하였다.

전체 동맥류 환자들 중 5.4-33%가 다발성으로 동맥류를 보유하고 있다고 보고되어 있으며 본 연구에서도 9명이 다발성 동맥류를 가지고 있었다.^{8,32)} 가장 근위부, 가장 불규칙한 모양, 그리고 가장 큰 동맥류가 지주막하출혈의 원인이 되며 나머지는 출혈의 위험이 되는 경우가 드문 것으로 알려져 있어, 2건을 제외하고는 다발성인 7건에서도 원인이

되는 동맥류만을 코일을 집어넣었다.³²⁾ 뇌동맥류가 호발하는 부위로 전교통동맥, 후교통동맥, 그리고 중대뇌동맥이 있으며 본 연구에서도 이 세 부위에 대한 시술이 많았다.¹⁶⁾

동맥류성 지주막하출혈은 치료를 하지 않을 경우 50%의 사망률을 보인다고 알려져 있어 전체 응급 수술 12건 중 7건을 지주막하출혈 환자에서 시행하였다.⁸⁾ Pearce는²⁰⁾ 방사선실에서 응급마취는 생리기능의 심한 이상을 가지고 있는 경우가 많으므로 주의하여야 한다고 지적하였다. 또 본 병원 신경외과는 동맥류성 지주막하출혈의 경우 재출혈을 방지하기 위해 조기 수술을 원칙으로 하고 있어 지주막하출혈 환자의 44%가 응급 혈관내 색전술을 받았다. 조기 클립 결찰술은 혈관연축의 발생을 촉진시킬 수 있다는 보고가 있는 반면, 코일 색전술은 혈관연축을 촉발시키는 여부의 관점에서 평가할 때 수술보다 시기에 크게 영향주지 않는다고 알려져 있으며, 이는 조기 수술이 방침인 병원에서 클립 결찰술에 대한 코일 색전술의 장점으로 고려될 수 있는 요인인 것 같다.^{33,34)} 그러나 동맥류에 대하여 코일 색전술이나 클립 결찰술 중 어느 것을 할지에 대하여 아직 명확한 기준은 확립된 바 없으며, 연구자에 따라서는 코일 색전술을 클립 결찰술시 높은 치사율을 보이는 Hess-Hunt grade 4, 5와 중추신경계 이외의 건강 문제를 가진 지주막하출혈 환자에서 우선적으로 실시하라고 권장되기도 하듯이, 본 조사에서도 중증도를 의미하는 APACHE II의 평균 점수가 지주막하출혈군이 다른 군들보다 높았고, 따라서 지주막하출혈 환자의 마취시 더 신중한 접근을 필요로 한다고 사료된다.¹⁷⁾ 또 GCS가 낮을수록 술후 중환자실 입실 기간이 길어진 분석 결과에 따라 혈관내 시술시 GCS 평가가 마취 전 철저하게 이루어져야 하겠다.

마취 중 특히 고혈압을 가진 환자들이 많아 고혈압 환자의 마취 유지시 특징적인 혈압의 요동이 심하여 승압제와 항고혈압제를 자주 이용하였다.³⁵⁾ 이에 더하여 수액의 동맥내 주입과 삼투압성 배출로, 일반적 수술시 같은 큰 출혈은 없지만, 체내 수액의 큰 이동은 심혈관계 기능의 안정적 유지에 어려움을 더하였다. 또 허혈이 발생하기 쉬운 동맥류 환자들에서 유도 저혈압은 사용하지 않았다.³⁶⁾

지주막하출혈은 뇌관류에 대한 자동조절에 손상을 초래하므로 저혈압은 허혈을 초래하고 고혈압은 파국적인 재출혈과 뇌부종의 기회를 높이므로 피하였으나, 국소적 혈관연축이 발생시 원위부 측부 혈류량을 증가시키기 위해 수액과 승압제의 투여를 통하여 유도 고혈압을 만들었다.^{9,16)} 또 여러 종류의 카테콜아민의 정주를 사용하여 저혈압 발생시 뇌관류압을 유지하려 하였다. 이 약들은 뇌관류저하와 관련된 신경학적 예후를 뇌압을 올리지 않으면서 개선시킨다고 알려져 있다.³⁷⁾ 또 8명에서 시술중 서맥으로 항콜린제를 사용하였는데, 이는 경동맥을 미세카테터가 통과시 발생할 수

있는 압력수용기(baroreceptor)의 활성화 때문인 것 같으며, 이 현상은 특히 혈관 모양이 구불구불할수록 잘 발생한다고 알려져 있다.¹⁷⁾

그리고 다양한 혈압강화제를 사용하였는데, 가장 많이 사용한 esmolol은 짧은 반감기를 가지며 뇌압을 증가시키지 않으므로 사용하기 좋고 nimodipine은 고도의 친지방성이므로 nicardipine보다 혈액뇌장벽을 잘 통과하며 뇌혈관 자동조절이 유지되나, 본 연구에서 중재의는 미세카테터의 자극에 의한 국소적 혈관연축시 nicardipine의 동맥내 주입을 선호하였으며 마취의도 2건의 nimodipine을 제외한 12건에서 nicardipine의 정맥내로 주입하였는데 이는 nimodipine이 차광상태를 필요로 하는 등 약제 준비에 있어 시간이 걸리기 때문이었다.³⁸⁾ 또 뇌병변이 있는 경우 nitrovasodilator를 사용하는 것은 두개내압을 올려, 뇌부종을 일으키고, 이산화탄소에 대한 반응성을 손상시킬 수 있어 위험하다고 일반적으로 알려져 있으나, 1명의 미파열 동맥류 환자에서 심전도 변화시 transdermal patch를 그리고 2건의 동정맥기형 환자에서 접착제(glue)를 주입하기 전에 영양공급동맥의 혈류량을 적게 하여 혈류정지(flow arrest)를 만드는데 유용하다고 알려져 있어 유도 저혈압을 유발시 사용하였다.^{1,9,16)}

뇌혈관 중재술 및 혈관조영술시 세정과 혈전 형성을 방지할 목적으로 유도자 삼입후 3,000 IU의 헤파린을 정주하고 그후 1시간마다 2,000 IU를 동맥내 정주하였으며 두개의 동정맥기형에 대한 경동맥색전술시는 1,500–2,000 IU를 1회 정맥내 정주하였다. 대부분의 경우 시술중 activated coagulation time 측정을 시술 2시간 후 일 회 실시하고 있으며 200초 이하나 300초 이상인 경우 더 자주 실시하며 헤파린의 정주를 중지 및 추가 투여하였으며 생리식염수 1 L에 2,000 IU의 헤파린을 혼합하여 용액 낭의 압박에 의한 지속적인 주입과 더불어 적어도 2분에 1회 정도로 중재의가 동맥내로 사출하는 방식으로 행하였다.

중재술 동안 발생할 수 있는 사건에는 혈전 형성, 뇌경색, 뇌동맥류의 재파열, 카테터의 위치 이상, 폐색전증, 동맥류의 천공, 폐부종, 모동맥의 국소적 혈관연축 그리고 코일의 파손 및 위치 변경으로 인한 모동맥의 의도하지 않은 폐쇄 등이 있는데 11–20%에서 발생하며 시술과 관련된 사망률은 1.1–2.3%이다.^{6,9,16,39)} 시술 중 구불구불한 혈관 및 국소적 혈관연축 발생으로 미세카테터가 전진이 안되는 경우 중재의는 nicardipine을 동맥내 투여하며 혈관확장을 위해 고탄산혈증 상태를 만들어줄 것을 요구하므로 시도하였으나, 본 연구에서는 5건중 1건을 제외하고 효과가 없었는데, 이는 고탄산혈증은 작은 뇌동맥의 내경은 확장시키지 않기 때문인 것 같다.⁴⁰⁾ 한편 시술중 5건에서 혈전 형성이 발생하였으나 모두에서 동맥내 urokinase와 glycoprotein IIb/IIIa 수용체 길항제인 abciximab 그리고 정맥내 헤파린과

혈소판 응집을 목적으로 투여한 교질액 정주로 소실되었으며, 시술을 포기한 1건은 형성된 혈전은 제거되었으나 구불구불한 혈관 주행으로 미세카테터의 전진에 실패 때문이었다. 본 병원에서는 지주막하출혈에서 혈관연축 발생에 대한 우려와 헤파린의 짧은 반감기 때문에 혈관내 시술후 일반적으로 헤파린을 역전시키지 않았으나 혈관 구조가 혈동학적 변화에 취약하다고 판단된 3명의 동정맥기형 환자에서 protaimne으로 역전시켰으며, protaimne의 부작용인 저혈압, 아나필락시, 폐고혈압의 징후는 관찰할 수 없었다.¹⁾ 또 각 1건의 미파열 동맥류 파열과 동정맥기형 파열시 혈압의 갑작스런 큰 증가가 관찰되었으며 protamine으로 헤파린의 작용을 역전시키며, 갑작스러운 혈압 증가를 피하기 위해 esmolol을 정주하였고, 과환기와 mannitol을 사용하여 증가된 뇌압을 낮춘 후, 수술장으로 이송하였다. 본 연구에서 과거력상 코일 색전술을 받았던 환자가 9.2%였으며, 재소통(recanalization)은 코일 색전술후 7.7-15%에서 발생한다고 알려져 있기 때문에 앞으로의 색전술의 시술 증가의 한 요인으로 작용하리라 예상된다.³⁹⁾

수술후 뇌부종, 수액 및 전해질 이상, 뇌수종, 혈관연축에 이차적으로 발생하는 지연성 허혈성 신경손상이 합병증으로 발생할 수 있다.^{5,6,41)} 수액과 전해질 이상이 동맥류 수술후 8.8%에서 발생하며 혈관내 수액량이 지주막하출혈 환자들에서 36-100%까지 저하되므로 신기능이상을 초래하는데, 본 연구에서도 1명에서 신부전이 수술후 발생하였다.^{17,41)} 마취시 수혈은 시행한 적이 없었으며, 수혈은 지주막하출혈에서 혈관연축을 촉진시킬수 있다고 알려져 있다.¹⁸⁾ 마취시간이 길수록, 순수용적차이가 클수록, 술후 합병증 발생이 많이 발생하는 것으로 분석되었으며, 이는 가능하면 시술과 마취시간을 줄이고 합리적 수액량을 유지하는 마취관리가 환자 예후에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 의미한다.

지주막하출혈 후 혈관연축이 발생한 한 명의 지주막하출혈 환자에서 혈관성형술을 시행하였는데, 환자는 타 병원에서 코일 색전술 실패후 국소적 혈관연축이 발생하여 약물치료에 반응하지 않아 전신마취하에 풍선을 이용한 혈관성형술 후 코일 색전술을 함께 시술하였다. 본 병원에서는 혈관성형술과 혈전용해술을 일반적으로 국소마취 하에 진행되나, 앞으로 시술시 신경전기학적 감시를 동시에 시행하는 방식이 활성화된다면 이 시술도 전신마취의 대상이 될 것으로 예상된다.¹⁻³⁾

중재적 신경방사선학 분야는 숙련된 마취의가 관련한 경우에도 높은 이환율을 보였다고 보고된 바 있다.^{42,43)} 중재술후 합병증은 수술시보다 높다고 알려져 있으며, 탈모, 일시적 반신마비, 영구적 신경 손상, 허혈성 결손의 악화, 그리고 사망이 있다.^{42,44)} 시술후 사망률은 5.2%로 알려져 있으며, 본 연구 대상 중 1명이 사망하였는데, 사인은 혈관연축

에 의한 연수 마비로 인한 호흡부전이었다.³⁹⁾

정맥계에 비하여 동맥계가 차지하는 용적이 적으므로 적은 양의 동맥내 주입도 용적 과부하를 쉽게 발생시킬 수 있으므로 나트륨의 혈장농도의 감시와 적절한 수액 공급을 하는 것이 필요하다고 판단된다. 합리적인 수액 투여로 과부하를 피함으로 수술후 뇌부종을 최소화시킬 수 있다.⁹⁾ 본 연구에서 동맥내로 주입된 수액 투여의 양은 시간당 평균 315 ml의 많은 양으로 이것이 atrial natriuretic peptide의 증가를 초래하고 또한 조영제가 삼투성 이뇨를 일으키므로 자주 과도한 이뇨를 일으킨다.¹⁸⁾ 본 조사에서도 평균 시간당 412 ml의 많은 평균 소변량이 측정되었다.

전통적으로 외과적 제거술 전에 동정맥기형의 급양 동맥(feeding artery)들을 색전하며 20%의 환자들에서는 작은 크기 때문에 색전술만으로도 치료가 될 수 있다고 알려져 있다.^{9,16)} 여러 개의 영양공급 동맥을 가진 동정맥기형은 단계적 수술이 필요하기 때문에 각 수술전에 여러번의 색전술이 필요하다.⁹⁾ 본 연구에서는 9명 중 2명이 두 번의 색전술을 받았으며 10번의 경우 접착제로 Onyx[®]를, 한 번은 8개의 코일을 사용하여 시술하였다. Onyx[®]는 비흡착성 액성 색전물질로 ethylene-vinyl alcohol copolymer로 구성되어있다. 기존의 접착제보다 합병증의 빈도가 더 낮다고 알려져 있다.¹⁾ 그러나 평소 관류가 적었던 곳으로 갑작스런 재관류는 perfusion breakthrough를 초래하며 이는 자동조절 범위를 초과하여 뇌내 출혈을 일으키거나 또는 뇌부종을 일으킬 수 있으며, 본 연구의 한 환자에서도 뇌내출혈이 발생하였다.^{9,16)} 따라서 색전술 마취 중 평상시 수준보다 동맥압을 10-15% 낮게 유지하는 것이 안전하며 베타차단제와 nitrovasodilator가 이런 목적으로 사용에 적합하다고 알려져 있어 사용하였다.¹⁶⁾ Onyx[®] 주입 전에 투입하는 용매인 dimethyl-sulfoxide (DMSO)는 수술후 간질을 유발할 수 있어, 이를 예방하기 위해 phenytoin을 8건에서 정맥내 투여하였다.⁴⁵⁾ 본 조사에서 두개내 동정맥기형에 대한 색전술 후 합병증 발생은 70%로 매우 높았으며, 대부분이 무기폐, 폐렴, 폐부종의 호흡기 문제였으며 이는 DMSO로 인한 간질 발생을 막기 위해 8명에서 시술후 기도내 튜브를 발관하지 않았으며 이중 5명에서 기계환기를 최소 1시간에서 46시간까지 계속하였는데, 시술 직후 발관을 받았던 2명에서 수술후 합병증이 발생 안된 것을 고려시, 시술후 기계환기가 영향을 주었다고 추정된다.

Onyx[®] 색전술을 시도한 9명의 동정맥기형 환자 외에 1명의 경막 동정맥선트 환자도 Onyx 색전술을 시술받았다. 경막 동정맥선트는 주로 외상후 혈전에 의해 정맥동 협착에 의해 동정맥선트가 형성된 것으로 모든 두개내 혈관 기형들 중 10-15%를 차지한다.^{1,9)} 이 환자도 4년 전 경막하혈종 후 전두부에 발병하였으며 이 병 자체가 고유출

(high-flow) 상태이므로 심부전이 오기쉬운데, 과거력상 1년 전 심근경색으로 경피적 관상동맥 중재술을 받은 상태였고 수술전 심초음파상 심실 수축시 기능저하가 관찰되었다. 색전술시 일시적인 호흡정지와 Valsalva manoeuvre의 실시가 누공을 찾는 데 도움이 될 수 있다고 알려져 있으나 환자의 전신상태가 불량하여 실시하지는 못했다.⁹⁾ 경막 동정맥선트에서 배출 정맥으로 접착제의 유출은 폐색전을 일으킬 수 있으므로 중심정맥압의 증가와 호기말 이산화탄소 측정값의 감소를 포함한 활력징후의 이상 유무에 대한 감시에 유의하였다.⁹⁾

저자들은 2명의 모야모야병 환아와 뇌진탕 후 간질 발작으로 동정맥기형이 의심된 1명의 환아에서 4번의 진단적 혈관조영술시 sevoflurane-N₂O-O₂의 전신마취를 실시하였다. 환아가 움직임이 없이 진단적 방사선 촬영중 자세를 유지하는 것을 못함으로 검사에 실패하는 경우가 16%에 달한다는 Malviya 등의⁴⁶⁾ 보고처럼, 전신마취는 이런 실패들을 방지해주기 때문에 환아에서 방사선 검사시 마취의 도움이 필요한 경우가 더 증가될 것으로 예상된다.

안면부에 생긴 3명의 두개외 동정맥기형 환자에서 3번의 경피적 그리고 3번의 혈관내 색전술을 전신마취하에 영상 의학과 중재의가 시술하였다. 중재의는 말초 동정맥기형에는 95% ethanol뿐만 아니라 coil과 N-butyl cyanoacrylate (NBCA)를 사용하였다. 조영제와 함께 95% ethanol을 방사선 투시하에 경피적으로 주입하여 화학적 화상을 유발하여 정맥 기형이 쭈그러들도록 유도하였는데 두개외 색전술 직후 수포(blistering), 혈색소뇨증, 깊은 궤양, 국소적 신경 손상, 폐색전증, ethanol 사용시 폐고혈압, 환기-관류 불일치에 의한 산소포화도의 저하 및 심폐정지, 그리고 혈종과 부종으로 인한 상기도의 폐쇄도 발생할 수 있어 감시를 하였으나, ethanol의 주입 횟수와 사용량에 있어 다른 보고에 비해 소량이었기 때문에 이상 소견은 관찰되지 않았던 것 같다.^{1,16,47)}

시술에 실패한 10건과 진단적혈관조영술을 받은 4건을 제외한 모든 신경외과 환자들은 혈종, 급성 뇌수종이나 경색의 발생 여부를 알아보기 위해 혈관내 중재술후 컴퓨터 단층촬영을 받았으며 마취의는 환자의 호흡 감시, 혈압 조절 및 의식을 감시하며 고혈압시 esmolol과 nicardipine, 격앙으로 진정이 필요한 경우 midazolam과 thiopental sodium, 그리고 기침을 억제시키기 위해 lidocaine을 투여하였으며, 구역 및 구토는 고삼투압 조영제에 의한 삼투성 이뇨 때문인 경우가 많으므로 수액 공급으로 대처하였다.⁹⁾ 급격한 무의식 발생은 뇌혈관에서 카테터 돌출에 의한 혈관미주반응(vasovagal reaction), 두개내압의 급성 증가, 그리고 뇌경색에 의해 생길 수 있으므로 시술 후에도 새로운 신경학적 결손의 발생을 포함한 의식 상태의 변화가 있는지에 대하여 중

점적으로 관찰하였다. 이후 진단적 혈관조영술을 받은 소아들과 두개외 동정맥기형 환자들을 제외한 모든 환자들은 중환자실로 이송되었다.⁹⁾

그리고 1명의 Brugada 증후군 환자에서 ICD 삽입술시 midazolam과 fentanyl을 사용하여 의식하 마취를 실시하였다. 심혈관에 대한 중재적 시술에 마취과의사가 참여하는 것이 환자의 예후에 긍정적으로 작용할 지에 대해 많은 논의가 이루어지고 있지만, 본 경우같은 심장내과의 혈관내 시술의 증가에 따라 마취과의사의 참여도 증대할 것으로 예상된다.^{48,49)}

결론적으로 본 연구를 통해 저자들은 첫째, 일개 대학병원의 혈관조영실에서 마취되는 환자들의 질환의 서로 다른 특성과 그에 따른 마취 계획에 대한 영향을 확인할 수 있었으며, 이는 GCS 평가를 중점적으로 하여 술전 환자 상태에 대한 세밀한 평가와 각 질환 별로 그 특성에 맞는 마취 관리가 필요하다는 점을 상기시켜주었다. 둘째, 혈관조영실에서의 시술은 단순히 마취하는 장소의 변화일 뿐이라는 과거의 견해로부터 마취과의사가 적극적으로 독특한 역할을 수행하여야 하는 마취과학의 새로운 분야라는 방향으로 전개되고 있는데, 본 연구를 통하여서도 이 사실을 확인할 수 있었고, 중재의와 긴밀한 협력하에 시술이 원활하게 이루어지도록 마취과의사는 중요한 역할을 하여야 함을 확인할 수 있었다. 셋째, 혈관조영술에서 이루어진 시술중 뇌혈관 시술에서 술후 합병증의 높은 발생 빈도는 이를 감소시키기 위해 가능하면 마취시간을 줄이고 수액양에 대한 마취관리에 유의할 것을 발견할 수 있었다. 앞으로 혈관조영실에서의 표준적 마취 방법을 확립하기 위한 더 많은 세부적 연구가 필요하다고 생각된다.

REFERENCES

1. Young WL: Anesthesia for endovascular neurosurgery and interventional neuroradiology. *Anesthesiol Clin* 2007; 25: 391-412.
2. Mackenzie RA, Southorn PA, Stensrud PE: Anesthesia at remote locations. In: *Anesthesia*. 5th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2000, pp 2241-69.
3. Hashimoto T, Gupta DK, Young WL: Interventional neuro-radiology-anesthetic considerations. *Anesthesiol Clin North America* 2002; 20: 347-59.
4. Taghon TA, Bryan YF, Kurth CD: Pediatric radiology sedation and anesthesia. *Int Anesthesiol Clin* 2006; 44: 65-79.
5. Vespa PM, Gobin YP: Endovascular treatment and neurointensive care of ruptured aneurysms. *Crit Care Clin* 1999; 15: 667-84.
6. See JJ, Manninen PH: Anesthesia for neuroradiology. *Curr Opin Anesthesiol* 2005; 18: 437-41.
7. Young WL, Pile-Spellman J: Anesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Anesthesiology* 1994; 80: 427-56.

8. Locksley HB, Sahs AL, Knowler L: Report on the cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1966; 24: 922-32.
9. Varma MK, Price K, Jayakrishnan V, Manickam B, Kessell G: Anaesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Br J Anaesth* 2007; 99: 75-85.
10. Wiebers D, Whisnant J, Fobes G, Meissner I, Brown R, Piepgras D, et al: Unruptured intracranial aneurysms--risk of rupture and risks of surgical intervention. *N Engl J Med* 1998; 339: 1725-33.
11. Tamargo RJ, Walter KA, Oshiro EM: Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: prognostic features and outcomes. *New Horiz* 1997; 5: 364-75.
12. Wiebers DO, Whisnant JP, O'Fallon WM: The natural history of unruptured intracranial aneurysms. *N Engl J Med* 1981; 304: 696-8.
13. Wiebers DO, Whisnant JP, Sundt TM Jr, O'Fallon WM: The significance of unruptured intracranial saccular aneurysms. *J Neurosurg* 1987; 66: 23-9.
14. Leblanc R: The minor leak preceding subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1987; 66: 35-9.
15. Choi CL: Neurosurgery. Seoul, Jungangmoonwhajinsu. 1996, pp 306-11.
16. Kraye S: Anaesthesia for interventional neuroradiology. *Curr Opin Anaesthesiol* 2000; 13: 421-7.
17. Lakhani S, Guha A, Nahser HC: Anesthesia for endovascular management of cerebral aneurysms. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23: 902-13.
18. Solenski NJ, Haley EC Jr, Kassell NF, Kongable G, Germanson T, Truskowski L, et al: Medical complications of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a report of the multicenter, cooperative aneurysm study. *Crit Care Med* 1995; 23: 1007-17.
19. Singer RJ, Norbath AM: Interventional neuroradiology: techniques, applications, and clinical issues. *Int Anesthesiol Clin* 1996; 34: 161-78.
20. Pearce A: Imaging procedures. In: *Emergency Anaesthesia*. 2nd ed. Edited by Adams AP, Hewitt PB, Grande CM: London, Arnold. 1998, pp 113-22.
21. Matta BF, Heath KJ, Tipping K, Summors AC: Direct cerebral vasodilatory effects of sevoflurane and isoflurane. *Anesthesiology* 1999; 91: 677-80.
22. Bedford NM, Girling KJ, Harrison JM, Mahajan RP: The effects of sevoflurane and nitrous oxide on middle cerebral artery blood flow velocity and transient hyperemic response. *Anesth Analg* 1999; 89: 170-4.
23. Archer DP, Pappius HM: Coupling of local cerebral blood flow to local cerebral glucose utilization during isoflurane and sevoflurane anesthesia. *Anesthesiology* 1999; 91: 889-91.
24. Summors AC, Gupta AK, Matta BF: Dynamic cerebral autoregulation during sevoflurane anesthesia: a comparison with isoflurane. *Anesth Analg* 1999; 88: 341-5.
25. Nishiyama T, Matsukawa T, Yokoyama T, Hanaoka K: Cerebrovascular carbon dioxide reactivity during general anesthesia: a comparison between sevoflurane and isoflurane. *Anesth Analg* 1999; 89: 1437-41.
26. Sakai K, Cho S, Fukusaki M, Shibata O, Sumikawa K: The effects of propofol with and without ketamine on human cerebral blood flow velocity and CO₂ response. *Anesth Analg* 2000; 90: 377-82.
27. Yamaguchi S, Midorikawa Y, Okuda Y, Kitajima T: Propofol prevents delayed neuronal death following transient forebrain ischemia in gerbils. *Can J Anaesth* 1999; 46: 593-8.
28. Conti A, Iacopino DG, Fodale V, Micalizzi S, Penna O, Santamaria LB: Cerebral haemodynamic changes during propofol-remifentanyl or sevoflurane anaesthesia: transcranial doppler study under bispectral index monitoring. *Br J Anaesth* 2006; 97: 333-9.
29. Engelhard K, Werner C: Inhalational or intravenous anesthetics for craniotomies? Pro inhalational. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19: 504-8.
30. Warner DS: Experience with remifentanyl in neurosurgical patients. *Anesth Analg* 1999; 89(Suppl 4): S 33-9.
31. Fodale V, Schifilliti D, Pratico C, Santamaria LB: Remifentanyl and the brain. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008; 52: 319-26.
32. Nibbelink DW, Torner JC, Henderson WG: Intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 1977; 8: 202-18.
33. Taneda M: Effect of early operation for ruptured aneurysms on prevention of delayed ischemic symptoms. *J Neurosurg* 1982; 57: 622-8.
34. Hunt WE, Hess RM: Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 1968; 28: 14-20.
35. Stoelting RK, Dierdorf SF: Anesthesia and Co-Existing disease. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone. 1993, pp 79-86.
36. Giannotta SL, Oppenheimer JH, Levy ML, Zelman V: Management of intraoperative rupture of aneurysm without hypotension. *Neurosurgery* 1991; 28: 531-5.
37. Myburgh JA: Driving cerebral perfusion pressure with pressors: how, which, when? *Crit Care Resusc* 2005; 7: 200-5.
38. Rasmussen G, Bergholdt B, Dalh B, Sunde N, Cold G, Voldby B: Effect of nimodipine on cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity after subarachnoid haemorrhage. *Acta Neurol Scand* 1999; 99: 182-6.
39. Vinuela F, Duckwiler G, Mawad M: Guglielmi detachable coil embolization of acute intracranial aneurysm: perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. *J Neurosurg* 1997; 86: 475-82.
40. Djurberg HG, Seed RF, Evans DA, Brohi FA, Pyper DL, Tjan GT, et al: Lack of effect of CO₂ on cerebral arterial diameter in man. *J Clin Anesth* 1998; 10: 646-51.
41. Takaku A, Tanaka S, Mori T, Suzuki J: Postoperative complications in 1,000 cases of intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 1979; 12: 137-44.
42. Young WL, Pile-Spellman J: Anesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Anesthesiology* 1994; 80: 427-56.
43. O'Mahony BJ, Bolsin SN: Anaesthesia for closed embolisation of cerebral arteriovenous malformations. *Anaesth Intensive Care* 1988; 16: 318-23.

44. Manninen PH, Gignac EM, Gelb AW, Lownie SP: Anesthesia for interventional neuroradiology. *J Clin Anesth* 1995; 7: 448-52.
 45. Bauwens D, Hantson P, Laterre PF, Michaux L, Latinne D, De Tourtchaninoff M, et al: Recurrent seizure and sustained encephalopathy associated with dimethylsulfoxide-preserved stem cell infusion. *Leuk Lymphoma* 2005; 46: 1671-4.
 46. Malviya S, Voepel-Lewis T, Eldevik OP, Rockwell DT, Wong JH, Tait AR: Sedation and general anaesthesia in children undergoing MRI and CT: adverse events and outcomes. *Br J Anaesth* 2000; 84: 743-8.
 47. Shin BS, Kim CS, Lee BD, Sim WS, Kang JG, Kim HS: Anesthetic management of pulmonary arterial pressure change during the ethanol sclerotherapy of peripheral arteriovenous malformations. *Korean J Anesthesiol* 2004; 47: 356-60.
 48. Ellis JE, Pai SS: Pro: vascular stents in the radiology suite-an anesthesiologists is needed. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005; 19: 801-4.
 49. Wittgen CM: Con: moderate sedation is safely performed by non-anesthesiologists during percutaneous vascular interventions. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005; 19: 805-8.
-