

# 전신마취하 수술을 받는 노인환자의 주술기 관리

김 재 환 · 이 일 옥 | 고려대학교 의과대학 마취통증의학교실

## Perioperative management of elderly surgical patients under general anesthesia

Jae-Hwan Kim, MD · Il-Ok Lee, MD

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

The perioperative care of the geriatric patient is complex. Older patients are at increased risk for complications due to a decreased functional reserve, variable response to stress, and the number of their comorbidities. These make it difficult to adequately assess the patient's ability to respond to the specific stresses associated with surgery. Normal aging results in changes in cardiac, respiratory, hepatic and renal physiology, and the response of the elderly patient to surgical stress is often unpredictable. The pharmacokinetics and pharmacodynamics of elderly and younger patients also differ and the elderly patient's use of multiple medications may alter homeostatic mechanisms. Developing comprehensive understanding of the perioperative care of the elderly patient undergoing general anesthesia could improve outcomes and might have particular value in patient care, especially with regard to pain management and the prevention of postoperative complications. Recently, the aim of surgery for elderly patients has become improving the quality of life rather than simply maintaining survival, so understanding of perioperative care of the elderly who have undergone general anesthesia has become essential for patient management.

**Key Words:** Aged; Anesthesia, general; Patients; Perioperative care

### 서론

65세 이상의 노인환자는 성인환자의 경우와 달리 신체장기의 기능 및 예비력이 저하되어 있고 연령에 따른 각종 합병증 및 퇴행성 질환이 동반되어 있는 경우가 많으며 체액과 전해질의 조절능력이 저하되어 있어 수술 및 마취의 이환율과 사망률이 높아지기 때문에 세심한 마취관리가 요구된다. 또한 나이 자체가 수술 및 마취의 위험도를 증가시키기도 하는데

85세 이상의 환자에서는 수술을 받는 것 자체가 사망률의 빈도를 증가시키는 것으로 알려져 있다[1]. 노화로 인하여 신체의 구성 및 간과 신장에서의 대사기능이 변하게 되면 약물의 약동학 및 약력학적 변화가 발생하여 전신마취에 사용되는 여러 약물에 대한 반응이 성인환자와 다르게 나타날 수 있다[2]. 그러므로 외과의사와 마취과의사는 노인의 생리적 변화 및 흔히 사용되는 약물의 약리적 반응에 대한 변화를 충분히 이해하고 동반된 질환에 대한 적절한 고려를 통하여 수술과 전신마취에 따른 합병증이나 후유증을 예방할 수 있어야 한다.

Received: April 7, 2015 Accepted: April 21, 2015

Corresponding author: Il-Ok Lee  
E-mail: iloklee@korea.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 수술 전 평가

전신마취 하에 수술을 받는 환자들의 생리적 예비력 평가를 위하여 병력청취와 신체기능의 정도에 대한 임상적 평가

를 수술 전에 실시하여야 하는데 나이가 많거나 동반된 질환이 있을수록 더욱 철저히 시행하여야 한다. 70세 이상의 환자들은 보통 질환과 관련된 하나 이상의 증상이 있으며 환자 중 30% 정도는 두 개 이상의 질환을 앓고 있기도 한다[3]. 노인환자들에게 흔히 동반되는 질환에는 고혈압, 당뇨, 심혈관계질환, 폐질환, 신경계질환, 콩팥질환 등이 있는데 이 중 심혈관계 질환과 당뇨, 폐질환은 전신마취 관리에 많은 영향을 주므로 수술 전에 세심하게 평가하여 최적의 상태를 유지하도록 한다. 수술 전에 실시할 검사실 검사의 종류는 환자의 나이 만으로 결정되어서는 안되며 환자의 병력과 이학적 소견, 그리고 예정된 수술에 의해 결정되어야 한다. 그러나 검사실 검사에서 특별히 노인환자에서 수술 후 부작용을 예측할 수 있는 인자는 아직 없으며, 미국마취과학회 신체상태 분류법과 수술적 위험도가 부작용을 예측하는데 더 중요한 역할을 하고 있다[4].

인지력은 각성기 섬망과 수술 후 부작용 및 기능회복에 관련되므로 수술 전에 간이 정신상태 기능검사를 실시하여 인지상태의 기준치를 정한다. 전신마취가 노인성 치매의 진행을 악화시키는지는 정확히 밝혀지지는 않았으나 치매가 수술 후 섬망 발생의 위험도를 증가시키므로 수술 전에 가능한 한 치매의 진단을 정확하게 실시하고 관리하여야 한다[5]. 장기 작용 베타차단제를 사용하고 있는 노인환자들에서 주술기 심근경색의 위험을 낮추기 위해서는 단기 작용보다는 장기 작용 베타차단제를 계속 사용하는 것이 더 효과적이며, 관상동맥질환을 가진 환자에서는 수술 몇 주 전에 단기 작용 베타차단제를 적절히 사용하면 주술기 심혈관계질환 발생의 위험을 감소시킬 수 있다[6]. 그러나 수술 직전 급하게 사용된 베타차단제는 수술 후 심근경색을 줄일 수는 있겠지만 뇌졸중, 심한 저혈압, 심한 서맥을 초래하여 심혈관 합병증 및 전체 사망률을 증가시키게 된다. 노인환자에서는 비정상 심전도 소견이 흔하지만 이것이 수술 후 심장 합병증의 발생 가능성을 예측하지는 못한다. 노인환자에게 폐합병증은 5.5%의 빈도로 발생하며 비심장 수술을 받는 노인환자의 수술 후 사망의 세 번째 원인이 된다[7]. 그러므로 전신마취 하에 수술을 받는 환자들의 수술 전 폐 상태에 대한 진단과 최적화는 매우 중요하다.

쇠약함은 생리적 예비력이 소실되어 스트레스에 장애가 생기기 쉬운 상태를 말하는데 노인에서 쇠약함은 6.9%의 빈도로 발생한다[8]. 쇠약함이 있는 노인환자들은 없는 환자들에 비해 장애, 입원, 낙상 및 죽음에 쉽게 이르기 때문에 전신마취 하에 수술 받는 환자들의 결과를 예측하고 평가하는데 중요하다. 쇠약함은 이동성, 근력약화, 낮은 운동 내성, 평형 불안정성과 함께 체중감소, 영양부족, 근육소모 등의 신체조성의 변화를 수반하여 전신마취 후의 환자 상태를 더욱 악화시킨다. 응급수술 시 노인환자는 노화로 이미 생리적 예비력이 감소되어 있는 데에 더하여 체액 전해질의 불균형과 함께 심폐기능이 저하되면 수술 결과가 더욱 좋지 않으므로 나이, 기능상태, 인지력, 영양상태, 동반질환 등을 기반으로 전신마취의 위험도를 세심하게 평가하여야 한다.

## 흡입마취제

흡입마취제의 흡수 및 대사는 노화로 인해 복잡한 영향을 받으므로 마취제를 투여할 때는 신중하게 해야 한다. 노인환자들은 성인환자들에 비하여 필요한 흡입마취제의 요구량이 줄어드는데 나이와 흡입마취제 요구량의 상관관계를 보면 나이가 증가함에 따라 마취제 요구량은 매 10년 약 6%씩 감소한다고 한다[9]. 따라서 노인환자에서는 성인환자에 비해 흡입마취제의 투여량을 감소시켜야 하는데, 이는 노화로 인한 중추신경계 생리의 변화로 인하여 흡입마취제에 대한 감수성이 증가하기 때문으로 각 마취제의 강도와는 상관없이 나타난다.

노인에서 감소된 심박출량은 흡입마취제의 섭취를 감소시켜 마취제의 폐포분압 증가 속도를 빨라지게 한다. 아산화질소, sevoflurane, desflurane과 같이 용해도가 낮은 마취제를 사용할 때는 심박출량에 영향을 적게 받지만 halothane, enflurane, isoflurane과 같이 용해도가 높은 마취제를 사용할 때 심박출량이 감소하면 마취제의 폐포 내 농도가 급격하게 증가하여 노인환자에게 과용량이 투여될 수 있으므로 특히 주의하여야 한다[10].

아산화질소는 카테콜아민을 자극하여 동맥압, 심박출량,

심장박동수의 증가를 가져올 수 있으며 관상동맥질환 혹은 심한 저혈량증이 있는 환자에서는 심근억제 효과가 나타나 심근허혈이 생길 수도 있으므로 노인환자에서 유의하여 사용하여야 한다. 그 외 흡입마취제들은 심근의 수축력을 직접적으로 억제하여 동맥압을 감소시키는데 그 억제 정도는 enflurane과 halothane이 가장 심하며 isoflurane, sevoflurane, desflurane이 비슷한 정도로 억제시킨다[11].

흡입마취제는 심근을 억제하지만 관상동맥을 확장시키고 심근의 산소요구량도 동시에 감소시키므로 심근의 관류는 비교적 적절히 유지된다. 그러나 심부전 환자의 경우 흡입마취제가 좌심실의 수축기능을 저하시키므로 좌심실 수축기능이 떨어진 노인환자에서는 신중히 사용하여야 한다. Isoflurane을 관상동맥질환을 가진 환자에서 사용하는 경우, 허혈부위로 부터 정상부위로 혈류가 이동되는 coronary steal syndrome을 유발할 것이라는 이론에 의한 실제 허혈이 악화된 임상보고는 없지만 주의하여 사용하여야 한다[12].

흡입마취제가 호흡에 미치는 영향은 용량의존적이어서 마취제를 고농도로 투여할수록 일회호흡량이 줄어들고 호흡수가 증가하지만, 동맥혈 탄산가스분압이 증가하는 호흡억제를 초래한다. 호흡억제의 정도는 enflurane에서 가장 심하고 desflurane과 isoflurane이 그 다음이며 sevoflurane과 halothane이 가장 적게 호흡억제를 초래한다. 그러나 고농도로 투여 하면 모든 마취제의 호흡억제 효과가 더욱 강화되므로 노인환자에서는 사용에 유의하여야 한다.

흡입마취제는 기관지 평활근의 수축을 억제하고 반사성 신경경로를 억제하여 평활근을 이완시킨다. 그러나 급작스러운 흡입마취제의 투여로 기관지가 자극되면 긴장도가 증가하고 기도저항이 급격히 증가할 수 있으므로 조심해서 투여하여야 한다. 흡입마취제는 과탄산혈증과 저산소증에 대한 환기반응을 둔화시키고 점막섬모 기능을 억제하여 술 후 저산소증 및 무기폐의 발생 빈도를 촉진시키므로 노인에서 술 후 폐합병증이 생기지 않도록 잘 관리해야 한다.

흡입마취제는 체내 대사, 피부를 통한 소실, 그리고 폐를 통한 배설에 의해 대사되는데 이 중 가장 중요한 대사경로는 폐를 통한 배설이다. 여러 요인들이 폐를 통한 흡입마취제의

배설에 관여하는데 호흡용적이 적을 때, 신선가스 유량이 많을 때, 용해도가 낮은 마취제를 사용할 때 그리고 환기량이 많을 때에 제거 속도가 빨라진다. 노인들의 경우 체지방체중(lean body mass)이 감소한 반면 체지방의 비율이 증가하는데 용해도가 높은 halothane과 isoflurane의 경우 체내 지방에 저장되었다가 서서히 폐를 통해 배설되므로 성인에 비해 대사속도가 느려 마취에서 회복이 느리다. 반면 용해도가 낮은 sevoflurane과 desflurane의 경우 마취에서의 회복은 halothane과 isoflurane에 비해 비교적 빠르다.

용해도가 낮은 아산화질소의 제거는 노인과 성인 모두에서 아주 빠르게 진행 되는데 흡입을 중지시키면 급속히 폐로 빠져 나와 폐포 내의 산소와 이산화탄소를 희석시켜 체내 산소농도를 낮추게 된다. 이를 확산성 저산소증이라 하는데 이를 예방하기 위하여 아산화질소 흡입 중단 후 5-10분간 100% 산소를 흡입시킨다[13]. 특히 폐질환이 있거나 마취약제에 의해 수술 후 호흡억제가 예상되는 노인환자에서는 더욱 산소흡입이 필요하다.

## 정맥마취제

노인은 총수분량, 체지방체중, 골격근의 부피가 감소하고, 체지방의 비율이 증가하는데 이러한 변화는 thiopental, propofol과 같은 지용성 약제들의 분포용적을 증가시키게 된다. 분포용적이 증가하면서 단위 용적당 혈중농도가 낮고 청소율이 변하지 않으면 약제의 반감기와 작용시간이 길어지게 된다. 간장과 신장의 혈류가 감소하는 노인에서 낮은 조직 관류는 약물의 혈중농도는 증가시키면서 조직으로 약물을 운반하는데 걸리는 시간과 약물의 최고효과를 나타내는 시간을 지연시킨다[14].

노인에서는 간 용적과 간 혈류가 감소하고 신장기능이 저하하여 대사가 감소하므로 성인에 비해 상대적으로 약제를 소량 투여하여야 한다. 혈청 단백질인 알부민은 나이와 더불어 감소하여 단백질과 결합력이 큰 약제의 임상효과를 증가시키므로 중추신경계에 대하여 더 민감하고 부작용이 생길 위험성이 큰 정맥마취제의 용량을 감소하여 사용하여

야 한다[15]. 심장기능이 저하되어 있고 심박출량이 감소되어 있는 노인환자에서 통상적인 용량의 마취유도제를 사용할 때 혈액학적 변동이 심하고 예기치 못한 상황이 초래될 수 있으므로 사용에 신중을 기울여야 한다. 또한 노인들은 증상의 유무와 상관없이 관상동맥 질환을 가지고 있을 수 있다.

Thiopental을 포함한 barbiturate 계열의 약물은 혈관운동 중추를 억제하고 심장수축력을 약화시켜 심박출량의 감소, 말초혈관확장 등으로 심한 저혈압을 초래할 수 있는데 울혈성 심부전 환자, 저혈량 쇼크 환자, 베타차단제 등을 복용하고 있는 환자, 노인 등에서는 특히 심혈관계 억제가 심하게 나타날 수 있다[16]. 이들 환자에서 thiopental을 마취유도제로 사용할 때는 0.5–1.0 mg/kg의 소량을 초기 용량으로 투여하고 환자의 반응을 관찰하면서 천천히 증량하여야 하며 동시에 적절한 수액 보충을 통하여 충분한 순환혈량을 유지하여야 한다. 또한 노인환자에서는 성인환자의 마취 유도 용량인 4–5 mg/kg보다 적은 2–3 mg/kg을 사용함이 추천된다.

높은 지질 용해도를 가진 propofol은 thiopental과 같이 마취 도입이 신속하게 이루어 지고 일회 주입 후 최초의 분포 반감기가 2–8분이므로 각성이 무척 빠르다. Propofol에 의한 혈압감소는 thiopental보다 심하지만 건강한 환자에서는 일시적이며 의미가 없지만 노인에서는 그 감소의 폭이 더 크다. 혈압의 감소 원인으로는 심근수축력의 저하, 혈관근의 직접적인 이완효과 및 교감 신경계 억제와 압수용체 조절기전의 장애 때문이다[17]. 그러므로 노인환자에서는 마취유도 용량을 20% 감축하여야 하며 심장의 예비력이 제한된 노인이나 저혈량을 가진 환자에서는 마취유도 용량을 0.5–1.0 mg/kg으로 더욱 줄여야 한다. Propofol 혈중 농도는 노인에서 분포용적이 적어 주입직후에 더 높게 나타나며 제거율이 낮으므로 각성이 지연된다. 국소마취 혹은 부분마취를 받는 환자에서 propofol을 진정 목적으로 투여하면 propofol이 저산소성 호흡반응을 의의 있게 억제하므로 중추성 호흡억제에 대한 위험도를 증가시킬 수 있다. 따라서 propofol을 노인환자에 투여하면 초기분포의 변화로 혈중농도가 높고 동일한 용량에서 효과가 증대되어 나타나

로 노인환자에서 목표조절농도로 propofol을 투여할 때는 이를 항상 고려하여야 한다[18].

아편유사제로 환자의 의식을 소실시키기 위해서는 barbiturate나 benzodiazepine과는 달리 많은 양이 필요하지만 기억의 소실은 일어나지 않는다. 아편유사제가 일반적으로 심혈관 기능을 억제시키지 않는 것으로 알려져 있으나 간혹 중등도의 말초혈관 확장에 의해 저혈압과 심박출량 감소가 일어나기도 한다. 아편유사제는 뇌간의 호흡중추를 억제하고 이산화탄소에 의한 호흡촉진 작용을 용량에 의존하여 억제하는데 그 양상은 깊고 느린 호흡의 형태로 나타난다. 분시호흡량과 호기말이산화탄소 분압에 대한 효과는 성인과 비슷하지만 노인환자에서 더 빈번한 무호흡 혹은 주기성 변동호흡을 보인다. 분시호흡량의 감소와 동맥혈 이산화탄소의 증가는 노인에서 아편유사제의 대한 호흡감소를 더욱 나타나게 하고 저산소증의 위험도를 증가시킨다.

아편유사제의 경우에도 정맥마취제와 마찬가지로 나이가 들수록 적은 양에도 효과를 나타내는데 fentanyl, alfentanil, sufentanil 등은 성인환자에 비해 약 2배 정도 효능이 강하게 나타난다. 이는 노인환자의 뇌에 있는 아편유사제 수용체가 감소하고 뇌 자체의 아편유사제에 대한 감수성이 증가하기 때문이다. 근래에 들어 많이 쓰이고 있는 remifentanyl 역시 나이에 따라 뇌의 감수성이 증가해서 약 2배 정도의 효능을 보이는데, 1회 주입량은 약 반 정도, 지속 주입량은 3분의 1 정도로 감소시켜서 투여해야 한다[19]. 수술 후 통증치료를 위해 투여하는 morphine의 용량도 노인환자에서는 감소하는데, 이것은 morphine과 진통 효과를 가지는 morphine의 대사산물인 morphine-6-glucuronide 등이 모두 신장에서 배설되는데 노화로 인해 이들 약제의 청소율이 저하되기 때문이다.

## 근이완제

나이가 증가하면 신경근 접합부 신경의 축삭과 운동신경 종판의 간격이 멀어지고 운동신경 종판의 아세틸콜린 농도가 감소하고 종판의 주름이 편평해지며 전접합부 신경축삭



의 소포에 아세틸콜린의 저장량이 감소하고 신경자극에 따른 반응으로 전접합부 종판에서 아세틸콜린 분비량이 감소하게 된다. 노화에 따른 이러한 변화는 종판의 아세틸콜린 수용체의 증가를 초래하기도 하지만 비탈분극성 근이완제에 대한 아세틸콜린 수용체의 민감도는 변화되지 않는다[20]. 노인에서의 근이완제의 분포와 제거는 신체구성의 변화와 약동학적 변화에 따라 성인과 다르게 나타나므로 이의 사용에 주의를 기울여야 한다.

노인에서의 근이완제의 분포는 총체액, 제지방체중, 심박출량, 단백결합에 의해 영향을 받아 작용발현이 지연되고 제거는 심박출량, 신혈류량, 사구체 여과율, 내장혈류의 감소로 연장될 수 있다. 간과 신장 기능의 변화로 노인에서 비탈분극성 근이완제의 약동학적 및 약력학적 변화가 흔히 나타나는데 atracurium, cisatracurium과 같은 benzyloquinoline 근이완제의 대사는 장기의 기능에 많은 영향을 받지 않아 그 변화가 적으나 히스타민 분비에 의한 심혈관 반응이 과장되게 나타날 수 있으므로 주의하여야 한다. 반면에 pancuronium, vecuronium, rocuronium과 같은 스테로이드 근이완제의 대사는 구조의 변화와 관계가 없이 대사가 적게 되고 담즙이나 소변으로 배설되므로 나이 증가에 따른 내장혈류 감소와 간 크기 감소로 인해 이들 약물의 작용지속 시간이 연장되고 회복이 지연된다.

Succinylcholine의 일반적인 기관 내 삽관 용량은 1 mg/kg이며 작용발현 시간은 45-90초 이내이며 지속시간은 7-10분이다. Succinylcholine은 혈장 cholinesterase에 의하여 빠르게 분해되며 첫 5분 내에 세포외액에 재분포되어 활성이 매우 짧으며 혈장단백과 뇨를 통한 제거는 극소량이다. 노인에서는 혈장 cholinesterase의 수치가 낮아서 succinylcholine의 가수분해 속도가 느린데 이런 변화가 succinylcholine의 작용기간을 연장시키지만 건강한 노인에서는 문제가 되지 않는다.

Atracurium은 생리적 pH와 온도에서 Hoffmann elimination과 ester hydrolysis를 통한 자발적인 분해에 의해 제거된다. 그러므로 나이와 연관된 간장과 신장 기능의 변화는 atracurium의 작용에 영향을 적게 미친다. 그러나 노인에서 atracurium의 제거는 비록 청소율이 성인과 비슷하다

고 해도 분포용적의 증가로 초기 투여량의 증가가 필요할 수 있고 제거 반감기가 길어지며 이는 회복의 연장을 초래할 수 있다. Atracurium의 약력학이 노인에서 변화될 수 있는데 성인환자들에서와 같은 효과에 도달하기 위해서는 좀 더 높은 혈중 약물농도가 요구될 수 있다. 이는 나이 자체의 효과보다는 근육에서의 작용의 감소에 따른 효과로 추측된다. Cisatracurium은 atracurium의 좀 더 강력한 이성체로 Hoffmann elimination에 의해 대사되지만 ester hydrolysis로는 대사되지 않으므로 연령증가에 따른 약동학적 영향은 거의 받지 않는데 근이완 작용의 최고 발현은 성인보다 1분 정도 늦으나 회복은 노화에 의해 크게 변화하지 않는다[21]. Cisatracurium의 분포용적은 크지만 혈장 청소율은 큰 변화가 없고 회복시간이 의의 있게 늘어나지는 않는다.

Vecuronium은 pancuronium의 유사화합물이지만 극소량이 대사되며 신장보다는 담즙으로 많이 배설된다. 노인에서는 간혈류의 감소로 인해 혈중 청소율이 감소하고 작용시간이 많이 연장되는데 신경근 접합부에서의 감수성은 성인과 유사하다고 한다. Vecuronium의 작용발현은 늦고 작용지속시간과 회복이 지연되므로 노인에서는 초기 주입량을 감소시키고 근이완상태에 따라 유지량을 주입하여야 한다. Rocuronium의 구조식은 vecuronium과 유사하여 일차적으로 간을 통해 배설되는데 노인에서 심박출량의 감소로 인해 작용시작이 느리고 분포용량과 혈장 청소율이 감소함으로써 작용기간이 의의 있게 연장된다. 이들 약동학적 변화는 노화에 수반하는 간 크기와 간혈류의 감소 때문이지만 rocuronium의 역가는 성인과 노인에서 서로 비슷하게 나타난다.

노인에서는 대부분의 근이완제뿐만 아니라 근이완 길항제인 neostigmine, pyridostigmine과 edrophonium의 작용기간도 연장된다. 그러나 edrophonium의 경우 혈중 청소율이 감소하고 제거 반감기가 연장 되더라도 작용기간이 neostigmine과 pyridostigmine에 비해 매우 짧다. 또한 성인과 같은 길항효과에 도달하기 위한 edrophonium의 농도는 노인에서 더 높게 요구된다. 그러므로 노인에서는 작용시간이 짧은 edrophonium 보다는 neostigmine과 pyridostigmine이 장기간 작용하는 근이완제를 길항하는데 사용하는 것이 좋다.

근이완의 길항은 자율신경계에 대한 항콜린성 및 항콜린 에스테라제 약물들의 효과 때문에 심박수와 리듬에 변화를 초래하는데 심질환을 가진 노인환자에서는 임상적인 문제를 유발할 수 있다. 비록 항콜린성 약제와 항콜린에스테라제 약물의 혼합제가 잔여 차단 길항에 사용될 수 있지만 부정맥과 심한 전도장애를 유발할 수 있다. 수술 후 부정맥의 빈도는 neostigmine과 atropine을 병용할 때 neostigmine과 glycopyrrolate를 병용할 때 보다 많이 나타난다. 그러므로 노인 및 심장질환이 있는 환자에서는 neostigmine과 glycopyrrolate를 병용하여 사용하는 것이 더 좋다.

Sugammadex는 rocuronium 및 vecuronium과 선택적으로 복합체를 형성하여 신경근 접합부의 니코틴 수용체에 이들 근이완제가 결합을 못하게 하여 그 효과를 길항시킨다. 성인 환자에게 비해 회복이 약간 지연되기는 하지만 노인환자에서 2-4 mg/kg의 sugammadex용량은 rocuronium에 의한 근이완의 빠른 회복을 위하여 사용된다[22]. Sugammadex는 atracurium, cisatracurium과 같은 benzyliisoquinoline 근이완제나 장기간 작용하는 pancuronium의 작용을 길항시키는 효과와 안전성에 대해서는 알려져 있지 않으므로 이들 약물의 길항에는 사용하지 않는다.

## 수술 후 관리

노인환자에서 폐합병증의 발생을 줄이기 위해서는 수술 전후 관리가 중요한데, 노인환자에서 수술 후 합병증은 무기폐가 17%, 급성기관지염 12%, 폐렴 10%, 심근경색 6%, 섬망 7%, 새로운 신경학적 징후 1% 등의 빈도로 발생한다[23]. 수술에서 폐합병증이 발생할 수 있는 예측 인자로는 수술 전 가래가 있거나, 비위삽관을 한 경우, 오랜 시간의 전신마취, 흉부나 상복부 수술 등이 있으며 혈관수술 같은 고위험 수술군에서는 수술 후 폐합병증이 15.2%의 빈도로 발생한다. 노화에 따라 인두와 후두부위 사이에 감각의 구분이 점진적으로 감소하기 때문에 흡인의 위험이 높아지게 되는데 개심술 후 연하장애가 발생한 노인들의 90%에서 흡인에 더욱 취약하다고 한다. 이는 수술 중 경식도 심초음파 사

용과 관련되어 있다고 한다[24]. 따라서 호흡기계 근육의 약화 및 호흡 예비력이 약화된 노인환자에서는 술 후 저산소증 및 무기폐 발생에 유의하여 합병증이 생기지 않도록 잘 관리하여야 한다.

노화에 따라 통증의 감수성이 감소하는데 이러한 이유는 노화과정에 의한 것인지 연령에 동반된 질환에 의한 것인지는 불분명하다. 노인환자는 인지장애가 있으면 통증평가가 어려워지고 장기의 기능적 예비량 및 약동학의 변화로 인하여 수술 후 통증관리를 위한 약물 용량의 조절이 어렵다. 수술 후 통증은 아편유사제를 바탕으로 치료하는데 연령에 따른 약물 요구량의 변화가 있음을 명심하여야 한다. 환자에게 출혈이나 위궤양의 우려가 없다면 비스테로이드성 소염제를 사용하고, 그 외에도 아세트아미노펜과 아편유사제 외의 다양한 진통제를 병용하여 통증을 조절하여 염증매개체를 감소시키는 방법을 사용하는 것이 아편유사제 사용에 따른 여러 부작용을 줄이는데 적절하다[25]. 또한 국소 신경차단과 같이 특정 부위에 한정된 진통방법으로 통증을 관리하는 것이 추천된다.

수술 후 첫날부터 수 주일 동안, 인지기능 검사의 수행능력에 단기간의 장애가 존재하는데 특히 집중력, 기억 및 정신운동 속도와 같은 여러 인지기능 영역에서 전형적으로 나타난다. 수술 후 초기 인지기능 감소는 대부분 3개월 내에 회복되지만 약 1%의 환자에서는 지속된다. 수술 후 단기 인지장애는 미세색전, 저관류, 전신 염증반응, 마취, 우울증 및 유전인자 등이 원인이 있으며 수술 후 초기 인지장애의 예측인자로는 나이, 낮은 교육 수준, 수술 전 인지장애, 우울증, 수술 방법 등이 있다. 전신마취 및 수술 후 장기간 인지장애의 원인은 뇌혈관 질환의 위험 요인들과 관계되는데 혈압, 콜레스테롤, 당뇨병 등의 위험요인을 잘 관리하여 장기 인지 감소를 예방하는 것이 중요하다[26].

## 결론

노인환자들은 젊은 환자들에 비해 같은 종류의 수술을 받아도 보다 세심한 관리가 요구되며 중환자실에서 집중치료

가 요구되는 경우도 많다. 나이 자체만으로는 수술의 예후에 심대한 영향을 미치지 않을 수 있으나 나이와 동반되는 만성질환은 수술의 위험도를 증가시키게 된다. 그러므로 노인환자의 마취관리를 위해서는 수술 전 동반된 질환을 잘 파악하고 관리하여야 하며 전신마취에 사용되는 여러 약물에 대한 반응을 잘 살펴 신중히 사용하여야 한다. 노인환자들 개개인의 나이와 건강상태는 비록 달라도 수술기 동안의 안전한 마취관리를 위해서는 적극적인 환자감시와 관리가 요구되는데, 전신마취 기술과 약제보다는 노인환자를 치료하는 의사의 준비성과 감각이 환자의 예후에 더욱 중요한 영향을 미친다. 최근의 수술은 단순한 수명 연장보다는 삶의 질을 향상시키는 것을 중요시 하므로 노인환자의 수술과 마취를 담당하는 의료인이 노인환자의 수술기 관리에 대하여 충분한 이해를 지니고 있으면 올바른 환자치료를 하는데 많은 도움이 될 것이다.

**찾아보기말:** 노령; 전신마취; 환자; 수술기 관리

## ORCID

Jae-Hwan Kim, <http://orcid.org/0000-0002-1360-1708>

Il-Ok Lee, <http://orcid.org/0000-0001-8062-1496>

## REFERENCES

1. Fleisher LA, Pasternak LR, Herbert R, Anderson GF. Inpatient hospital admission and death after outpatient surgery in elderly patients: importance of patient and system characteristics and location of care. *Arch Surg* 2004;139:67-72.
2. Shi S, Klotz U. Age-related changes in pharmacokinetics. *Curr Drug Metab* 2011;12:601-610.
3. Bettelli G. Anaesthesia for the elderly outpatient: preoperative assessment and evaluation, anaesthetic technique and postoperative pain management. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010;23:726-731.
4. Dzankic S, Pastor D, Gonzalez C, Leung JM. The prevalence and predictive value of abnormal preoperative laboratory tests in elderly surgical patients. *Anesth Analg* 2001;93:301-308.
5. Bilotta F, Lauretta MP, Borozdina A, Mizikov VM, Rosa G. Postoperative delirium: risk factors, diagnosis and perioperative care. *Minerva Anesthesiol* 2013;79:1066-1076.
6. Redelmeier D, Scales D, Kopp A. Beta blockers for elective surgery in elderly patients: population based, retrospective cohort study. *BMJ* 2005;331:932.
7. Leung JM, Dzankic S. Relative importance of preoperative health status versus intraoperative factors in predicting postoperative adverse outcomes in geriatric surgical patients. *J Am Geriatr Soc* 2001;49:1080-1085.
8. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA; Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M146-M156.
9. Mapleson WW. Effect of age on MAC in humans: a meta-analysis. *Br J Anaesth* 1996;76:179-185.
10. Yasuda N, Lockhart SH, Eger EI 2nd, Weiskopf RB, Liu J, Laster M, Taheri S, Peterson NA. Comparison of kinetics of sevoflurane and isoflurane in humans. *Anesth Analg* 1991;72:316-324.
11. Housmans PR, Wanek LA, Carton EG, Bartunek AE. Effects of halothane and isoflurane on the intracellular  $Ca^{2+}$  transient in ferret cardiac muscle. *Anesthesiology* 2000;93:189-201.
12. Teo A, Koh KF. Isoflurane and coronary steal. *Anaesthesia* 2003;58:95-96.
13. Becker DE, Rosenberg M. Nitrous oxide and the inhalation anesthetics. *Anesth Prog* 2008;55:124-130.
14. Dodds C. Anaesthetic drugs in the elderly. *Pharmacol Ther* 1995;66:369-386.
15. Viani A, Rizzo G, Carrai M, Pacifici GM. The effect of ageing on plasma albumin and plasma protein binding of diazepam, salicylic acid and digitoxin in healthy subjects and patients with renal impairment. *Br J Clin Pharmacol* 1992;33:299-304.
16. Gelissen HP, Epema AH, Henning RH, Krijnen HJ, Hennis PJ, den Hertog A. Inotropic effects of propofol, thiopental, midazolam, etomidate, and ketamine on isolated human atrial muscle. *Anesthesiology* 1996;84:397-403.
17. Fairfield JE, Dritsas A, Beale RJ. Haemodynamic effects of propofol: induction with 2.5 mg kg<sup>-1</sup>. *Br J Anaesth* 1991;67:618-620.
18. Schnider TW, Minto CF, Gambus PL, Andresen C, Goodale DB, Shafer SL, Youngs EJ. The influence of method of administration and covariates on the pharmacokinetics of propofol in adult volunteers. *Anesthesiology* 1998;88:1170-1182.
19. Minto CF, Schnider TW, Egan TD, Youngs E, Lemmens HJ, Gambus PL, Billard V, Hoke JE, Moore KH, Hermann DJ, Muir KT, Mandema JW, Shafer SL. Influence of age and gender on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of remifentanyl. I. Model development. *Anesthesiology* 1997;86:10-23.
20. Martyn JA, White DA, Gronert GA, Jaffe RS, Ward JM. Up-and-down regulation of skeletal muscle acetylcholine receptors: effects on neuromuscular blockers. *Anesthesiology* 1992;76:822-843.
21. Sorooshian SS, Stafford MA, Eastwood NB, Boyd AH, Hull CJ, Wright PM. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of cisatracurium in young and elderly adult patients. *Anesthesiology* 1996;84:1083-1091.
22. Suzuki T, Kitajima O, Ueda K, Kondo Y, Kato J, Ogawa S. Reversibility of rocuronium-induced profound neuromuscular

- block with sugammadex in younger and older patients. *Br J Anaesth* 2011;106:823-826.
23. Seymour DG, Vaz FG. A prospective study of elderly general surgical patients. II. Post-operative complications. *Age Ageing* 1989;18:316-326.
24. Hogue CW Jr, Lappas GD, Creswell LL, Ferguson TB Jr, Sample M, Pugh D, Balfe D, Cox JL, Lappas DG. Swallowing dysfunction after cardiac operations: associated adverse outcomes and risk factors including intraoperative trans-esophageal echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 110:517-522.
25. Aubrun F, Marmion F. The elderly patient and postoperative pain treatment. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2007;21:109-127.
26. Lee JW, Lee KY. Geriatric anesthesia in an aging society. *J Korean Med Assoc* 2011;54:303-310.

## Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 노인환자의 수술기 마취 관리에 대해 수술전 평가, 수술 중 약제 사용, 수술 후 관리로 나누어 설명하였다. 흡입마취제 정맥마취제 근이완제 등의 약제가 노인환자에서 야기하는 생리학적이고 약리학적인 변화뿐만 아니라 수술기에 발생할 수 있는 부작용과 합병증에 대해 체계적으로 기술하였다. 수술 후에도 전신마취에 따른 합병증이나 후유증을 예방하기 위해 필요한 조치에 대해 자세히 서술하였다. 노인 환자의 안전을 위해 수술 전, 중, 후 필요한 부분에 대해 자세히 설명하여 단순한 수술기 관리를 넘어서서 환자의 삶의 질 향상까지 강조했다라는 점에서 의의가 있는 논문으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]