



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학석사 학위논문

중재적 신경방사선학적 시술을
위한 적절한 마취 깊이에 대한
연구

The optimal anesthetic depth for
interventional neuroradiology

2014 년 2 월

서울대학교 대학원

의학과 마취통증의학 전공

정 유 선

The optimal anesthetic depth for interventional neuroradiology

by

Yoo Sun Jung

A thesis submitted to the Department of
Anesthesiology and Pain Medicine in partial
fulfillment of the requirements for the Degree of
Master of Science in Anesthesiology and Pain
Medicine at Seoul National University College of
Medicine

January 2014

Approved by Thesis Committee:

Professor _____ Chairman

Professor _____ Vice chairman

Professor _____

초 록

서론: 중재적 신경방사선학적 시술에 있어서 적절한 마취 깊이를 유지하는 것은 시술자와 마취의에게 모두 중요하다. 적절한 마취 깊이를 유지할 경우 시술자는 환자의 움직임 없이 시술을 안전하고 신속하게 시행할 수 있으며, 마취의는 마취 중 환자의 생체 징후를 안정적으로 유지하고 빠른 마취 회복을 기대할 수 있다. 이 연구에서는 신경방사선학적 시술을 위한 전신 마취 중 마취 유지 및 마취 회복의 임상적인 지표를 마취 심도에 따라 두 가지로 나누어 비교하여 보다 시술에 적합한 전신 마취 깊이를 알아보고자 하였다.

방법: 중재적 신경방사선학적 시술을 받는 환자 88명을 bispectral index (BIS) 수치에 따라 무작위적으로 얇은 마취군 (n=44), 깊은 마취군 (n=44)으로 배정하였다. 마취는 프로포폴과 알펜타닐, 로큐로니움으로 유도하였고 기관 내관 삽관 후에는 1-3% 세보플루란으로 마취를 유지하였다. 세보플루란의 농도는 깊은 마취군에서는 BIS 값을 40-49로, 얇은 마취군에서는 50-59로 유지하도록 조절하였다. 시술 중 평균동맥압값이 기저치의 20%이하로 감소한 경우 페닐에프린을 정주하였다. 마취 종료 후 회복 시간을 자발 호흡이 돌아온 시간, 눈을 뜬 시간, 기관 내관 발관까지의 시간과 지남력이 돌아온 시간으로 나누어 각각 기록하였다.

결과: 얇은 마취군은 깊은 마취군에 비해 자발 호흡이 돌아온 시간, 눈을 뜬 시간, 기관 내관 발관까지의 시간과 지남력이 돌아온 시간

이 모두 빨랐으며 (4 vs. 5분, 7 vs. 9분, 8 vs. 11분, 10 vs. 13분, 모두 $P < 0.01$) 페닐에프린의 사용량이 유의하게 적었다 (320 vs. 768 μg , $P < 0.05$). 얇은 마취군에서는 시술 중 움직인 환자가 깊은 마취군에서보다 많았다 (6/44 vs. 0/44, $P < 0.05$).

결론: 중재적 신경방사선학적 시술을 받는 환자들에게 BIS 값을 50-59로 유지하는 것은 40-49로 유지하는 것에 비해 마취 후 회복도 빠르고 혈액학적으로 더 안정적이지만 시술 중 환자가 움직일 가능성이 더 높으므로 시술에 적합하지 않다. 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 전신마취에서 환자의 움직임을 방지하고 안전한 시술을 하기 위해서는 시술 중 BIS 값을 40-49로 유지하는 것이 적합하다고 생각된다.

주요어: 마취 깊이, 중재적 신경방사선학적 시술, 흡입마취제, 세보플루란
학 번: 2012 - 21713

목 차

초록.....	i
목차.....	iii
도표 목록.....	iv
서론.....	1
대상 및 방법.....	4
결과.....	7
고찰.....	10
참고문헌.....	16
초록 (영문).....	20

도표 목록

Table 1. Patient Characteristics	8
Table 2. Recovery times (min)	9

서 론

뇌혈관질환의 치료에 있어서 수술적 치료에 비해 중재적 신경방사선학적 시술이 차지하는 비중이 높아지고 있다. 1990년대 이후 Guglielmi detachable coil (GDC)이 시술에 도입되면서 보다 간편하고 안전하게 중재적 신경방사선학적 시술을 시행할 수 있게 되었다. 뇌동맥류의 경우 중재적 신경방사선학적 시술과 수술이 모두 시행 가능한 경우 두 치료법의 치료 성적의 차이가 크지 않아 (1-3) 많은 환자들에게서 중재적 신경방사선학적 시술은 효과적인 치료법으로 활용되고 있다.(4) 특히 내과적 질환이 동반된 고령의 환자들에게 수술에 비해서 덜 침습적으로 치료를 시행할 수 있기 때문에 (5, 6) 그 시행 빈도가 점차 높아지고 있다.

중재적 신경방사선학적 시술에 있어서 마취의가 참여하는 것은 환자의 시술 중 마취 관리 및 유지뿐 아니라 환자의 사망률과 이환율을 줄이기 위해서도 필수적이다.(7, 8) 중재적 신경방사선학적 시술은 상당한 위험이 따르는 시술이므로 마취의는 시술 중 환자의 생체 징후를 감시하고, 충분한 마취를 통해 환자의 움직임을 방지하여 시술자가 안전하게 시술을 진행할 수 있도록 하며, 동맥류 파열이나 혈관 연축 등 시술 중 발생 가능한 합병증에 즉각적으로 대처할 수 있어야 한다.(9) 환자를 의식하 진정시킨 후 시술을 진행하는 것도 가능하지만 소아나 협조성이 낮은 성인 환자, 경화요법이나 화학요법 등 통증이 따르는 시술의 경우, 환자가 혈액학적으로 불안정한 상태에 있거나 의식 상태에 변화가 있는 경우는 전신마취를 우선 고려한다.(7, 8, 10) 또한 시술 시간이 길어질 경우 환자가 한

자세로 오래 누워 있는 상황에 불편감을 느끼는 경우가 많고, 결국 시술 중 움직임 가능성이 높으므로 시술 시간 단축과 환자의 안전을 위해 전신마취를 시행하기도 한다.

중재적 신경방사선학적 시술은 주로 대퇴동맥을 통해 대뇌동맥까지 이어지는 긴 카테터를 삽입하여 시술이 진행된다. 시술 중 혈관이 당겨지거나 확장될 때, 조영제를 주사할 때를 제외하면 환자가 느끼는 통증은 거의 없다고 볼 수 있다. 이때 마취 심도가 필요 이상으로 깊게 유지될 경우 시술을 위한 마취 유지에 필요한 양보다 더 많은 양의 마취제를 쓰게 되며, 그로 인해 시술 후 회복이 지연될 수 있으며 결과적으로 시술 후 환자의 신경학적 평가를 할 수 있는 시간이 지연될 수 있다. 반면 마취 심도를 지나치게 얇게 유지할 경우 환자가 시술 중 움직일 수 있으므로 시술 중 적절한 마취 심도의 결정은 어려운 문제이다.

환자의 각성 정도나 마취 심도를 파악하기 위해 수술 중 환자의 뇌파를 측정하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에, 뇌파에서 유도된 값으로 임상에서 이용하기에도 편리한 bispectral index (BIS) 값을 감시하는 경우가 많다. BIS값은 마취된 환자의 뇌파를 분석하여 0에서 100사이의 단일한 수치로 표현하게 되며, 진정 정도나 마취 심도를 예측하는 데 활용되고 있다.(11-14) BIS 값을 수술 중 감시하는 것은 수술 중 마취제의 사용량을 줄일 수 있고 환자의 빠른 회복에도 도움이 된다.(15)

일반적으로 전신 마취 중 환자의 BIS 값은 40-60을 유지하라고 권고된다. 그러나 중재적 신경방사선학적 시술이 전신마취하에 시행되는 다른 수술에 비해 통증 및 자극이 적고 시술 중 자극의 강도가 일정한 편이라는 점을 고려하면 40-60은 비교적 광범위한 값으

로 생각된다. 시술 중 마취 심도를 얇게 유지하여도 시술 진행에 문제가 없다면, 환자를 깊게 마취하는 것에 비해 혈액학적으로 안정적인 마취 유지와 빠른 마취 회복도 가능할 것이다.

본 연구는 시술 중 생체 징후와 BIS 값을 감시하여 중재적 신경 방사선학적 시술 중 적절한 마취 심도를 결정하고자 계획되었다. 통상적으로 전신마취에 적합하다고 생각되는 BIS 값의 범위인 40-60을 세분화하여 마취중 BIS 값을 40-49로 유지하는 깊은 마취군과 50-59로 유지하는 얇은 마취군으로 나누어 두 군의 환자들의 회복 시간과 시술 중 혈압 변동, 환자의 움직임 등을 확인하여 임상적으로 뚜렷한 차이가 있는지 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

이 연구는 분당서울대학교병원 임상시험윤리위원회(IRB)의 승인을 받았다. 비파열성 동맥류 색전술을 중재적 신경방사선학적 시술로 시행받기로 예정된 나이 18-65세, 미국 마취과학회 신체등급분류 1-3의 환자들에게 충분한 설명 후 서면 동의를 받고 연구를 진행하였다. 대상 환자에게 신경학적 질환, 진정제 복용, 알코올 또는 약물 남용, 간질환 또는 신질환의 과거력이 있는 경우는 연구에서 배제하였다.

총 88명의 환자들이 대상이 되었으며 대상 환자들은 블록을 이용한 무작위 배정법(한 블록당 환자 4명)으로 연구에 참여하지 않는 간호사에 의해 깊은 마취군 (n=44)과 얇은 마취군 (n=44)의 두 그룹으로 나누어졌다. 난수 생성기를 이용한 무작위 배정이 이루어진 후 배정 결과는 내용물이 보이지 않는 봉투에 밀봉하여 마취 유도 직전에 개봉하도록 하였다. 두 군간의 체중, 신장, 마취 시간과 시술 시간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. (Table 1)

시술장 도착 후 환자를 수술대에 양와위로 눕히고, 심전도, 비침습적 혈압, 맥박산소포화도 감시 장치를 부착하였다. 환자의 앞 이마 중앙에 마취 심도 감시를 위해 BIS 센서를 부착하였다. 연구에 사용된 BIS 모니터는 BIS VISTA™ monitoring system(Aspect medical systems Inc., Norwood, MA, USA)으로, 기계에 설정된 smoothing rate (BIS 값의 평균을 계산하는 간격)은 15초였다. 즉, 15초에 한번씩 계산된 BIS 값의 평균이 화면에 나타나도록 하였다. 수술장 도착 직후 환자의 기저 심박수, 맥박산소포화도, 평균동맥압

을 기저치로 기록하였다. 모든 환자에게 0.9% 생리식염수를 7ml/kg로 정주하였으며, 마취 유도 15분전 미다졸람을 0.03mg/kg로 정주하였다. 프로포폴 1.5mg/kg, 알펜타닐 5mcg/kg, 로쿠로니움 0.6mg/kg로 마취를 유도하였으며 커프가 있는 기관내관으로 기관내삽관을 하였다. 마취 유지는 세보플루란 1-3%로 하였으며 호기말이산화탄소분압은 30-35mmHg로 유지하였다. 세보플루란의 농도는 BIS값을 40-49(깊은 마취군)과 50-59(얕은 마취군)으로 유지하도록 조절하였다.

두 군 모두 마취 중 불충분한 마취의 징후, 저혈압과 서맥의 빈도를 기록하였다. 불충분한 마취의 징후는 고혈압, 빈맥 또는 시술 중 환자의 움직임으로 정의하였다. 마취 중 환자의 평균동맥압값이 마취 유도 전 기저치의 20% 이하로 감소할 경우 페닐에프린을 100mcg/ml로 희석하여 지속 정주하였다. 시술 중 환자의 움직임은 환자가 시술자나 마취의의 눈에 명확히 보일 정도로 움직인 경우를 말하며 이 경우 마취의는 로쿠로니움 5mg을 즉시 추가 정주하였다.

마취 유지 중 로쿠로니움 0.2mg/kg/hr를 지속 주입하여 근이완을 유지하였고 사연속자극에 한 개의 연속 반응이 있는지 모니터링하였다. 연속의 개수가 2개 이상인 경우 로쿠로니움 5mg을 추가 정주하였다. 근이완제 지속 주입은 시술이 끝날 때 중단하였다. 잔여 근이완은 neostigmine 1.5mg과 glycopyrrolate 0.4mg으로 역전시켰다. 근이완 역전 후 세보플루란을 중단하였으며 신선가스 유량 10L/분의 100% 산소로 양 폐를 환기하였다. 환자가 마취의의 지시에 따라, 혹은 자발적으로 자신의 주먹을 충분한 힘으로 쥐거나 팔 다리를 들어올릴 수 있었던 경우 기관 내관을 발관하였다.

회복 시간은 자발 호흡 회복 시간, 눈을 뜬 시간, 기관 내관 발관

까지의 시간, 지남력이 돌아온 시간을 환자가 어느 군에 배정되었는지 모르는 연구자가 60초마다 평가하여 기록하였다. 이때 회복 시간은 근이완제와 마취제를 중단한 시점을 기준으로 하였다. 자발 호흡 회복 시간은 마취의가 용수 환기로 보조하지 않은 상태에서 환자의 자발 호흡이 시작된 시기를 의미한다. 눈을 뜬 시간은 환자의 어깨를 가볍게 두드리는 자극 혹은 음성 자극에 대해 환자가 눈을 뜨기 시작한 시간을 기록하였으며, 지남력이 돌아온 시간은 마취의가 환자의 이름을 물었을 때 분명하게 대답할 수 있었던 시간을 기록하였다. 마취 중 페닐에프린의 사용량도 기록하였다.

통계적으로 두 군간에 환자가 눈을 뜨는 데 걸리는 시간에 2분의 차이를 발견하고자 하여 예비 연구결과를 통해 얻은 표준 편차 값 3분, 제1종 오류 0.05, 검정력은 0.8로 하여 분석한 결과 군당 44명의 환자가 연구에 필요하다고 결정하였다. 두 군 간의 인구학적인 차이는 Student' s t test를 이용하여 비교하였으며 회복 시간과 페닐에프린의 사용량은 Wilcoxon rank-sum test를 이용하여 분석하였다. 성별과 시술 중 환자의 움직임은 Chi-square analysis와 Fisher' s exact test를 이용하여 분석하였다. 모든 통계는 양측검정을 실시하였고 P value <0.05를 유의하다고 보았다.

결 과

두 군간의 나이, 체중, 키, 수술 및 마취 시간에는 차이가 없었다. 얇은 마취군에서는 깊은 마취군에 비해 페닐에프린 투여량이 적었고 (320 ± 82 vs. $768 \pm 184 \mu\text{g}$, $P < 0.05$) 수술 중 움직임은 얇은 마취군에서 더 많았다 ($6/44$ vs. $0/44$, $P < 0.05$). 수술 중 움직인 환자들에게서 수술 후 어떠한 이상 반응도 보고되지 않았다. 얇은 마취군은 깊은 마취군에 비해 자발 호흡이 돌아온 시간, 눈을 뜬 시간, 기관내관 발관까지의 시간, 지남력이 돌아오기까지의 시간이 모두 빨랐다.(Table 2)

Table 1 Patient characteristics

	Light anesthesia group (n = 44)	Deep anesthesia group (n = 44)
Age (yr)	57 ± 12	56 ± 11
Male/Female	20/24	18/26
Weight (kg)	64 ± 10	63 ± 9
Height (cm)	159 ± 9	160 ± 8
Duration of anesthesia (min)	78 ± 28	73 ± 23
Duration of surgery (min)	59 ± 32	54 ± 30

Data expressed as number or mean ± SD, as appropriate

Table 2 Recovery times (min)

	Light anesthesia group	Deep anesthesia group
Spontaneous ventilation	4.1 ± 2.3	5.3 ± 1.8*
Eye opening	6.9 ± 3.2	9.1 ± 3.2*
Extubation	8.2 ± 3.1	10.7 ± 3.3*
Orientation	10.0 ± 3.9	12.9 ± 5.5*

Data expressed as number or mean ± SD, *P < 0.01.

고 찰

1960년 Luessenhop과 Spence는 방사선 영상을 보면서 경동맥을 통해 풍선을 경피적으로 접근시켜 대뇌 동정맥 기형을 폐쇄하였으며, 1974년 Serbinenko 등은 경동맥해면정맥동루를 폐쇄하기 위해 풍선이 연결된 카테터를 경피적으로 삽입하여 치료하였다. 이후 50여년간 중추신경계 질환, 특히 뇌혈관질환의 치료에 있어서 수술적 치료를 대신하여 중재적 신경방사선학적 기술을 활용하는 빈도가 갈수록 높아지고 있으며 중재적 방사선학적 기술로 치료할 수 있는 질환의 종류도 다양해지고 있다. 특히 대뇌 동맥류의 혈관내 치료는 수술적 결찰에 대한 대체적 치료법으로 많은 센터에서 적극적으로 활용되고 있다.(1-3, 5, 16) 연구가 진행된 분당서울대학교 병원의 경우, 현재까지 4000건 이상의 중재적 신경방사선학적 기술이 시행된 대규모 센터이다.

마취 하에 중재적 신경방사선학적 기술을 시행할 때 마취의는 마취 방법과 사용하는 마취제의 종류, 사용할 수 있는 감시 장치 등을 기술의 종류나 환자의 상태에 따라 신중하게 선택하여야 한다. 지금까지 중재적 신경방사선학적 기술을 위한 마취에 있어서 마취의 종류나 마취제의 선택 등에 있어서는 다양한 연구가 있어왔다.(7-9) 그러나 전신마취를 시행하는 경우에 기술에 적합한 마취 심도는 연구된 적이 없었기 때문에 이번 연구를 시행하였다.

일반적인 중재적 신경방사선학적 기술은 의식하 진정으로도 충분히 시행할 수 있다. 이때 기술중 필요할 때마다 신경학적 검사를 실시하여 환자를 평가할 수 있다는 점이 특히 유리하다고

할 수 있다. 하지만 시술 시간이 길어질 경우 환자가 움직일 수 있고, 시술 시간이 지연되거나 합병증이 생길 가능성이 있으므로 전신마취를 시행하기도 한다. 기관내 삽관을 포함한 전신마취를 시행하는 경우 시술 진행 중 저산소증 등의 합병증이 발생할 가능성이 낮으므로 보다 더 안전하게 마취의 심도를 조절할 수 있고, 근이완제의 사용으로 시술 중 환자의 움직임을 예방할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 중재적 신경방사선학적 시술은 전신마취 하에 시행되는 다른 수술들과 비교하여 절개, 견인 등의 자극과 수술 후 통증이 비교적 적기 때문에 시술 중 저혈압, 서맥 등의 빈도가 높은 편이며 승압제를 사용하는 빈도도 높다. 시술 중 환자의 움직임을 예방하면서도 혈액학적으로 안정적이고 빠른 마취 회복이 가능하다면 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 가장 이상적인 마취 심도라고 생각할 수 있을 것이다.

이번 연구에서 마취 심도를 감시하기 위해 이용한 지표는 BIS 값으로서, 환자의 뇌파도 검사 결과의 다양한 주파수에서 유도된 단일 수치로서 환자의 각성 상태를 반영한다.(11-14) 이 수치는 0에서 100사이의 값으로 기록되며 이때 0은 뇌의 활성도가 전혀 없는 상태, 100은 뇌의 완전한 각성을 가정한다. Glass 등의 연구에 의하면 총 72명이 참여한 연구에서 50%의 환자들은 BIS 값이 67일 때, 95%의 환자들은 50일 때 의식 소실을 경험하였으며 혈중 프로포폴 농도보다 BIS 값이 의식 소실을 더 정확하게 반영한다고 한다.(12) 임상적으로 BIS 값은 다양한 중재적 신경방사선학적 시술의 마취에 있어 환자를 감시하는 데 이용되고 있다.(17)

BIS 값은 환자의 각성 정도뿐 아니라 환자의 움직임을 예측하는데 있어서도 사용된다. Kearse 등의 연구에 따르면 EEG에서

유도한 BIS 값은 환자의 혈중 프로포폴 농도보다 더 정확하게 피부 절개시 환자의 움직임 예측할 수 있다고 한다.(13) 연구에 참여한 환자들 중 피부를 절개하는 자극에 근육 움직임을 보인 환자들은 자극에 대해 움직임을 보이지 않은 환자들에 비해 BIS 값의 상승이 통계적으로 유의한 정도로 나타났다. Sebel 등이 호기 말 isoflurane의 농도가 같도록 마취를 유지한 환자들의 피부 절개 2분 전의 EEG 값에서 유도된 BIS 값을 분석한 결과 피부 절개시 움직인 군과 움직이지 않은 군에서 통계적으로 유의한 BIS 값의 차이가 나타났다. (14) 따라서 이번 연구에서는 BIS 값을 환자의 마취 심도를 보는 지표로 사용하기로 하였다.

일반적으로 수술을 위한 전신 마취 상태에서는 BIS 값을 40-60사이로 유지할 것을 권고하고 있다. 이번 연구에서는 40-60이라는 범위가 다소 광범위하다고 가정하고 환자군을 수술 중 BIS 값을 40-49로 유지하는 깊은 마취군, 50-59로 유지하는 얇은 마취군으로 나누었다. 만일 BIS를 50-59로 유지하는 얇은 마취군으로도 시술에 충분한 마취 깊이가 유지된다면 시술을 위해 사용하는 마취제의 과량 투여를 막을 수 있고 보다 빠른 마취 회복을 기대할 수 있을 것이라고 가정하였다. 중증의 내과적 질환이 동반되거나 나이가 많은 환자에서는 수술보다 중재적 신경방사선학적 시술이 선호되는 경우가 많고, 이 환자들에게서는 특히 얇은 마취가 깊은 마취에 비해 시술 중 마취 유지와 회복에 있어 확실히 유리할 것이기 때문에 연구에 더욱 의의가 있다고 생각하였다.

이번 연구에서 얇은 마취군에 속한 환자들은 마취 회복 속도가 빠르고 혈액학적으로도 안정적이었으나 시술 중 환자가 움직이는

빈도가 깊은 마취군에 비해서 많았다. 시술 중 마취를 시행하는 주목적이 환자가 움직이지 않게 하는 것이라고 할 수 있다. 시술 중 환자가 움직일 경우 이미지의 질을 떨어트려 시술 시간이 연장된다. 때로는 환자의 움직임이 매우 위험한 합병증을 발생시키기도 하는데, 시술 중 환자의 움직임에 의해 카테터가 혈관을 뚫고 나올 수 있고, (7) 동맥류를 코일로 색전하는 경우 환자의 동맥류 천공의 위험성을 4배 이상 증가시킨다.(9) 따라서 여러 장점에도 불구하고 환자의 안전이라는 측면을 고려하면 연구에서 정의한 얇은 마취, 즉 BIS 값을 50-59로 유지하는 것은 시술에 적합한 마취 심도가 아니라고 생각된다.

본 연구의 한계점으로는 BIS 감시 기계에 표시되는 값이 환자의 각성 정도를 실시간으로 보여주지 못한다는 점을 들 수 있다. 환자의 각성 상태와 화면에 표시되는 BIS 값 사이에 시간차가 존재하기 때문에 BIS값을 감시해도 환자의 움직임을 방지하기 어려울 수 있다. Pilge 등의 연구에 따르면 BIS, Cerebral State index, Narcotrend index 등 뇌파도 결과에 기반을 둔 감시 장치 모두 14초에서 155초 사이로 화면에 표시되는 값과 실측치와의 시간 차이가 존재했다.(18) 이 정도의 시간 차이라면 BIS값에 변화가 나타나기 시작한 시점에서 마취 심도를 높이거나 근이완제를 주는 등의 조치를 취해도 약물 효과가 나타나는 시점보다 환자가 움직이는 시점이 더 빠를 가능성이 높다. 게다가 시술이 주로 이루어지는 혈관 조영실의 구조상 마취의가 환자와 거리상 다소 떨어진 곳에서 감시를 하게 되기 때문에 이러한 조치를 신속하게 취하기는 더 어렵게 된다. 따라서 실제 임상적인 면에서 BIS 값만을 이용하여 환자의 움직임을 예측하면서 얇은

마취 심도를 유지하는 것은 어려울 것으로 생각된다.(9)

Monk 등은 비심장 수술 후 1년간의 사망률을 조사한 전향적 관찰 연구를 통해 환자의 동반 질환 외에도 BIS 값이 45미만으로 나타나는 깊은 진정 상태가 길수록, 마취 중 수축기 혈압이 80mmHg 미만의 저혈압 상태가 오래 유지될수록 사망률이 높음을 밝혔다.(19) Monk 등은 낮은 BIS 값이 수술 중 뇌에 작용하는 마취제의 농도와 깊은 연관이 있으며, 마취제에 의한 대뇌 저산소증 또는 마취제에 대한 대뇌의 감수성 증가가 환자의 수술 후 1년 생존률에 부정적인 영향을 줄 가능성을 제시하였고, 수술적 자극의 강도와 마취제의 용량, 환자의 진정 정도와 수술 중 혈역학적 상태가 모두 깊게 연관이 되어 있으므로 추가적인 전향적인 연구가 필요함을 지적하였다.

본 연구에서는 깊은 마취군에서 얇은 마취군에 비해 페닐에프린의 사용량이 많았다. 즉, 평균동맥압값이 기저치의 20% 이하로 떨어지는 경우가 깊은 마취군에서 더 많았다. 따라서 시술에 필요한 적절한 수준의 진정과 근이완을 유지하면서 마취 심도는 낮추는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. BIS 값을 50-59로 유지하면서 근이완제의 용량을 높여서 사용하는 것도 대안이 될 수 있다. 이 경우에는 회복 시간이 다소 연장될 수 있는데, 시술 후 빠른 회복도 임상적으로 매우 중요한 측면이므로 한계가 있다.

요약하면 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 전신마취 중 BIS 값을 50-59로 유지하는 것은 BIS 값을 40-49로 유지하는 것에 비해 혈역학적으로 안정적이고 빠른 마취 회복도 기대할 수 있으나 시술 중 환자의 움직임이 더 자주 보고되므로 임상적으로

유용하다고 볼 수 없다. 본 연구를 통해 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 전신마취에서 BIS 값을 50-59로 유지하는 것보다 40-49로 유지하는 것이 시술 중 환자의 움직임을 방지하기 위해 더 적합한 마취 깊이라는 사실을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Leber K, Klein G, Trummer M, Eder H. Intracranial aneurysms: a review of endovascular and surgical treatment in 248 patients. *Minimally Invasive Neurosurgery*. 1998;41(02):81-5.
2. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu L-M, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *The Lancet*. 2005;366(9488):809-17.
3. Alshekhlee A, Mehta S, Edgell RC, Vora N, Feen E, Mohammadi A, et al. Hospital mortality and complications of electively clipped or coiled unruptured intracranial aneurysm. *Stroke*. 2010;41(7):1471-6.
4. Jin S-C, Kwon O-K, Oh CW, Bang JS, Hwang G, Park NM, et al. Simple coiling using single or multiple catheters without balloons or stents in middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Neuroradiology*. 2013;55(3):321-6.
5. Lai Y, Manninen P. Anesthesia for cerebral aneurysms: a comparison between interventional neuroradiology and surgery.

- Canadian journal of anaesthesia. 2001;48(4):391–5.
6. Inamasu J, Tanaka T, Sadato A, Hayakawa M, Adachi K, Hayashi T, et al. Outcomes of surgical versus endovascular repair of unruptured brain aneurysms in individuals aged ≥ 75 years. *Geriatrics & Gerontology International*. 2013.
 7. Young WL, Pile–Spellman J. Anesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Anesthesiology*. 1994;80(2):427–56.
 8. Young WL. Anesthesia for endovascular neurosurgery and interventional neuroradiology. *Anesthesiology clinics*. 2007;25(3):391–412.
 9. Varma M, Price K, Jayakrishnan V, Manickam B, Kessell G. Anaesthetic considerations for interventional neuroradiology. *British journal of anaesthesia*. 2007;99(1):75–85.
 10. Kamoen E, Herregods L, Defreyne L, Vanlangenhove P, Mortier E. Interventional neuroradiology–anesthetic management. *Acta Anaesthesiologica Belgica*. 2000;51(3):191–6.
 11. Kearse L, Manberg P, DeBros F, Chamoun N, Sinai V. Bispectral analysis of the electroencephalogram during induction of anesthesia may predict hemodynamic responses to laryngoscopy and intubation. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. 1994;90(3):194–200.
 12. Glass PS, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P, Manberg P. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of

- propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 1997;86(4):836–47.
13. Kearse Jr LA, Manberg P, Chamoun N, Zaslavsky A. Bispectral analysis of the electroencephalogram correlates with patient movement to skin incision during propofol/nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*. 1994;81(6):1365–70.
14. Sebel PS, Bowles SM, Vikas Saini MD F. EEG bispectrum predicts movement during thiopental/isoflurane anesthesia. *Journal of clinical monitoring*. 1995;11(2):83–91.
15. Yli-Hankala A, Vakkuri A, Annila P, Korttila K. EEG bispectral index monitoring in sevoflurane or propofol anaesthesia: analysis of direct costs and immediate recovery. *Acta anaesthesiologica scandinavica*. 1999;43(5):545–9.
16. Brilstra EH, Rinkel GJ, van der Graaf Y, van Rooij WJJ, Algra A. Treatment of Intracranial Aneurysms by Embolization with Coils A Systematic Review. *Stroke*. 1999;30(2):470–6.
17. Duncan D, Kelly K, Andrews P. A comparison of bispectral index and entropy monitoring, in patients undergoing embolization of cerebral artery aneurysms after subarachnoid haemorrhage. *British journal of anaesthesia*. 2006;96(5):590–6.
18. Pilge S, Zanner R, Schneider G, Blum J, Kreuzer M, Kochs EF. Time Delay of Index Calculation: Analysis of Cerebral State, Bispectral, and Narcotrend Indices. *Anesthesiology*. 2006;104(3):488–94.

19. Monk TG, Saini V, Weldon BC, Sigl JC. Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery. *Anesthesia & Analgesia*. 2005;100(1):4-10.

Abstract

Introduction: Providing adequate anesthesia for interventional neuroradiology is important for both anesthesiologist and interventionist. Adequate depth of anesthesia during neuroradiologic intervention ensures patient immobility throughout the procedure, and fast recovery after anesthesia. This study was designed to compare the clinical outcomes of two different anesthetic depth that can be applied for interventional neuroradiology.

Methods: A total of eighty-eight patients undergoing interventional neuroradiology were randomly allocated to light anesthesia (n = 44) or deep anesthesia (n = 44) groups based on the value of bispectral index (BIS). Anesthesia was induced with propofol, alfentanil and rocuronium. After endotracheal intubation, anesthesia was maintained with 1–3% sevoflurane. The concentration of sevoflurane was titrated to maintain BIS at 40–49 (deep anesthesia group) or 50–59 (light anesthesia group). Phenylephrine or alfentanil was used to maintain mean arterial pressure within 20% of the preinduction baseline values. Recovery times (time to spontaneous ventilation, eye opening, extubation and orientation) were recorded.

Results: The light anesthesia group had a more rapid recovery to spontaneous ventilation, eye opening, extubation and orientation (4 vs. 5 min, 7 min vs. 9 min, 8 min vs. 11 min, 10 min vs. 13 min, all $P < 0.01$) compared to the deep anesthesia group. The use of phenylephrine was significantly increased with the deep anesthesia group (768 vs. 320 μg , $P < 0.05$). More patients moved during the procedure in the light anesthesia group (6/44 vs. 0/44, $P < 0.05$).

Conclusions: Maintaining BIS value 50–59 for interventional neuroradiology is associated with more rapid recovery profile and favorable hemodynamic response, but also with more patient movement. Clinical benefit is not clear because patient movement during interventional neuroradiology can be detrimental. We conclude that BIS value should be maintained 40–49 during general anesthesia for interventional neuroradiology.

Keywords: anesthesia, depth; neuroradiology, interventional; anaesthetics volatile, sevoflurane

Student number: 2012 –21713



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

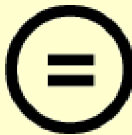
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학석사 학위논문

중재적 신경방사선학적 시술을
위한 적절한 마취 깊이에 대한
연구

The optimal anesthetic depth for
interventional neuroradiology

2014 년 2 월

서울대학교 대학원

의학과 마취통증의학 전공

정 유 선

The optimal anesthetic depth for interventional neuroradiology

by

Yoo Sun Jung

A thesis submitted to the Department of
Anesthesiology and Pain Medicine in partial
fulfillment of the requirements for the Degree of
Master of Science in Anesthesiology and Pain
Medicine at Seoul National University College of
Medicine

January 2014

Approved by Thesis Committee:

Professor _____ Chairman

Professor _____ Vice chairman

Professor _____

초 록

서론: 중재적 신경방사선학적 시술에 있어서 적절한 마취 깊이를 유지하는 것은 시술자와 마취의에게 모두 중요하다. 적절한 마취 깊이를 유지할 경우 시술자는 환자의 움직임 없이 시술을 안전하고 신속하게 시행할 수 있으며, 마취의는 마취 중 환자의 생체 징후를 안정적으로 유지하고 빠른 마취 회복을 기대할 수 있다. 이 연구에서는 신경방사선학적 시술을 위한 전신 마취 중 마취 유지 및 마취 회복의 임상적인 지표를 마취 심도에 따라 두 가지로 나누어 비교하여 보다 시술에 적합한 전신 마취 깊이를 알아보고자 하였다.

방법: 중재적 신경방사선학적 시술을 받는 환자 88명을 bispectral index (BIS) 수치에 따라 무작위적으로 얇은 마취군 (n=44), 깊은 마취군 (n=44)으로 배정하였다. 마취는 프로포폴과 알펜타닐, 로큐로니움으로 유도하였고 기관 내관 삽관 후에는 1-3% 세보플루란으로 마취를 유지하였다. 세보플루란의 농도는 깊은 마취군에서는 BIS 값을 40-49로, 얇은 마취군에서는 50-59로 유지하도록 조절하였다. 시술 중 평균동맥압값이 기저치의 20%이하로 감소한 경우 페닐에프린을 정주하였다. 마취 종료 후 회복 시간을 자발 호흡이 돌아온 시간, 눈을 뜬 시간, 기관 내관 발관까지의 시간과 지남력이 돌아온 시간으로 나누어 각각 기록하였다.

결과: 얇은 마취군은 깊은 마취군에 비해 자발 호흡이 돌아온 시간, 눈을 뜬 시간, 기관 내관 발관까지의 시간과 지남력이 돌아온 시간

이 모두 빨랐으며 (4 vs. 5분, 7 vs. 9분, 8 vs. 11분, 10 vs. 13분, 모두 $P < 0.01$) 페닐에프린의 사용량이 유의하게 적었다 (320 vs. 768 μg , $P < 0.05$). 얇은 마취군에서는 시술 중 움직인 환자가 깊은 마취군에서보다 많았다 (6/44 vs. 0/44, $P < 0.05$).

결론: 중재적 신경방사선학적 시술을 받는 환자들에게 BIS 값을 50-59로 유지하는 것은 40-49로 유지하는 것에 비해 마취 후 회복도 빠르고 혈액학적으로 더 안정적이지만 시술 중 환자가 움직일 가능성이 더 높으므로 시술에 적합하지 않다. 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 전신마취에서 환자의 움직임을 방지하고 안전한 시술을 하기 위해서는 시술 중 BIS 값을 40-49로 유지하는 것이 적합하다고 생각된다.

주요어: 마취 깊이, 중재적 신경방사선학적 시술, 흡입마취제, 세보플루란
학 번: 2012 - 21713

목 차

초록.....	i
목차.....	iii
도표 목록.....	iv
서론.....	1
대상 및 방법.....	4
결과.....	7
고찰.....	10
참고문헌.....	16
초록 (영문).....	20

도표 목록

Table 1. Patient Characteristics	8
Table 2. Recovery times (min)	9

서 론

뇌혈관질환의 치료에 있어서 수술적 치료에 비해 중재적 신경방사선학적 시술이 차지하는 비중이 높아지고 있다. 1990년대 이후 Guglielmi detachable coil (GDC)이 시술에 도입되면서 보다 간편하고 안전하게 중재적 신경방사선학적 시술을 시행할 수 있게 되었다. 뇌동맥류의 경우 중재적 신경방사선학적 시술과 수술이 모두 시행 가능한 경우 두 치료법의 치료 성적의 차이가 크지 않아 (1-3) 많은 환자들에게서 중재적 신경방사선학적 시술은 효과적인 치료법으로 활용되고 있다.(4) 특히 내과적 질환이 동반된 고령의 환자들에게 수술에 비해서 덜 침습적으로 치료를 시행할 수 있기 때문에 (5, 6) 그 시행 빈도가 점차 높아지고 있다.

중재적 신경방사선학적 시술에 있어서 마취의가 참여하는 것은 환자의 시술 중 마취 관리 및 유지뿐 아니라 환자의 사망률과 이환율을 줄이기 위해서도 필수적이다.(7, 8) 중재적 신경방사선학적 시술은 상당한 위험이 따르는 시술이므로 마취의는 시술 중 환자의 생체 징후를 감시하고, 충분한 마취를 통해 환자의 움직임을 방지하여 시술자가 안전하게 시술을 진행할 수 있도록 하며, 동맥류 파열이나 혈관 연축 등 시술 중 발생 가능한 합병증에 즉각적으로 대처할 수 있어야 한다.(9) 환자를 의식하 진정시킨 후 시술을 진행하는 것도 가능하지만 소아나 협조성이 낮은 성인 환자, 경화요법이나 화학요법 등 통증이 따르는 시술의 경우, 환자가 혈역학적으로 불안정한 상태에 있거나 의식 상태에 변화가 있는 경우는 전신마취를 우선 고려한다.(7, 8, 10) 또한 시술 시간이 길어질 경우 환자가 한

자세로 오래 누워 있는 상황에 불편감을 느끼는 경우가 많고, 결국 시술 중 움직임 가능성이 높으므로 시술 시간 단축과 환자의 안전을 위해 전신마취를 시행하기도 한다.

중재적 신경방사선학적 시술은 주로 대퇴동맥을 통해 대뇌동맥까지 이어지는 긴 카테터를 삽입하여 시술이 진행된다. 시술 중 혈관이 당겨지거나 확장될 때, 조영제를 주사할 때를 제외하면 환자가 느끼는 통증은 거의 없다고 볼 수 있다. 이때 마취 심도가 필요 이상으로 깊게 유지될 경우 시술을 위한 마취 유지에 필요한 양보다 더 많은 양의 마취제를 쓰게 되며, 그로 인해 시술 후 회복이 지연될 수 있으며 결과적으로 시술 후 환자의 신경학적 평가를 할 수 있는 시간이 지연될 수 있다. 반면 마취 심도를 지나치게 얇게 유지할 경우 환자가 시술 중 움직일 수 있으므로 시술 중 적절한 마취 심도의 결정은 어려운 문제이다.

환자의 각성 정도나 마취 심도를 파악하기 위해 수술 중 환자의 뇌파를 측정하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에, 뇌파에서 유도된 값으로 임상에서 이용하기에도 편리한 bispectral index (BIS) 값을 감시하는 경우가 많다. BIS값은 마취된 환자의 뇌파를 분석하여 0에서 100사이의 단일한 수치로 표현하게 되며, 진정 정도나 마취 심도를 예측하는 데 활용되고 있다.(11-14) BIS 값을 수술 중 감시하는 것은 수술 중 마취제의 사용량을 줄일 수 있고 환자의 빠른 회복에도 도움이 된다.(15)

일반적으로 전신 마취 중 환자의 BIS 값은 40-60을 유지하라고 권고된다. 그러나 중재적 신경방사선학적 시술이 전신마취하에 시행되는 다른 수술에 비해 통증 및 자극이 적고 시술 중 자극의 강도가 일정한 편이라는 점을 고려하면 40-60은 비교적 광범위한 값으

로 생각된다. 시술 중 마취 심도를 얇게 유지하여도 시술 진행에 문제가 없다면, 환자를 깊게 마취하는 것에 비해 혈액학적으로 안정적인 마취 유지와 빠른 마취 회복도 가능할 것이다.

본 연구는 시술 중 생체 징후와 BIS 값을 감시하여 중재적 신경 방사선학적 시술 중 적절한 마취 심도를 결정하고자 계획되었다. 통상적으로 전신마취에 적합하다고 생각되는 BIS 값의 범위인 40-60을 세분화하여 마취중 BIS 값을 40-49로 유지하는 깊은 마취군과 50-59로 유지하는 얇은 마취군으로 나누어 두 군의 환자들의 회복 시간과 시술 중 혈압 변동, 환자의 움직임 등을 확인하여 임상적으로 뚜렷한 차이가 있는지 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

이 연구는 분당서울대학교병원 임상시험윤리위원회(IRB)의 승인을 받았다. 비파열성 동맥류 색전술을 중재적 신경방사선학적 시술로 시행받기로 예정된 나이 18-65세, 미국 마취과학회 신체등급분류 1-3의 환자들에게 충분한 설명 후 서면 동의를 받고 연구를 진행하였다. 대상 환자에게 신경학적 질환, 진정제 복용, 알코올 또는 약물 남용, 간질환 또는 신질환의 과거력이 있는 경우는 연구에서 배제하였다.

총 88명의 환자들이 대상이 되었으며 대상 환자들은 블록을 이용한 무작위 배정법(한 블록당 환자 4명)으로 연구에 참여하지 않는 간호사에 의해 깊은 마취군 (n=44)과 얇은 마취군 (n=44)의 두 그룹으로 나누어졌다. 난수 생성기를 이용한 무작위 배정이 이루어진 후 배정 결과는 내용물이 보이지 않는 봉투에 밀봉하여 마취 유도 직전에 개봉하도록 하였다. 두 군간의 체중, 신장, 마취 시간과 시술 시간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. (Table 1)

시술장 도착 후 환자를 수술대에 양와위로 눕히고, 심전도, 비침습적 혈압, 맥박산소포화도 감시 장치를 부착하였다. 환자의 앞 이마 중앙에 마취 심도 감시를 위해 BIS 센서를 부착하였다. 연구에 사용된 BIS 모니터는 BIS VISTA™ monitoring system(Aspect medical systems Inc., Norwood, MA, USA)으로, 기계에 설정된 smoothing rate (BIS 값의 평균을 계산하는 간격)은 15초였다. 즉, 15초에 한번씩 계산된 BIS 값의 평균이 화면에 나타나도록 하였다. 수술장 도착 직후 환자의 기저 심박수, 맥박산소포화도, 평균동맥압

을 기저치로 기록하였다. 모든 환자에게 0.9% 생리식염수를 7ml/kg로 정주하였으며, 마취 유도 15분전 미다졸람을 0.03mg/kg로 정주하였다. 프로포폴 1.5mg/kg, 알펜타닐 5mcg/kg, 로쿠로니움 0.6mg/kg로 마취를 유도하였으며 커프가 있는 기관내관으로 기관내삽관을 하였다. 마취 유지는 세보플루란 1-3%로 하였으며 호기말이산화탄소분압은 30-35mmHg로 유지하였다. 세보플루란의 농도는 BIS값을 40-49(깊은 마취군)과 50-59(얕은 마취군)으로 유지하도록 조절하였다.

두 군 모두 마취 중 불충분한 마취의 징후, 저혈압과 서맥의 빈도를 기록하였다. 불충분한 마취의 징후는 고혈압, 빈맥 또는 시술 중 환자의 움직임으로 정의하였다. 마취 중 환자의 평균동맥압값이 마취 유도 전 기저치의 20% 이하로 감소할 경우 페닐에프린을 100mcg/ml로 희석하여 지속 정주하였다. 시술 중 환자의 움직임은 환자가 시술자나 마취의의 눈에 명확히 보일 정도로 움직인 경우를 말하며 이 경우 마취의는 로쿠로니움 5mg을 즉시 추가 정주하였다.

마취 유지 중 로쿠로니움 0.2mg/kg/hr를 지속 주입하여 근이완을 유지하였고 사연속자극에 한 개의 연속 반응이 있는지 모니터링하였다. 연속의 개수가 2개 이상인 경우 로쿠로니움 5mg을 추가 정주하였다. 근이완제 지속 주입은 시술이 끝날 때 중단하였다. 잔여 근이완은 neostigmine 1.5mg과 glycopyrrolate 0.4mg으로 역전시켰다. 근이완 역전 후 세보플루란을 중단하였으며 신선가스 유량 10L/분의 100% 산소로 양 폐를 환기하였다. 환자가 마취의의 지시에 따라, 혹은 자발적으로 자신의 주먹을 충분한 힘으로 쥐거나 팔다리를 들어올릴 수 있었던 경우 기관 내관을 발관하였다.

회복 시간은 자발 호흡 회복 시간, 눈을 뜬 시간, 기관 내관 발관

까지의 시간, 지남력이 돌아온 시간을 환자가 어느 군에 배정되었는지 모르는 연구자가 60초마다 평가하여 기록하였다. 이때 회복 시간은 근이완제와 마취제를 중단한 시점을 기준으로 하였다. 자발 호흡 회복 시간은 마취의가 용수 환기로 보조하지 않은 상태에서 환자의 자발 호흡이 시작된 시기를 의미한다. 눈을 뜬 시간은 환자의 어깨를 가볍게 두드리는 자극 혹은 음성 자극에 대해 환자가 눈을 뜨기 시작한 시간을 기록하였으며, 지남력이 돌아온 시간은 마취의가 환자의 이름을 물었을 때 분명하게 대답할 수 있었던 시간을 기록하였다. 마취 중 페닐에프린의 사용량도 기록하였다.

통계적으로 두 군간에 환자가 눈을 뜨는 데 걸리는 시간에 2분의 차이를 발견하고자 하여 예비 연구결과를 통해 얻은 표준 편차 값 3분, 제1종 오류 0.05, 검정력은 0.8로 하여 분석한 결과 군당 44명의 환자가 연구에 필요하다고 결정하였다. 두 군 간의 인구학적인 차이는 Student' s t test를 이용하여 비교하였으며 회복 시간과 페닐에프린의 사용량은 Wilcoxon rank-sum test를 이용하여 분석하였다. 성별과 시술 중 환자의 움직임은 Chi-square analysis와 Fisher' s exact test를 이용하여 분석하였다. 모든 통계는 양측검정을 실시하였고 P value <0.05를 유의하다고 보았다.

결 과

두 군간의 나이, 체중, 키, 수술 및 마취 시간에는 차이가 없었다. 얇은 마취군에서는 깊은 마취군에 비해 페닐에프린 투여량이 적었고 (320 ± 82 vs. $768 \pm 184 \mu\text{g}$, $P < 0.05$) 수술 중 움직임은 얇은 마취군에서 더 많았다 ($6/44$ vs. $0/44$, $P < 0.05$). 수술 중 움직인 환자들에게서 수술 후 어떠한 이상 반응도 보고되지 않았다. 얇은 마취군은 깊은 마취군에 비해 자발 호흡이 돌아온 시간, 눈을 뜬 시간, 기관내관 발관까지의 시간, 지남력이 돌아오기까지의 시간이 모두 빨랐다.(Table 2)

Table 1 Patient characteristics

	Light anesthesia group (n = 44)	Deep anesthesia group (n = 44)
Age (yr)	57 ± 12	56 ± 11
Male/Female	20/24	18/26
Weight (kg)	64 ± 10	63 ± 9
Height (cm)	159 ± 9	160 ± 8
Duration of anesthesia (min)	78 ± 28	73 ± 23
Duration of surgery (min)	59 ± 32	54 ± 30

Data expressed as number or mean ± SD, as appropriate

Table 2 Recovery times (min)

	Light group	anesthesia	Deep group	anesthesia
Spontaneous ventilation	4.1 ± 2.3		5.3 ± 1.8*	
Eye opening	6.9 ± 3.2		9.1 ± 3.2*	
Extubation	8.2 ± 3.1		10.7 ± 3.3*	
Orientation	10.0 ± 3.9		12.9 ± 5.5*	

Data expressed as number or mean ± SD, *P < 0.01.

고 찰

1960년 Luessenhop과 Spence는 방사선 영상을 보면서 경동맥을 통해 풍선을 경피적으로 접근시켜 대뇌 동정맥 기형을 폐쇄하였으며, 1974년 Serbinenko 등은 경동맥해면정맥동류를 폐쇄하기 위해 풍선이 연결된 카테터를 경피적으로 삽입하여 치료하였다. 이후 50여년간 중추신경계 질환, 특히 뇌혈관질환의 치료에 있어서 수술적 치료를 대신하여 중재적 신경방사선학적 기술을 활용하는 빈도가 갈수록 높아지고 있으며 중재적 방사선학적 기술로 치료할 수 있는 질환의 종류도 다양해지고 있다. 특히 대뇌 동맥류의 혈관내 치료는 수술적 결찰에 대한 대체적 치료법으로 많은 센터에서 적극적으로 활용되고 있다.(1-3, 5, 16) 연구가 진행된 분당서울대학교 병원의 경우, 현재까지 4000건 이상의 중재적 신경방사선학적 기술이 시행된 대규모 센터이다.

마취 하에 중재적 신경방사선학적 기술을 시행할 때 마취의는 마취 방법과 사용하는 마취제의 종류, 사용할 수 있는 감시 장치 등을 기술의 종류나 환자의 상태에 따라 신중하게 선택하여야 한다. 지금까지 중재적 신경방사선학적 기술을 위한 마취에 있어서 마취의 종류나 마취제의 선택 등에 있어서는 다양한 연구가 있어왔다.(7-9) 그러나 전신마취를 시행하는 경우에 기술에 적합한 마취 심도는 연구된 적이 없었기 때문에 이번 연구를 시행하였다.

일반적인 중재적 신경방사선학적 기술은 의식하 진정으로도 충분히 시행할 수 있다. 이때 기술중 필요할 때마다 신경학적 검사를 실시하여 환자를 평가할 수 있다는 점이 특히 유리하다고

할 수 있다. 하지만 시술 시간이 길어질 경우 환자가 움직일 수 있고, 시술 시간이 지연되거나 합병증이 생길 가능성이 있으므로 전신마취를 시행하기도 한다. 기관내 삽관을 포함한 전신마취를 시행하는 경우 시술 진행 중 저산소증 등의 합병증이 발생할 가능성이 낮으므로 보다 더 안전하게 마취의 심도를 조절할 수 있고, 근이완제의 사용으로 시술 중 환자의 움직임을 예방할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 중재적 신경방사선학적 시술은 전신마취 하에 시행되는 다른 수술들과 비교하여 절개, 견인 등의 자극과 수술 후 통증이 비교적 적기 때문에 시술 중 저혈압, 서맥 등의 빈도가 높은 편이며 승압제를 사용하는 빈도도 높다. 시술 중 환자의 움직임을 예방하면서도 혈액학적으로 안정적이고 빠른 마취 회복이 가능하다면 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 가장 이상적인 마취 심도라고 생각할 수 있을 것이다.

이번 연구에서 마취 심도를 감시하기 위해 이용한 지표는 BIS 값으로서, 환자의 뇌파도 검사 결과의 다양한 주파수에서 유도된 단일 수치로서 환자의 각성 상태를 반영한다.(11-14) 이 수치는 0에서 100사이의 값으로 기록되며 이때 0은 뇌의 활성도가 전혀 없는 상태, 100은 뇌의 완전한 각성을 가정한다. Glass 등의 연구에 의하면 총 72명이 참여한 연구에서 50%의 환자들은 BIS 값이 67일 때, 95%의 환자들은 50일 때 의식 소실을 경험하였으며 혈중 프로포폴 농도보다 BIS 값이 의식 소실을 더 정확하게 반영한다고 한다.(12) 임상적으로 BIS 값은 다양한 중재적 신경방사선학적 시술의 마취에 있어 환자를 감시하는 데 이용되고 있다.(17)

BIS 값은 환자의 각성 정도뿐 아니라 환자의 움직임을 예측하는데 있어서도 사용된다. Kearse 등의 연구에 따르면 EEG에서

유도한 BIS 값은 환자의 혈중 프로포폴 농도보다 더 정확하게 피부 절개시 환자의 움직임 예측할 수 있다고 한다.(13) 연구에 참여한 환자들 중 피부를 절개하는 자극에 근육 움직임을 보인 환자들은 자극에 대해 움직임을 보이지 않은 환자들에 비해 BIS 값의 상승이 통계적으로 유의한 정도로 나타났다. Sebel 등이 호기 말 isoflurane의 농도가 같도록 마취를 유지한 환자들의 피부 절개 2분 전의 EEG 값에서 유도된 BIS 값을 분석한 결과 피부 절개시 움직인 군과 움직이지 않은 군에서 통계적으로 유의한 BIS 값의 차이가 나타났다. (14) 따라서 이번 연구에서는 BIS 값을 환자의 마취 심도를 보는 지표로 사용하기로 하였다.

일반적으로 수술을 위한 전신 마취 상태에서는 BIS 값을 40-60사이로 유지할 것을 권고하고 있다. 이번 연구에서는 40-60이라는 범위가 다소 광범위하다고 가정하고 환자군을 수술 중 BIS 값을 40-49로 유지하는 깊은 마취군, 50-59로 유지하는 얇은 마취군으로 나누었다. 만일 BIS를 50-59로 유지하는 얇은 마취군으로도 시술에 충분한 마취 깊이가 유지된다면 시술을 위해 사용하는 마취제의 과량 투여를 막을 수 있고 보다 빠른 마취 회복을 기대할 수 있을 것이라고 가정하였다. 중증의 내과적 질환이 동반되거나 나이가 많은 환자에서는 수술보다 중재적 신경방사선학적 시술이 선호되는 경우가 많고, 이 환자들에게서는 특히 얇은 마취가 깊은 마취에 비해 시술 중 마취 유지와 회복에 있어 확실히 유리할 것이기 때문에 연구에 더욱 의의가 있다고 생각하였다.

이번 연구에서 얇은 마취군에 속한 환자들은 마취 회복 속도가 빠르고 혈액학적으로도 안정적이었으나 시술 중 환자가 움직이는

빈도가 깊은 마취군에 비해서 많았다. 시술 중 마취를 시행하는 주목적이 환자가 움직이지 않게 하는 것이라고 할 수 있다. 시술 중 환자가 움직일 경우 이미지의 질을 떨어트려 시술 시간이 연장된다. 때로는 환자의 움직임이 매우 위험한 합병증을 발생시키기도 하는데, 시술 중 환자의 움직임에 의해 카테터가 혈관을 뚫고 나올 수 있고, (7) 동맥류를 코일로 색전하는 경우 환자의 동맥류 천공의 위험성을 4배 이상 증가시킨다.(9) 따라서 여러 장점에도 불구하고 환자의 안전이라는 측면을 고려하면 연구에서 정의한 얇은 마취, 즉 BIS 값을 50-59로 유지하는 것은 시술에 적합한 마취 심도가 아니라고 생각된다.

본 연구의 한계점으로는 BIS 감시 기계에 표시되는 값이 환자의 각성 정도를 실시간으로 보여주지 못한다는 점을 들 수 있다. 환자의 각성 상태와 화면에 표시되는 BIS 값 사이에 시간차가 존재하기 때문에 BIS값을 감시해도 환자의 움직임을 방지하기 어려울 수 있다. Pilge 등의 연구에 따르면 BIS, Cerebral State index, Narcotrend index 등 뇌파도 결과에 기반을 둔 감시 장치 모두 14초에서 155초 사이로 화면에 표시되는 값과 실측치와의 시간 차이가 존재했다.(18) 이 정도의 시간 차이라면 BIS값에 변화가 나타나기 시작한 시점에서 마취 심도를 높이거나 근이완제를 주는 등의 조치를 취해도 약물 효과가 나타나는 시점보다 환자가 움직이는 시점이 더 빠를 가능성이 높다. 게다가 시술이 주로 이루어지는 혈관 조영실의 구조상 마취의가 환자와 거리상 다소 떨어진 곳에서 감시를 하게 되기 때문에 이러한 조치를 신속하게 취하기는 더 어렵게 된다. 따라서 실제 임상적인 면에서 BIS 값만을 이용하여 환자의 움직임을 예측하면서 얇은

마취 심도를 유지하는 것은 어려울 것으로 생각된다.(9)

Monk 등은 비심장 수술 후 1년간의 사망률을 조사한 전향적 관찰 연구를 통해 환자의 동반 질환 외에도 BIS 값이 45미만으로 나타나는 깊은 진정 상태가 길수록, 마취 중 수축기 혈압이 80mmHg 미만의 저혈압 상태가 오래 유지될수록 사망률이 높음을 밝혔다.(19) Monk 등은 낮은 BIS 값이 수술 중 뇌에 작용하는 마취제의 농도와 깊은 연관이 있으며, 마취제에 의한 대뇌 저산소증 또는 마취제에 대한 대뇌의 감수성 증가가 환자의 수술 후 1년 생존률에 부정적인 영향을 줄 가능성을 제시하였고, 수술적 자극의 강도와 마취제의 용량, 환자의 진정 정도와 수술 중 혈역학적 상태가 모두 깊게 연관이 되어 있으므로 추가적인 전향적인 연구가 필요함을 지적하였다.

본 연구에서는 깊은 마취군에서 얇은 마취군에 비해 페닐에프린의 사용량이 많았다. 즉, 평균동맥압값이 기저치의 20% 이하로 떨어지는 경우가 깊은 마취군에서 더 많았다. 따라서 시술에 필요한 적절한 수준의 진정과 근이완을 유지하면서 마취 심도는 낮추는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. BIS 값을 50-59로 유지하면서 근이완제의 용량을 높여서 사용하는 것도 대안이 될 수 있다. 이 경우에는 회복 시간이 다소 연장될 수 있는데, 시술 후 빠른 회복도 임상적으로 매우 중요한 측면이므로 한계가 있다.

요약하면 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 전신마취 중 BIS 값을 50-59로 유지하는 것은 BIS 값을 40-49로 유지하는 것에 비해 혈역학적으로 안정적이고 빠른 마취 회복도 기대할 수 있으나 시술 중 환자의 움직임이 더 자주 보고되므로 임상적으로

유용하다고 볼 수 없다. 본 연구를 통해 중재적 신경방사선학적 시술을 위한 전신마취에서 BIS 값을 50-59로 유지하는 것보다 40-49로 유지하는 것이 시술 중 환자의 움직임을 방지하기 위해 더 적합한 마취 깊이라는 사실을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Leber K, Klein G, Trummer M, Eder H. Intracranial aneurysms: a review of endovascular and surgical treatment in 248 patients. *Minimally Invasive Neurosurgery*. 1998;41(02):81-5.
2. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu L-M, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *The Lancet*. 2005;366(9488):809-17.
3. Alshekhlee A, Mehta S, Edgell RC, Vora N, Feen E, Mohammadi A, et al. Hospital mortality and complications of electively clipped or coiled unruptured intracranial aneurysm. *Stroke*. 2010;41(7):1471-6.
4. Jin S-C, Kwon O-K, Oh CW, Bang JS, Hwang G, Park NM, et al. Simple coiling using single or multiple catheters without balloons or stents in middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Neuroradiology*. 2013;55(3):321-6.
5. Lai Y, Manninen P. Anesthesia for cerebral aneurysms: a comparison between interventional neuroradiology and surgery.

- Canadian journal of anaesthesia. 2001;48(4):391–5.
6. Inamasu J, Tanaka T, Sadato A, Hayakawa M, Adachi K, Hayashi T, et al. Outcomes of surgical versus endovascular repair of unruptured brain aneurysms in individuals aged ≥ 75 years. *Geriatrics & Gerontology International*. 2013.
7. Young WL, Pile–Spellman J. Anesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Anesthesiology*. 1994;80(2):427–56.
8. Young WL. Anesthesia for endovascular neurosurgery and interventional neuroradiology. *Anesthesiology clinics*. 2007;25(3):391–412.
9. Varma M, Price K, Jayakrishnan V, Manickam B, Kessell G. Anaesthetic considerations for interventional neuroradiology. *British journal of anaesthesia*. 2007;99(1):75–85.
10. Kamoen E, Herregods L, Defreyne L, Vanlangenhove P, Mortier E. Interventional neuroradiology–anesthetic management. *Acta Anaesthesiologica Belgica*. 2000;51(3):191–6.
11. Kearse L, Manberg P, DeBros F, Chamoun N, Sinai V. Bispectral analysis of the electroencephalogram during induction of anesthesia may predict hemodynamic responses to laryngoscopy and intubation. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. 1994;90(3):194–200.
12. Glass PS, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P, Manberg P. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of

- propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 1997;86(4):836–47.
13. Kearse Jr LA, Manberg P, Chamoun N, Zaslavsky A. Bispectral analysis of the electroencephalogram correlates with patient movement to skin incision during propofol/nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*. 1994;81(6):1365–70.
14. Sebel PS, Bowles SM, Vikas Saini MD F. EEG bispectrum predicts movement during thiopental/isoflurane anesthesia. *Journal of clinical monitoring*. 1995;11(2):83–91.
15. Yli-Hankala A, Vakkuri A, Annila P, Korttila K. EEG bispectral index monitoring in sevoflurane or propofol anaesthesia: analysis of direct costs and immediate recovery. *Acta anaesthesiologica scandinavica*. 1999;43(5):545–9.
16. Brilstra EH, Rinkel GJ, van der Graaf Y, van Rooij WJJ, Algra A. Treatment of Intracranial Aneurysms by Embolization with Coils A Systematic Review. *Stroke*. 1999;30(2):470–6.
17. Duncan D, Kelly K, Andrews P. A comparison of bispectral index and entropy monitoring, in patients undergoing embolization of cerebral artery aneurysms after subarachnoid haemorrhage. *British journal of anaesthesia*. 2006;96(5):590–6.
18. Pilge S, Zanner R, Schneider G, Blum J, Kreuzer M, Kochs EF. Time Delay of Index Calculation: Analysis of Cerebral State, Bispectral, and Narcotrend Indices. *Anesthesiology*. 2006;104(3):488–94.

19. Monk TG, Saini V, Weldon BC, Sigl JC. Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery. *Anesthesia & Analgesia*. 2005;100(1):4-10.

Abstract

Introduction: Providing adequate anesthesia for interventional neuroradiology is important for both anesthesiologist and interventionist. Adequate depth of anesthesia during neuroradiologic intervention ensures patient immobility throughout the procedure, and fast recovery after anesthesia. This study was designed to compare the clinical outcomes of two different anesthetic depth that can be applied for interventional neuroradiology.

Methods: A total of eighty-eight patients undergoing interventional neuroradiology were randomly allocated to light anesthesia (n = 44) or deep anesthesia (n = 44) groups based on the value of bispectral index (BIS). Anesthesia was induced with propofol, alfentanil and rocuronium. After endotracheal intubation, anesthesia was maintained with 1–3% sevoflurane. The concentration of sevoflurane was titrated to maintain BIS at 40–49 (deep anesthesia group) or 50–59 (light anesthesia group). Phenylephrine or alfentanil was used to maintain mean arterial pressure within 20% of the preinduction baseline values. Recovery times (time to spontaneous ventilation, eye opening, extubation and orientation) were recorded.

Results: The light anesthesia group had a more rapid recovery to spontaneous ventilation, eye opening, extubation and orientation (4 vs. 5 min, 7 min vs. 9 min, 8 min vs. 11 min, 10 min vs. 13 min, all $P < 0.01$) compared to the deep anesthesia group. The use of phenylephrine was significantly increased with the deep anesthesia group (768 vs. 320 μg , $P < 0.05$). More patients moved during the procedure in the light anesthesia group (6/44 vs. 0/44, $P < 0.05$).

Conclusions: Maintaining BIS value 50–59 for interventional neuroradiology is associated with more rapid recovery profile and favorable hemodynamic response, but also with more patient movement. Clinical benefit is not clear because patient movement during interventional neuroradiology can be detrimental. We conclude that BIS value should be maintained 40–49 during general anesthesia for interventional neuroradiology.

Keywords: anesthesia, depth; neuroradiology, interventional; anaesthetics volatile, sevoflurane

Student number: 2012 –21713