

치과치료를 위한 진정자가조절법

서광석

서울대학교치의학대학원 치과마취과학교실

Patient-Controlled Sedation for Dental Treatment

Kwang-Suk Seo

Department of Dental Anesthesiology, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

This article discusses the issues of benefit and possibility of application of patient-controlled sedation (PCS) for the dental treatment. The purpose of administering PCS for patients is to diminish anxiety and to provide cooperative and effective dental treatment. But there are a lot of barriers to application of PCS such as knowledge about pharmacokinetics of sedatives, expensive high speed and patient-controllable syringe pump, and well educated sedationist. And there could be risk of deep sedation, airway obstruction and hypoxic brain damages, etc. In order to decrease incidence of complication, appropriate drug selection, selection of right bolus dose, lock-out time is much important.

Key Words: Dental phobia; Dental treatment; Patients controlled sedation; Propofol

서론

치과 시술 시 적절한 국소마취 하에 통증 조절이 이루어지지만, 시술에 종류와 상황에 따라 통증이 유발될 수 있는 상황이 상존하는 것도 사실이다. 적지 않은 환자들이 치과 시술과 관련된 통증에 대한 공포와 불안으로 고통을 받거나 이러한 이유로 적절한 치과치료를 받지 못하는 경우도 있다. 이러한 이유로 치과치료를 시 적절한 통증조절 함께, 환자의 불안 및 스트레스를 감소시키려는 노력의 일환으로 진정법 시행이 증가하고 있다. 일반적으로 진정법은 약제를 투여하여 환자의 의식을 어느 정도 억제된 상태를 유도하게 되는데, 진정심도에 따라 심혈관계 기능 억제, 환자의 호흡 감소 및 기도 폐쇄의 위험이 따르게 될 수 있다[1]. 또한, 진정법을 시행하는 과정이 전신마취처럼 확실하게 환자가 의식을 잃고 통증을 느끼지 못하는 상태로 결정되는 것이 아니라, 시술의 침습도 등에 따라 필요로 하는 진정 깊이에 차이가 있을 수 있고, 환자마다 진정 약제의 반응이 다양하다 보니, 진정법을 시행하더라도 환자가 적절히 시술에 협조를 하지 못하는 경우도 발생하고, 진정을 시행하는 과정에 시술자가 불만족스

러운 상황이 발생하기도 한다[2]. 특히 환자에 따라 불안정도, 통증을 경험하는 정도, 스트레스 반응, 약제의 감수성이 다르다 보니 일률적인 약제의 투여가 불가능한 경우가 많고, 환자마다 적절한 약제의 양과 종류를 조절하여 투여하는 것이 필요하다고 여기는 것이 당연하다.

이러한 이유로 수술 후 통증 조절 시 환자 스스로 약제의 양을 조절해서 투여하는 방법으로 발달한 자가통증조절법에서 사용되는 원리가 진정법에도 적용되었는데, 일시용량(bolus dose)과 잠금시간(lock-out time)을 설정한 후 환자가 필요한 시점에 요구버튼을 누르도록 하여 각 환자의 요구에 맞게 약물이 주입되도록 하는 진정자가조절법(Patient-controlled sedation)이 약 20년 전부터 임상에 도입되어 사용되어 왔다[3]. 그 동안의 진정자가조절법에 대한 임상경험에 대한 자료를 보면 환자가 불안 또는 통증조절을 스스로 시행하는 권한을 부여받았다는 사실에서 환자가 이 시술 자

Received: 2013. 9. 24 • Revised: 2013. 10. 2 • Accepted: 2013. 10. 2
Corresponding Author: Kwang-Suk Seo, Department of Dental Anesthesiology, Seoul National University School of Dentistry, 101 Daehak-ro Jongno-gu, Seoul, 110-768, Korea
Tel: +82.2.2072.0622 Fax: +82.2.766.9427 email: stone90@snu.ac.kr

체에 대한 만족감은 큰 것으로 알려져 있다[4].

진정자가조절법은 원래 목적 그대로, 환자가 치과치료를 편안하고 효과적으로 받을 수 있도록 하여 환자의 진정법에 대한 만족도를 높여야 할 뿐 아니라 진정법으로 인한 부작용 및 합병증을 감소시켜 시술자의 진정법 만족도도 높일 수 있어야 한다. 그런데, 통증 치료 시 사용되는 자가통증조절법에서는 환자가 의식을 잃는 사건의 발생은 매우 드문 일이기 때문에 자신의 통증 상태를 평가하고 추가적인 주입여부를 결정할 수 있는 피드백시스템이 유지될 수 있으나, 진정자가조절법에서는 환자가 결정해서 주입된 약제가 환자의 의식을 잃게 하고, 인지기능 자체에 손상을 일으켜 환자 스스로가 약제를 덜 투여하거나 더 투여하게 하는 피드백 시스템을 망가트릴 수 있다. 즉 주입된 약제에 의해 환자가 의식을 잃게 되면, 그 순간부터 환자가 스스로를 조절할 수 없는 상태에 빠지게 되어 피드백 시스템이 무너진다[5]. 오직, 잘 설계된 약제 주입 계획이 환자의 의식이 소실되었을 때, 짧은 시간 내에 다시 의식이 돌아오게 되고, 다시 피드백 시스템이 회복되게 할 수 있다. 하지만, 이렇게 의식이 없어졌다가 다시 깨어났다가 하는 상황이 과연 적절한 진정 상태인가에 대한 물음이 있을 수 있고, 환자의 특성에 따라 약제의 용량이 과한 경우 기도폐쇄 등의 응급상황에 빠질 위험성을 항상 내포한 시스템이기 때문에 진정자가조절법 시행은 자가통증조절법보다는 훨씬 더 안전하지 않는 상황에 이를 수 있고, 반드시 적절한 방법으로 환자의 안전성을 확보해야 한다. 하지만, 그 동안의 임상 결과는 진정자가조절법이 치과마취에 충분히 적용될 수 있음을 보여주고 있다.

현재, 진정자가조절법은 적절한 국소마취 하의 치과치료 [1], 척추마취 하 수술[6], 국소마취 후 수술과[7] 같이 통증을 거의 느끼지 않을 것 같은 상황에서 주로 사용되고 있으나, 난자 채취[8], 대장내시경 시술[9] 같이 국소마취가 불가능하여 진통제를 미리 투여한 상태에서 시행하는 경우도 늘고 있다. 또한, 전신화상 환자의 상처부위 소독과[10] 같이 극심한 통증이 유발되는 시술, 기관내 삽관을 하고 있는 중환자에 까지[11] 적용되고 있다. 이렇게 각기 환자의 진정요구 정도, 통증의 조절 요구 정도가 다른 조건에서 진정자가조절법이 적용되고 있으므로 통증이 유발되는 치과 치료 환자에서 진통제와 함께 사용되는 진정자가조절법도 시행 가능할 수 있

다고 본다. 하지만, 효과적인 진정과 부작용 감소를 위해 약제 선택에 신중을 기해야 하고, 일시용량, 잠금시간 등을 적절히 조절하여 환자가 만족할 수 있는 진정자가조절법이 시행될 수 있어야 한다.

진정자가조절에 사용되는 약제

진정자가조절법에 사용되는 약제는 진정 도입이 빠르고, 진정의 정도 및 작용시간의 조절이 용이하고 심혈관계 억제 및 호흡억제 등의 부작용이 없어야 한다. 그러나 이러한 조건을 만족하는 약제는 찾기가 어렵다. 현실적으로 propofol, midazolam과 같은 진정제를 흔히 사용하게 되는데 단독 또는 다른 약제와 혼합하여 사용하는 경우가 일반적이다. 진통이 필요한 시술에서 진정자가조절법이 시행될 경우, 작용시간이 짧은 alfentanil, remifentanil, ketamine 같은 진통제와 혼합하여 사용하게 된다. 환자가 요구버튼을 누른 후 약제의 효과가 빨리 나타나는 경우가 진정자가조절법의 유효성 면에서 유리하다고 생각되어지기 때문에 정주 후 최고효과에 도달하는 시간이 빠른 propofol이 midazolam에 비해 선호된다[12]. 즉 최고효과에 도달하기 전에 요구버튼이 반복해서 눌러지는 경우, 반복 투여된 약제로 인하여 과진정의 위험성이 있을 수 있기 때문이다[12]. 특히 propofol은 진정 후 회복이 신속하고 오심 구토의 예방효과가 있어 선호된다. Midazolam은 정주통이 없고 우수한 항불안 효과와 기억상실 효과 그리고 비교적 호흡억제 등의 부작용이 적다는 점에서 마취통증의학과가 아닌 의사에게서도 이용도가 높다. 특히, 치과의사에 의해 투여되는 진정자가조절법 시 midazolam의 투여가 선호된다. Garip 등은 지치 발치 시 0.5 mg/ml 농도의 midazolam을 잠금시간 5분으로 2 ml 투여하도록 하였는데, remifentanil을 12.5 mcg/ml로 혼합하여 같이 투여한 경우와 비교하여 높은 만족도를 보였다[13]. 그러나, Midazolam은 회복 기간이 길고, 졸음과 착란의 빈도가 상대적으로 많은 것으로 알려져 있다. 최근에는 dexmedetomidine을 사용하는 경우도 보고되고 있다[11].

진정자가조절에 사용되는 주사기 펌프

진정자가조절을 위한 펌프는 일반적으로 약제주입에 사용되는 펌프의 기능에 특수한 기능들이 추가되어야 한다. 펌프는 충분한 정확성을 가지고 있어야 하고, 가볍고 다루기가 용이해야 하고, 전기적으로나 물리적으로 안정적이어야 한다. 또한, 적절한 경보 장치를 가지고 있어야 하는데, 경보기능은 전원의 불안정에 대한 경보, 약제가 제대로 들어가지 않는 경우에 대한 경보, 주사기가 올바르게 장착되지 않았거나, 주사기 내에 내용물이 없는 경우, 그 이외 작동에 오류가 생긴 경우에 대한 경보를 포함하여야 한다. 또한, 배터리로 작동이 가능해서, 전원 공급이 차단될 경우 배터리로 작동되어 저장되어 있는 자료의 소실 없이 작동이 되어야 한다. 컴퓨터와 연결이 가능해야 하는데, 외부 컴퓨터로 펌프를 작동시킬 수 있어야 하고, 환자에게 주입된 약제와 펌프의 작동과 관련된 정보들이 펌프 내부의 메모리에 저장되고, 저장된 자료를 외부 컴퓨터로 획득할 수 있어야 한다. 그리고, 주입펌프가 주사기의 크기를 자동인식 할 수 있는 기능과, 여러 약제들에 대한 데이터베이스를 저장하고 있어 작동에 편리함을 줄 수 있으면 유익하다[2].

적절한 진정자가조절을 위해 요구버튼에 의한 작동기능을 갖추고 있어야 하는데, 요구버튼을 누른 횟수와 실제로 주입된 용량이 표시되어야 한다. 효과적인 진정자가조절을 위해 주입 펌프 내 여러 항목들의 설정 기능이 필요한데, 무엇보다도 일시용량 설정 및 일시용량 주입속도 조절, 그리고, 잠금시간 설정이 가능해야 한다. 일시용량은 단순히 요구버튼을 누를 때 마다, 일정한 용량(예, 2 ml, 10 mg 등)이 주입되게 설정할 수도 있지만, 환자의 체중, 약물 농도를 설정하면, 체중당 주입량(mg/kg이나 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 단위로)으로 설정되는 기능도 필요하다. 일시용량의 최고주입속도도 조절이 가능해야 하는데, 기본적으로 1000 ml/hr는 되어야 한다. 자가조절 진정이 도입되던 초기에는 PCA용 주입장치를 사용하였는데, PCA용 주입장치의 경우 잠금시간을 1분 미만으로 설정할 수 없고, 일시용량 주입속도가 100 ml/hr를 초과하지 못한다는 한계가 있었다. 그 결과 진정 시 일시용량을 빨리 주입할 수 없어 진정제의 요구량이 큰 환자의 요구를 따라갈 수 없다는 문제점이 있었다. 또한 환자의 안전을 위해 잠금시간 설정

을 해주어야 하는데, 잠금시간 미설정 기능과 초단위 설정 기능을 가지고 있는 것이 유리하다. 최대용량 설정기능은 안전성 확보에 도움이 된다. 요구버튼은 환자가 의식을 소실하면 손에서 떨어뜨릴 수 있으므로 손에 고정할 수 있는 장치를 가지고 있어야 하고, 요구버튼을 눌렀을 때, 삐 소리 등으로 환자와 진료의가 알 수 있도록 하여야 한다.

표시화면에는 요구버튼을 경과된 시간, 누른 횟수, 주입횟수, 남은 잠금시간, 총주입된 용량, 주입속도 등이 표시되어 상황을 파악할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

자가조절진정에 적합한 주입펌프로는 예전부터 사용된 일시용량 주입속도가 1000 ml/hr 이상이면서 잠금시간을 최소 1분으로 설정할 수 있는 장비인 Ohmeda 9000 syringe pump와 일시용량 주입속도가 200 ml/hr이면서 잠금시간 0분에서도 작동되는 Graseby 3300 syringe pump가 있다. 또한, 국내에 일시용량 주입속도가 999.9 ml/hr이면서 잠금시간을 최소 1분으로 설정할 수 있는 주입펌프로 Perfusor[®]fm이 도입되어 있으며, 최근 arcomed ag사의 Syramed uSP6000가 국내에 도입되었는데, 최고주입속도가 1500 ml/hr까지 가능하다. 또한 B.Braun 사의 Perfusor Space는 1800 ml/hr까지 가능하다.

진정자가조절법 설정

진정자가조절법 시 원하는 약제를 충진백에 채운 후 일시용량, 일시용량주입속도, 잠금시간, 초기부하용량, 기본주입속도를 시술 종류, 연령 및 신체 상태 등을 고려하여 효과와 안정성과의 균형을 유지하도록 설정하여야 한다. 진정자가조절의 효능은 적절한 용량을 적절한 시간에 주입할 수 있는 지, 즉 설정용량과 최대평균주입속도가 중요하다. 한편 안전성은 일시용량, 최대평균주입속도, arm-brain time, 잠금시간 등의 영향을 받으며, 최대과용량을 계산해봄으로써 보다 구체적으로 평가할 수 있다.

1) **일시용량(bolus dose):** 요구버튼을 누를 때 주입되는 용량으로 일반적으로 1회 주입으로 최소한의 효과가 발현하도록 설정한다. 용량은 체중 등에 상관없이 일정하게 정하는 방법 또는 체중에 비례하여 체중당 주입량(mg/kg나 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 단위로)으로 설정할 수도 있다. midazolam의 경우 0.1-1

mg으로 설정된 보고들이 있으며[1], propofol의 경우 3-30 mg으로 설정되는 데, 일시용량이 큰 경우 긴 잠금시간이 요구된다.

2) 잠금시간(Lock-out time): 일시용량의 주입이 완료된 직후부터 시작되며 요구버튼을 눌러도 약제가 주입되지 않는 시간이다. 잠금시간을 설정하지 않고 진정자가 조절을 시행한 논문들이 많이 있으나, 약제의 발현시간 특성에 맞춘 적절한 잠금시간의 설정이 안전성 확보에 중요하다.

일반적으로 소량의 일시용량을 설정한 경우, 잠금시간을 짧게 설정하고(0-1분), 일시용량을 많게 한 경우는 잠금시간을 길게(3-5분) 설정하게 된다[1]. 일시용량과 잠금시간을 설정하는 방식에 따라 약물의 혈중 농도 및 효과치 농도는 상당한 차이를 보이게 된다. Fig. 1에서는 두 가지의 자가조절진정 방법을 나타내고 있는데, 위의 그림은 적은 일시용량(propofol 3 mg)을 잠금시간 없이 설정한 경우이고, 아래 그림은 비교적 많은 일시용량(propofol 0.7 mg/kg)으로 잠금시간을 3분으로 하여 설정한 경우이다[14]. Propofol 효과치 농도 0.7-0.8 $\mu\text{g/ml}$ 에서 만족스러운 진정 상태에 도달하

며, 적은 일시용량으로 잠금시간을 설정하지 않은 경우 환자가 만족스러운 진정 상태에 도달할 때까지 30초 간격으로 요구 버튼을 누른다고 가정하였다. 일시 용량을 적게 설정한 경우에는 적절한 효과치 농도에 이르는 시간이 지연되며, 진정 도입 시 환자는 반복적으로 요구 버튼을 눌러야 하고, 그 후에도 진정 상태를 유지하기 위해서는 규칙적으로 요구 버튼을 눌러주어야 한다. 한편 일시용량을 많이 설정한 경우에는 진정 유도가 빠르지만, 혈중 농도 및 효과치 농도의 변화 폭이 크므로 과진정의 위험이 높고, 진정 심도의 변화 폭도 크다.

약제가 들어가는 동안에는 요구버튼에 의해 약제가 주입되지 않으므로, 실제 잠금 시간은 설정한 시간보다 더 길어지게 된다. 설정한 잠금시간에 약제가 주입되는 시간을 더한 실제적인 잠금시간을 유효잠금시간(effective lock-out time)이라고 하고, 이 시간은 일시주입량속도에 영향을 받게 되는데, 진정자가 조절법의 효과에 영향을 준다[15].

3) 지속주입속도(basal infusion rate): 진정법을 시작하면서 지속적으로 주입하는 용량을 말하며, 일시용량은 기저주입량에 추가로 주입되게 된다. 일반적으로 진정자가 조절에서는 지속주입량을 설정을 하는 경우가 드물다. 하지만 진정 심도의 변화를 적게 하기 위해 적절한 기본주입속도 설정이 도움이 될 수 있다[16].

4) 일시용량주입속도(Nominal infusion rate): 일시용량 주입속도는 기계에 따라 특정값으로 정해져 있는 경우도 있고, 사용자가 조절할 수 있는 경우도 있다. 일반적인 자가통증조절기에서는 100 ml/hr 이하이고 최근에 개발된 펌프는 1500 ml/hr 이상의 속도를 나타낸다. 이 속도가 빠를수록 약효의 발현이 빠른 것으로 알려져 있으나, arm-brain time 등의 제약과 혈중 농도의 증가에 따르는 호흡억제 등의 부작용의 발현 가능성 등으로 어느 정도 이상 빠르게 하기는 쉽지 않다. 그러므로, 일시용량의 설정과 함께 약동학적 고려가 필요하다.

일시용량을 일시용량 주입속도로 나누면 일시용량 주입시간(Time to infuse dose)을 구할 수 있다. 일시용량 주입속도가 느린 자가조절 주입장치를 사용하면, 일시용량을 주입하는데 오랜 시간이 소요되므로 환자는 진정 정도를 스스로 조절할 수 없다고 느끼게 되므로 자가조절진정의 효능이 떨어

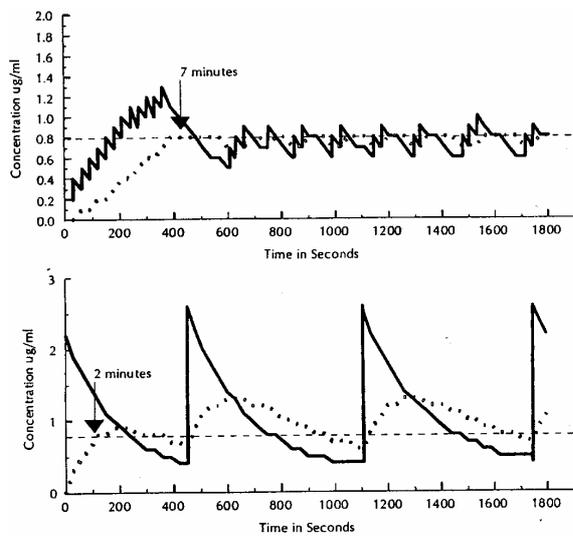


Fig. 1. Propofol을 이용한 자가조절진정시 일시용량(dose)과 잠금시간(lock-out time)의 설정을 달리하였을 때의 혈중 (-), 효과치(- - -) 농도의 변화. 위 그림은 잠금시간 없이 propofol 3 mg을 일시용량으로 설정하여 효과치 농도가 0.8 $\mu\text{g/ml}$ 에 이를 때까지 환자가 30초 간격으로 약물을 투여한 경우, 아래 그림은 3분의 잠금시간을 설정하여 일시용량으로 propofol 0.7 mg/kg를 일시투여량으로 설정하여 투여한 경우임. 점선은 0.8 $\mu\text{g/ml}$ 를 나타냄 (Vuyk J 등의 On the Study and Practice of Intravenous Anaesthesia에 그려진 그림 참조[14]).

어지게 된다.

5) 초기부하용량(initial loading dose): 초기에 목표 진정 정도에 도달하는 데 시간이 오래 걸리므로 초기부하용량을 사용하면 효과적으로 빠른 시간이 진정을 유도할 수 있다. 많은 경우에 초기부하용량은 설정하지 않고 사전에 진정제 또는 진정제를 전투약하는 방법이 적용되고 있다.

6) 최대용량: 환자가 요구버턴을 일정한 횟수 이상 누르면 비록 잠금시간 밖에 있더라도 더 이상의 진정제가 들어가지 않도록 설정하는 기능으로 환자의 안전을 위해 필요하다.

7) 최대평균주입속도(Maximum mean infusion rate; MMIR): 환자에게 지속적으로 요구버턴을 누르게 하여, 유효 잠금시간이 끝나자마자 다시 일시용량이 주입되게 하면, 어떤 설정 상황에서 가능한 가장 빠른 속도로 약물을 투여하게 되는 데, 이것을 최대평균주입속도라고 한다[15]. 이것은 현재 설정된 일시용량과 잠금시간으로 최대 성능이 어느 정도 인지 가능할 수 있게 해준다.

$$MMIR = NIR \times (TID/ELOT) = (Dose/ELOT)$$

여기에서 NIR: nominal infusion rate, TID: time to infuse dose, ELOT: effective lock-out time

만약, 지속주입(basal infusion)을 병용하고 있다면,

$$MMIR = NIR \times (TID/ELOT) + \text{Basal infusion rate} \\ = (Dose/ELOT) + \text{Basal infusion rate}$$

예를 들어 일시용량 주입속도가 100 ml/hr (1.67 ml/min) 이고, 일시용량이 2 ml, 잠금시간이 3분이라면 MMIR은 2 ml/(3분 + 2/1.67분) = 0.48 ml/min = 28.6 ml/hr이다. 여기에 10 ml/hr의 지속주입을 병용하고 있다면 MMIR은 38.6 ml/hr가 된다[2].

8) 최대과용량(Maximum possible overdose; MPO): 약효의 발현이 느린 약물을 사용하거나 심혈관계 질환이나 고령으로 인하여 약효가 늦게 나타나는 경우가 있다면, 진정제의 효과가 나타나기 전에 환자는 요구버턴을 추가로 누를 수 있으므로 과용량이 투여될 위험이 생긴다. 따라서 자가조절진정의 안정성을 평가함에 있어서 환자에게 최대로 투여될 수 있는 약물의 양이 얼마인가를 추정해보면 자가조절진정의 안전성을 보다 구체적으로 평가해 볼 수 있다. Arm-brain

time 내에 효과를 발휘하여 수면을 유도하는 약물을 사용한다고 할 때 일시용량이 주입되더라도 arm-brain time 동안에는 환자가 깨어 있어 요구버턴을 누를 수 있으므로 환자에게 투여될 수 있는 최대량은 처음에 요구버턴을 누른 일시용량과 arm-brain time동안 추가로 투여될 수 있는 최대량을 합한 것이 되며 이를 최대과용량이라고 한다.

*** 잠금시간을 설정하지 않은 경우**

$$MPO (ml) = Dose (ml) + MMIR (ml/min) \times ABT (min)$$

(지속주입을 병용하는 경우에도 마찬가지로 식에 의해 계산됨.)

*** 잠금시간을 설정한 경우**

$$MPO (ml) = Dose (ml) + [\text{integer} (ABT/ELOT)] \times Dose (ml)$$

이때, 지속주입(basal infusion)을 병용하고 있다면,
 $MPO (ml) = Dose (ml) + [\text{integer} (ABT/ELOT)] \times Dose (ml) + [\text{Basal infusion rate} (ml/min) \times ABT (min)]$
 MMIR: maximum mean infusion rate, ABT: arm-brain time, ELOT: effective lock-out time

진정자가조절법과 의사에 의한 진정법 (anesthesiologist-controlled sedation)과 비교

치과마취과 의사가 진정을 시행하는 방법으로 진정제를 간헐적 일시주입법, 지속주입법, 목표농도조절주입법을 들 수 있다. 주로 midazolam, propofol, alfentanil, remifentanyl 같은 약제가 투여되며, 의사가 환자의 진정상태를 관찰 및 평가하여 약제를 투여하게 된다. 두 방법의 장단점을 문헌 고찰로 비교해 보면, 의사가 환자가 시술 중 불안해 하는 것을 막고 시술 중 움직이는 것을 방지하고자 진정 심도를 깊게 하는 경향이 있어, 대체적으로 진정자가조절법에서 약제의 투여량이 적고, 회복속도도 빠른 것으로 알려져 있다 [17]. 또한 진정자가조절법에서 진정 정도도 낮게 유지되고, BIS 수치도 평균적으로 높으며, 산소포화도 감소 같은 합병증의 발생률도 감소하는 것으로 보고되고 있다[10]. 하지만,

초기진정 유도속도는 치과마취과 의사에 의한 진정법이 빠르고, 만족도에서는 별 차이가 없는 것으로 보고되거나 오히려 진정자가조절법이 우수한 것으로 보고되고 있다.

목표농도조절법을 이용한 진정자가조절법 (patient maintained sedation: PMS)

일시투여 방식의 진정자가조절법은 투여약물의 혈중농도 및 효과치 농도가 일정하게 유지되지 못하는 단점이 있다. 그래서 농도를 일정하게 유지하기 위해 기존에 TCI 장치에 진정자가조절법을 적용하는 방법이 보고되고 있는데, 환자가 요구버턴을 눌러 propofol의 목표 농도를 조절하는 방법으로 patient maintained sedation으로 명명되었다[18]. 이 방법에서는 초기목표농도(propofol의 경우 0.5-1.0 mcg/mL)를 정하여 주입을 시작한 후, 진정 요구버턴을 누를 때마다 설정 목표농도(propofol의 경우 0.1-0.2 mcg/mL씩 상승)를 올리는 방법이다[2]. 잠금시간은 효과치 농도와 혈중농도가 동일해 지는 데 걸리는 시간을 감안하여 정해주게 되는데 보통 2-4분 정도로 설정된다. 최대혈중농도에 대한 제한을 걸어 놓는 것이 안전하고 일정한 시간 동안(5-12분) 요구버턴이 눌러지지 않으면 설정 목표농도를 자동으로 낮추어 과진정의 위험을 감소시키는 방법이 이용되기도 한다. 아직 상용화 된 펌프가 개발되어 있지는 않으며, 안정성의 확보를 위해 더 많은 연구가 요구된다.

결론

진정자가조절법은 환자 스스로의 의식 상태를 조절하는 방법으로 상황에 따른 적절한 약제의 선택과 일시용량, 잠금 시간을 설정하게 되면, 치과마취과 의사에 의해 조절되는 진정에 비교하여 더 높은 환자 및 시술자의 만족도, 짧은 회복 시간, 합병증 위험도를 낮출 수 있는 장점이 분명히 존재한다. 이를 위하여 적절한 자가조절 주입펌프가 필요하며 목표 농도조절 등 아직 안전성을 높이기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Rodrigo C. Patient-controlled sedation. *Anesth Prog* 1998;45(3): 117-26.
2. Korean Society for Intravenous Anesthesia. *Sedation*. Seoul Eui-hak Publishing & Printing Co.2004
3. Rudkin GE, Osborne GA and Curtis NJ. Intra-operative patient-controlled sedation. *Anaesthesia* 1991;46(2): 90-2.
4. Osborne GA, Rudkin GE, Curtis NJ, Vickers D and Craker AJ. Intra-operative patient-controlled sedation. Comparison of patient-controlled propofol with anaesthetist-administered midazolam and fentanyl. *Anaesthesia* 1991; 46(7): 553-6.
5. Thorpe SJ, Balakrishnan VR and Cook LB. The safety of patient-controlled sedation. *Anaesthesia* 1997; 52(12): 1144-50.
6. Tsunoda K. [The dosage of sedative was reduced by patient-controlled sedation during epidural anesthesia]. *Masui* 1995; 44(1): 73-8.
7. Janzen PR, Christys A and Vucevic M. Patient-controlled sedation using propofol in elderly patients in day-case cataract surgery. *Br J Anaesth* 1999; 82(4): 635-6.
8. Dell RG and Cloote AH. Patient-controlled sedation during transvaginal oocyte retrieval: an assessment of patient acceptance of patient-controlled sedation using a mixture of propofol and alfentanil. *Eur J Anaesthesiol* 1998; 15(2): 210-5.
9. Trummel J. Sedation for gastrointestinal endoscopy: the changing landscape. *Curr Opin Anaesthesiol* 2007; 20(4): 359-64.
10. Nilsson A, Steinvall I, Bak Z and Sjoberg F. Patient controlled sedation using a standard protocol for dressing changes in burns: patients' preference, procedural details and a preliminary safety evaluation. *Burns* 2008; 34(7): 929-34.
11. Chlan LL, Weinert CR, Skaar DJ and Tracy MF. Patient-controlled sedation: a novel approach to sedation

- management for mechanically ventilated patients. *Chest* 2010; 138(5): 1045-53.
12. Rudkin GE, Osborne GA, Finn BP, Jarvis DA and Vickers D. Intra-operative patient-controlled sedation. Comparison of patient-controlled propofol with patient-controlled midazolam. *Anaesthesia* 1992; 47(5): 376-81.
 13. Garip H, Gurkan Y, Toker K and Goker K. A comparison of midazolam and midazolam with remifentanyl for patient-controlled sedation during operations on third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007; 45(3): 212-6.
 14. Vuyk J, Engbers F and Groe-Mulder S. *On the Study and Practice of Intravenous Anaesthesia*. Dordrecht, Kluwer academic publishers. 2000.
 15. Whitwan JG. *Day-Case Anaesthesia and Sedation*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 1994.
 16. Hwang J, Jeon Y, Park HP, Lim YJ and Oh YS. Comparison of alfentanil and ketamine in combination with propofol for patient-controlled sedation during fiberoptic bronchoscopy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005; 49(9): 1334-8.
 17. Mandel JE, Lichtenstein GR, Metz DC, Ginsberg GG and Kochman ML. A prospective, randomized, comparative trial evaluating respiratory depression during patient-controlled versus anesthesiologist-administered propofol-remifentanyl sedation for elective colonoscopy. *Gastro-intest Endosc* 2010; 72(1): 112-7.
 18. Irwin MG, Thompson N and Kenny GN. Patient-maintained propofol sedation. Assessment of a target-controlled infusion system. *Anaesthesia* 1997; 52(6): 525-30.