

노인 수술환자의 부위마취관리

곽 경 화 · 박 성 식 | 경북대학교 의과대학 마취통증의학교실

Regional anesthetic management of elderly patients

Kyung-Hwa Kwak, MD · Sung Sik Park, MD

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Kyungpook National University School of Medicine, Daegu, Korea

In general, elderly patients are less able to respond to perioperative stress and are more likely to suffer from postoperative complications and even death because of the decline in their functional organ reserve. Although no definitive evidence indicates that regional anesthesia is superior to general anesthesia in terms of the long-term prognosis in the elderly, regional anesthesia appears to be beneficial in many ways because it reduces bleeding during surgery, the stress response, and the incidence of thromboembolic complications, as well as facilitating excellent postoperative pain control. However, some issues specific to the elderly should also be considered. Age-related anatomical changes in elderly patients may make it difficult to perform epidural and spinal anesthesia, and physiologic and pharmacodynamic responses to local anesthetics may change with age. Elderly patients also show a greater extent of sensory and motor block, and are at a greater risk of hypotension after epidural and spinal block. In order to provide optimal anesthetic care and to facilitate a rapid recovery and improved outcomes in elderly patients, clinicians must have a better understanding of age-related changes when regional anesthesia is administered. Additionally, tailored anesthetic techniques should be used, as well as good perioperative care, in accordance with the type of surgery and the individual physical status of elderly patients.

Key Words: Aged; Anesthesia, conduction; Anesthetics, local

서론

의학기술이 발달함에 따라 평균수명이 증가하고 이에 따라 수술 및 마취를 필요로 하는 노인환자의 비중이 급격하게 증가하고 있다. 더욱이, 나이가 들면서 여러 가지 만성질환에 이환될 위험성도 증가한다[1]. 노인환자에서 마취와 관련된

이환율과 사망률은 더 높게 나타나는데 나이 그 자체보다는 장기나 조직의 기능적 예비량의 감소 정도와 동반질환의 유무가 환자의 예후를 결정하는 주요한 인자로 알려져 있다[2].

부위마취는 노인환자의 수술 특히 비노생식기 및 부인과, 정형외과 수술에서 흔히 이용된다. 부위마취는 스트레스 반응을 감소시키고 혈전증에 의한 합병증을 감소시킬 수 있다. 또한 기도삽관을 피할 수 있고 수술 후 과도한 진정작용 없이 적절한 통증조절이 가능하다는 이점이 있다[3]. 부위마취 하에 수술을 받는 노인환자의 적절한 마취관리를 위해서는 노화와 관련된 해부 생리학적 변화와 약리적 반응에 대해 숙지하고 수술의 특성과 개개인의 동반질환 및 신체상태를 고려하여 마취계획을 수립하는 것이 중요하다.

Received: March 2, 2017 Accepted: March 19, 2017

Corresponding author: Sung Sik Park
E-mail: sspark@knu.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.

부위마취와 관련된 노화에 의한 변화

노화는 장기 및 조직의 구조와 기능이 점진적으로 퇴행하는 현상이다. 노인환자에서는 신체장기의 기능적 예비량이 감소하므로 마취 중이나 수술 후 마취에 의한 부작용에 취약하다. 신경계통의 변화는 신경차단의 특징 및 국소마취제 투여 후의 약동학에 영향을 미친다. 노화에 따라 대뇌의 신경세포 비중이 감소하는데 80세가 되면 뇌조직의 30%가 감소한다. 신경근에서 유수섬유의 수와 직경이 감소하고 신경을 싸고 있는 결합조직이 엉성해지고 말초에서도 운동, 감각, 자율신경의 수가 감소하고 전도속도가 감소하므로 노인환자들의 국소마취제에 대한 감수성은 증가하게 된다. 노화에 따라 경막외 공간이 줄어들고 추간공 주위의 결합조직이 노화로 인해 치밀해지고 단단해짐에 따라, 추간공의 크기가 감소하고 척수신경근을 싸고 나오는 경질막이 얇아져 국소마취제의 투과성이 증가하게 된다. 지주막하 공간에서는 뇌척수액의 양이 줄어들고 비중이 증가하게 된다. 이러한 척수신경 계통의 변화는 노인환자들로 하여금 척수 및 경막외마취에 민감해지게 하는 결과를 초래한다[4]. 노인환자에서 척추가 굽거나 뒤틀림으로 인해 자세잡기가 어려울 수 있으며 노화에 따른 척추의 해부학적 변화 즉 추간판 높이 및 극돌기 사이 공간 감소, 황색인대의 석회화, 골증식 등으로 인해 바늘의 삽입 혹은 카테터 거치가 어려워 척추마취나 경막외마취가 실패할 수 있다. 이러한 노화와 관련된 해부학적 변화로 인해 노인환자에서는 경막외마취 시 카테터 삽입이나 척추마취 시 정중접근법보다 방정중접근법이 더 효과적이라고 알려져 있다[5,6].

국소마취제의 약동학

노인환자의 몸 조성의 변화와 조직 및 장기의 변화는 부위마취를 위해 사용되는 국소마취제의 흡수, 분포, 제거에 영향을 미친다. Bupivacaine, ropivacaine, levobupivacaine을 사용한 경막외마취 후 약제의 흡수 혹은 bupivacaine을 사용한 척추마취 후 약제의 흡수에 관한 연구들을 보면 노인환자에

서 국소마취제에 대한 민감도가 증가하는 것은 혈관흡수장과 같은 약력학의 변화보다는 말초신경과 중추신경계의 구조적 기능적 변화로 인한 약동학의 변화와 관련이 있다[4,7]. 나이에 따라 lidocaine, bupivacaine, ropivacaine의 혈장제거율은 감소하므로 여러 차례 반복용량을 주거나 지속주입법을 사용할 경우 약제가 축적될 가능성이 있고 독성과 같은 부작용이 발생할 가능성이 높으므로 주의를 요한다[7].

중추신경 차단

1. 경막외마취

일정용량의 국소마취제를 경막외강에 투여하였을 때 나이가 증가함에 따라 감각차단의 범위가 확대되고 미추부위 감각차단의 효과발현 시간이 빨라지고 감각차단의 회복속도도 연장된다[8]. 운동신경의 차단도 젊은 환자에 비해 빠르게 발현하고 강도도 증가한다[9]. 이와 같은 현상은 추간공의 경화 및 석회화, 경막외 공간의 지방조직 감소, 경막외강의 저항 감소 등으로 인해 국소마취제의 위아래 확산이 증가하기 때문이다. 또한 젊은 성인에서는 국소마취제의 작용부위가 척추주위 부위인데 노인환자에서는 경막하 부위가 되기 때문에 이러한 현상은 더욱 심해진다.

국소마취제는 대부분 간대사에 의해 제거되기 때문에 노화에 의한 간혈류 및 간효소 활성의 감소로 인해 노인환자에서는 국소마취제의 혈장 청소율이 감소한다[10]. 이는 경막외마취나 척추마취 시 같은 용량의 국소마취제를 투여하더라도 혈장농도 증가로 인한 독성을 초래할 수 있기 때문에 반복용량 및 지속주입법을 사용할 경우 top up 용량을 줄이거나 주입속도를 줄여야 한다[7].

경막외마취 시 혈관 내 주입을 감별하기 위해서 에피네프린을 투여하는데 노인환자에서는 아드레날린 수용체에 대한 베타수용체의 친화력이 감소되어 있기 때문에 베타아드레날린 반응이 감소되어 나타난다[4]. 노인환자에서는 아편유사제에 대한 감수성이 증가하기 때문에 경막외강에 아편유사제를 투여할 때는 주입량이나 주입속도를 50%까지 감소시켜 투여하여야 한다[11].

2. 척추마취

척추마취는 하복부, 비뇨기, 하지 수술에 주로 사용된다. 환자의 나이가 척추마취의 차단 범위에 미치는 영향은 사용약제의 비중에 따라 결정된다. 등비중 마취용액을 사용할 경우 노화에 따른 차단 범위의 변화는 없거나 미미하지만[12], 고비중 마취용액을 투여할 경우 차단범위가 증가하여 젊은 성인에 비해 3-4분절 더 높은 부위까지 마취가 된다. 무포도당 bupivacaine의 경우 미추 부위 쪽 감각차단 속도와 운동신경 차단 속도는 증가하고 고비중 마취용액을 투여할 경우 운동신경차단의 발현이 더욱 빠르다. 무포도당 bupivacaine 및 고비중 마취용액 사용 시 노인환자에서 신경차단 높이가 T12 피부분절까지 감소하는데 걸리는 시간은 젊은 성인에 비해 길어진다[13].

말초신경 차단

말초신경 차단은 주로 어깨나 상지, 고관절 그리고 무릎 수술에서 전신마취나 중추신경 차단을 대신하여 마취 또는 부가적으로 술 중 혹은 술 후 통증조절을 목적으로 사용되고 있다. 말초신경 차단 시 나이는 운동 및 감각신경 차단 지속시간을 결정하는 주요 요인으로 노인환자에서 ropivacaine으로 상완 신경총 차단 후[14] 혹은 mepivacaine으로 좌골신경 차단 후[15] 감각 및 운동신경 차단시간이 젊은 환자에 비해 약 2.5배 증가한다. 이러한 변화는 말초신경의 전도속도의 감소와 말초신경계의 점진적인 변성과 관련이 있으며 90세에는 수초화 신경섬유의 약 1/3이 말초신경에서 사라진다[16]. 말초신경 차단은 고위험 노인환자의 수술 중 안정적인 혈액학을 유지하고 수술 후 통증조절에 있어서도 부가적인 진통제 없이 장시간 통증 조절효과가 있다고 보고되고 있다. 특히 말초신경 차단은 고도의 심질환 환자가 항응고제를 복용하고 있어 경막외마취 혹은 척추마취를 할 수 없는 경우에 이용될 수 있으나 전신마취 및 다른 부위마취와 비교하여 심혈관계의 예후를 증가시킨다는 증거는 부족하다.

부위마취와 관련된 합병증

1. 경막천자 후 두통

경막천자 후 두통은 척추마취의 흔한 합병증 중의 하나이나 연령이 증가할수록 경막천자 후 두통의 발생빈도는 감소한다[17]. 이는 노인환자에서 뇌조직의 탄성이 감소하여 뇌척수액의 유출이 줄어들고 두개강 내 통증 민감 조직의 팽창도가 감소하며 노화에 따른 통증의 민감도가 감소하기 때문인 것으로 알려져 있다.

2. 저혈압

저혈압은 중추신경 차단 후 발생하는 흔한 부작용으로 특히 노인에서 자주 발생한다. 중추신경 마취는 교감신경을 차단하여 하지와 내장정맥의 확장 및 울혈을 유도하여 심장으로 되돌아오는 혈액량이 감소하고 전신 혈관 저항을 감소시켜 결과적으로 저혈압을 일으킨다. Nakasuji 등[18]은 노인환자에서 저혈압이 발생하는 원인은 심박출량 저하보다는 전신혈관저항 감소에 의해 발생한다고 보고하였다. 높은 분절까지의 감각신경 차단과 나이가 척추마취 후에 발생하는 저혈압의 주요 위험인자로 보고된다. 경막외마취를 받은 노인환자에서 높은 분절의 신경차단은 서맥과 저혈압을 유발한다[9]. 노인환자에서는 심장의 예비력이 감소되어 있고 압박사의 기능 이상을 동반하므로 저혈압의 발생빈도가 높고 같은 용량의 약제를 투여하더라도 고령의 환자에서 더 높은 분절까지 감각신경이 차단되기 때문에 주의를 기울여야 한다[19].

중추신경 차단 후 발생하는 저혈압을 치료하거나 예방하기 위해 흔히 사용되는 방법으로 수액 투여와 승압제 사용이다. 척추마취 전이나 중간에 예방적으로 수액제제를 투여하는 것이 일반적이나, 생리적 예비량이 떨어져 있는 노인환자에서는 수액 투여만으로는 전신혈관저항의 감소를 막을 수 없을 뿐만 아니라 심박출량을 증가시키지 못해 오히려 혈압을 더 떨어뜨릴 수도 있다. 노인환자에서 빠른 수액 보충은 제한된 심장 예비량을 가진 환자에서는 위험할 수 있으므로 수액제제와 더불어 승압제를 병용투여하는 것이 효과적이다[20].

저혈압 예방에 가장 효과적인 방법 중 하나는 높은 분절의 감각 차단을 피하는 것이다. 일반적으로 교감신경 차단은 감각신경 차단보다 2-4분절 더 높이 이루어지는데, 저혈압은 교감신경 차단의 범위에 따라 결정되므로 필요 이상으로 높은 분절의 감각이 차단되는 것은 피하는 것이 좋다. 따라서 소량의 오피오이드(fentanyl 20 µg)를 첨가하여 국소마취 투여량을 줄이는 것도 국소마취제에 의한 저혈압의 발생 빈도를 줄일 수 있는 방안이 될 수 있다.

소량의 고비중 국소마취제 투여 후 측와위를 유지하여 일측 부위의 마취를 유도하는 방법으로 혈역학인 안정성을 얻을 수도 있다[21]. 또한 척추경막외 병용마취를 할 경우 소량의 국소마취제를 척수강내 투여하고 차단의 범위가 부족한 경우 경막외강으로 거치된 카테터를 통해 추가적인 국소마취제 주입이 가능하므로 혈역학적 안정이 필수적인 고위험 환자에게 사용해 볼 수 있다.

3. 저체온

노인은 체온변화에 대한 조절능력이 감소하므로 전신마취 시와 마찬가지로 척추마취나 경막외마취 시에도 저체온에 빠지기 쉽다. 이는 기초대사량 감소, 온도조절중추의 변화, 근육량의 감소에 기인하며 특히 추위에 대한 방어기전인 피부혈관 수축과 떨림이 활성화되는 임계온도가 더 낮기 때문이기도 하다[22]. 고령, 높은 부위 척추마취 시 체온감소가 더욱 심해진다. 척추마취 시 차단 부위 아래쪽의 혈관긴장도가 떨어지므로 오히려 혈관긴장도의 감소에 비례하여 낮아진다. 따라서 차단범위가 커질수록 온도조절중추의 이상이 생길 수 있다[23].

저체온은 오한과 이에 따른 산소요구도를 증가시키므로 심장 및 폐기능 예비력이 감소된 환자의 부담이 더 증가할 수 있다. 또한 저체온은 심장허혈, 부정맥, 혈액응고 장애, 창상의 봉합지연 및 감염 등과 연관된다고 알려져 있다[24-26]. 따라서 노인환자에서는 저체온과 이에 따른 합병증이 발생할 위험이 높기 때문에 체온에 대한 조절과 감시가 중요하며, 저체온이 발생한 경우 가장 효율적인 강제 공기 가온법을 사용할 수 있으며, 다량의 수액이 투여되는 수술에서는 수액 가온기를 사용하는 것이 좋다.

4. 진정

노인환자는 수술 후 인지기능장애의 발생이 높고, 특히 노화와 관련된 질병이나 약물 복용으로 인해 뇌기능장애를 앓고 있는 노인환자의 경우 수술 후 즉각적이고 완전한 뇌기능의 회복이 매우 중요하다. 노인환자는 부위마취 중 진정 목적으로 투여하는 저용량의 약제에도 민감하게 반응하므로 benzodiazepine 투여 시 용량을 줄이고 간격을 두고 천천히 약물을 증량하는 것이 좋다. 노인의 경우 젊은 환자에게 투여하는 midazolam 용량의 1/3-1/4 용량으로도 적절한 진정효과를 얻을 수 있다[27]. 또한 노인의 경우 propofol 민감도가 30-50% 증가되기 때문에 용량을 30% 정도 줄여서 투여하여야 하며, 지속적 주입이 있었다면 회복도 지연될 수 있음을 인지해야 된다[28].

최근 dexmedetomidine은 호흡억제의 부작용이 드물고 각성이 용이하며 진통작용이 있어 부위마취 하 진정의 목적으로 사용되고 있다. 노인환자에서는 dexmedetomidine 투여 후 서맥과 저혈압의 빈도가 높아지고, 나이에 따라 제거 반감기와 상황 민감 반감기가 길어지므로 용량을 줄여서 투여하여야 한다. 척추마취 하에 경요도 절제술을 받는 노인환자에서 진정을 목적으로 투여한 dexmedetomidine의 ED95는 젊은 환자에 비해 33% 낮다(0.38 µg/kg [95% 신뢰구간 0.29-0.39] vs. 0.57 µg/kg [95% 신뢰구간 0.49-0.59]) [29].

노인의 경우 대부분의 진정 약제의 역가가 젊은 환자에 비해 상대적으로 높고 척추마취 및 경막외마취 등 부위마취는 그 자체만으로도 진정효과가 발현되므로 진정약물 투여 시 신중하게 용량을 조절해야 한다. 또한 노인에서 부위마취 중 깊은 수준의 진정은 수술 후 섬망의 발생을 증가시키고 사망률을 증가시킬 수 있으므로 노인환자에서는 진정수준을 최소화하는 것이 좋다[30].

부위마취와 전신마취

부위마취는 신경계의 구심성 및 원심성 전도를 차단하여 수술부위의 위해 자극과 수술에 따른 스트레스 반응을 억제할 수 있고 이는 수술 후 통증조절을 용이하게 하며 오심과

구토, 재원기간, 심혈관계 및 호흡기계 합병증을 감소시킨다[31]. 신경축 차단에 의한 부위마취는 하지의 정맥압을 감소시켜 수술 중 실혈량을 줄이고 혈전생성에 의한 심부 정맥 혈전증의 빈도를 감소시킨다[3]. 부위마취는 기관내삽관을 하지 않으므로 환자의 기도와 폐기능을 유지할 수 있고 특히 만성폐쇄성폐질환을 가진 환자의 경우 중추신경 차단은 전신마취와 비교하였을 때 수술 후 폐합병증의 빈도를 감소시킨다[32]. 고관절 골절 수술 전 지속적 경막외 진통제 투여를 받은 노인환자에서 심혈관 합병증이 감소하고[33], 수술 후 24시간 이상 지속된 흉부경막외진통은 수술 후 심근 경색 발생률을 감소시킨다[34]. 또한 T 12 이상의 흉부경막외마취는 내장교감신경억제를 통하여 내장으로의 혈류량과 장운동을 증가시켜 장폐색의 합병증을 감소시킨다[35]. 부위마취의 이러한 장점들에도 불구하고 노인환자에서 수술방법에 따른 수술 후 이환율 및 사망률을 조사한 연구들은 상반된 결과를 보여준다. 고관절 골절 수술에서 부위마취를 시행하였을 경우 전신마취에 비해 수술 후 1달 이내의 사망률과 수술 후 섬망의 빈도를 감소시켰다는 보고가 있다[36]. 그러나 고관절 수술 환자를 대상으로 한 최근의 체계적 고찰에서는 마취방법의 종류(부위마취 대 전신마취)에 따른 수술 후 환자의 사망률, 심근경색, 뇌혈관 합병증, 폐합병증, 수술 후 인지기능장애의 발생 빈도에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 다만 부위마취 환자에서 심부 정맥혈전증의 빈도는 감소하였는데, 수술 전 저분자량 헤파린 사용과 같은 적극적인 혈전예방법을 사용한 경우에는 혈전에 의한 합병증의 발생 빈도도 차이를 보이지 않았다[37]. 현재까지의 증거들을 볼 때, 노인환자의 수술과 관련된 이환율과 사망률 측면에서 부위마취가 전신마취에 비해 더 우월하다고 보기는 어려우며, 수술 후 환자의 예후를 결정하는 것은 마취방법에 의한 차이보다는 환자의 동반 질환을 비롯한 환자의 상태, 수술의 부위 및 특성이 더 중요한 인자임을 보여준다.

결론

일반적으로 노인환자에서는 장기의 기능적 예비량 감소와

수술자극에 대한 내성의 저하로 수술 후 합병증의 발생빈도와 사망률이 높아진다. 비록 노인환자에서 부위마취가 전신마취보다 장기간의 예후를 호전시킨다는 통계학적인 증거는 없지만, 부위마취 자체가 가지는 많은 다양한 장점 때문에 노인환자에서 유용하게 사용되고 있다. 부위마취는 노인환자에서 수술 중 출혈량과 스트레스 반응을 감소시키고 수술 후 과도한 진정작용 없이 통증조절을 할 수 있는 장점이 있다. 뿐만 아니라 정형외과 수술이나 하지의 혈관수술을 받는 환자에서 혈전 생성에 의한 합병증을 감소시킨다. 경막외마취는 특히 흉부 경막외 진통은 고위험 심질환 환자에서 심혈관계 합병증을 감소시키고, 복부수술을 받은 환자에서 장폐색을 줄이고 회복시간을 단축시킨다는 증거도 있다.

그러나 해부학적인 변화로 인해 노인환자 부위마취 시술에 기술적인 어려움이 따를 수 있으며, 노화에 따른 국소마취제의 생리 약동학적 변화로 인해 약물투여 시 주의와 이에 대한 이해가 필요하다. 노인환자는 경막외마취 혹은 척추마취 시 감각신경이나 운동신경의 차단 범위가 더 높고 저혈압에 빠질 위험이 높으므로 국소마취제의 용량을 줄여서 투여하여야 하며, 말초신경 차단 시 감각 및 운동신경의 차단 시간이 길어짐을 인지해야 한다. 또한 국소마취제의 혈장 제거율이 감소하기 때문에 주입속도나 top up 용량을 줄여야 한다.

결론적으로 노화에 따른 국소마취제의 약동학적 변화를 이해하고 안전범위 내의 약물투여로 부위마취를 시행하는 것이 중요하며, 마취방법 그 자체보다는 수술의 종류, 합병증, 개개인의 위험인자를 잘 고려하여 적절한 마취 및 진통을 제공하는 것이 노인환자의 조기 거동과 재활을 가능하게 하며 전반적인 환자의 예후를 향상시킬 수 있는 최선책이다.

찾아보기말: 노인; 부위마취; 국소마취제

ORCID

Kyung-Hwa Kwak, <http://orcid.org/0000-0003-0819-1764>

Sung Sik Park, <http://orcid.org/0000-0001-5574-7513>

REFERENCES

1. Yoo HJ. Clinical implications of geriatric syndromes. *J Korean Med Assoc* 2014;57:738-742.
2. 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.
3. Luger TJ, Kammerlander C, Gosch M, Luger MF, Kammerlander-Knauer U, Roth T, Kreutziger J. Neuroaxial versus general anaesthesia in geriatric patients for hip fracture surgery: does it matter? *Osteoporos Int* 2010;21(Suppl 4):S555-S572.
4. Tsui BC, Wagner A, Finucane B. Regional anaesthesia in the elderly: a clinical guide. *Drugs Aging* 2004;21:895-910.
5. Rabinowitz A, Bourdet B, Minville V, Chassery C, Pianezza A, Colombani A, Eychenne B, Samii K, Fourcade O. The paramedian technique: a superior initial approach to continuous spinal anesthesia in the elderly. *Anesth Analg* 2007;105:1855-1857.
6. Ryu CG, Ryu HG, Lee CJ, Bahk JH. The effect of angle on the position of the catheter tip in paramedian approach of thoracic epidural catheterization. *Anesth Pain Med* 2007;2:262-265.
7. Simon MJ, Veering BT. Factors affecting the pharmacokinetics and neural block characteristics after epidural administration of local anaesthetics. *Eur J Pain Suppl* 2010;4:209-218.
8. Simon MJ, Veering BT, Stienstra R, van Kleef JW, Burm AG. Effect of age on the clinical profile and systemic absorption and disposition of levobupivacaine after epidural administration. *Br J Anaesth* 2004;93:512-520.
9. Simon MJ, Veering BT, Stienstra R, van Kleef JW, Burm AG. The effects of age on neural blockade and hemodynamic changes after epidural anesthesia with ropivacaine. *Anesth Analg* 2002;94:1325-1330.
10. Veering BT, Burm AG, Feyen HM, Olieman W, M Souverein JH, Van Kleef JW. Pharmacokinetics of bupivacaine during postoperative epidural infusion: enantioselectivity and role of protein binding. *Anesthesiology* 2002;96:1062-1069.
11. Scott JC, Stanski DR. Decreased fentanyl and alfentanil dose requirements with age: a simultaneous pharmacokinetic and pharmacodynamic evaluation. *J Pharmacol Exp Ther* 1987;240:159-166.
12. Pitkanen M, Haapaniemi L, Tuominen M, Rosenberg PH. Influence of age on spinal anaesthesia with isobaric 0.5% bupivacaine. *Br J Anaesth* 1984;56:279-284.
13. Veering BT, Burm AG, Spierdijk J. Spinal anaesthesia with hyperbaric bupivacaine: effects of age on neural blockade and pharmacokinetics. *Br J Anaesth* 1988;60:187-194.
14. Paqueron X, Boccara G, Bendahou M, Coriat P, Riou B. Brachial plexus nerve block exhibits prolonged duration in the elderly. *Anesthesiology* 2002;97:1245-1249.
15. Hanks RK, Pietrobon R, Nielsen KC, Steele SM, Tucker M, Warner DS, King KP, Klein SM. The effect of age on sciatic nerve block duration. *Anesth Analg* 2006;102:588-592.
16. Dorfman LJ, Bosley TM. Age-related changes in peripheral and central nerve conduction in man. *Neurology* 1979;29:38-44.
17. Wadud R, Laiq N, Qureshi FA, Jan AS. The frequency of postdural puncture headache in different age groups. *J Coll Physicians Surg Pak* 2006;16:389-392.
18. Nakasuji M, Suh SH, Nomura M, Nakamura M, Imanaka N, Tanaka M, Nakasuji K. Hypotension from spinal anesthesia in patients aged greater than 80 years is due to a decrease in systemic vascular resistance. *J Clin Anesth* 2012;24:201-206.
19. Kyokong O, Charuluxananan S, Sriprajittichai P, Poomseetong T, Naksin P. The incidence and risk factors of hypotension and bradycardia associated with spinal anesthesia. *J Med Assoc Thai* 2006;89 Suppl 3:S58-S64.
20. Critchley LA. Hypotension, subarachnoid block and the elderly patient. *Anaesthesia* 1996;51:1139-1143.
21. Sumi M, Sakura S, Koshizaki M, Saito Y, Kosaka Y. The advantages of the lateral decubitus position after spinal anesthesia with hyperbaric tetracaine. *Anesth Analg* 1998;87:879-884.
22. Khan F, Spence VA, Belch JJ. Cutaneous vascular responses and thermoregulation in relation to age. *Clin Sci (Lond)* 1992;82:521-528.
23. Vassiliev N, Rosencher N, Sessler DI, Conseiller C. Shivering threshold during spinal anesthesia is reduced in elderly patients. *Anesthesiology* 1995;83:1162-1166.
24. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KE, Kelly S, Beattie C. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events: a randomized clinical trial. *JAMA* 1997;277:1127-1134.
25. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology* 2008;108:71-77.
26. Sessler DI. Non-pharmacologic prevention of surgical wound infection. *Anesthesiol Clin* 2006;24:279-297.
27. Lim SM, Kim MW. Evaluation of minimal dose of midazolam for sedation in geriatric spinal anesthesia. *Korean J Anesthesiol* 2006;51:65-69.
28. Shinozaki M, Usui Y, Yamaguchi S, Okuda Y, Kitajima T. Recovery of psychomotor function after propofol sedation is prolonged in the elderly. *Can J Anaesth* 2002;49:927-931.
29. Kim J, Kim WO, Kim HB, Kil HK. Adequate sedation with single-dose dexmedetomidine in patients undergoing transurethral resection of the prostate with spinal anaesthesia: a dose-response study by age group. *BMC Anesthesiol* 2015;15:17.
30. Sieber FE, Zakriya KJ, Gottschalk A, Blute MR, Lee HB, Rosenberg PB, Mears SC. Sedation depth during spinal anesthesia and the development of postoperative delirium in elderly patients undergoing hip fracture repair. *Mayo Clin Proc* 2010;85:18-26.
31. Ilfeld BM, Vandeborne K, Duncan PW, Sessler DI, Enneking

- FK, Shuster JJ, Theriaque DW, Chmielewski TL, Spadoni EH, Wright TW. Ambulatory continuous interscalene nerve blocks decrease the time to discharge readiness after total shoulder arthroplasty: a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2006;105:999-1007.
32. van Lier F, van der Geest PJ, Hoeks SE, van Gestel YR, Hol JW, Sin DD, Stolker RJ, Poldermans D. Epidural analgesia is associated with improved health outcomes of surgical patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Anesthesiology* 2011;115:315-321.
33. Matot I, Oppenheim-Eden A, Ratrot R, Baranova J, Davidson E, Eylon S, Peyser A, Liebergall M. Preoperative cardiac events in elderly patients with hip fracture randomized to epidural or conventional analgesia. *Anesthesiology* 2003;98:156-163.
34. Beattie WS, Badner NH, Choi P. Epidural analgesia reduces postoperative myocardial infarction: a meta-analysis. *Anesth Analg* 2001;93:853-858.
35. Steinbrook RA. Epidural anesthesia and gastrointestinal motility. *Anesth Analg* 1998;86:837-844.
36. Urwin SC, Parker MJ, Griffiths R. General versus regional anaesthesia for hip fracture surgery: a meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth* 2000;84:450-455.
37. Guay J, Parker MJ, Gajendragadkar PR, Kopp S. Anaesthesia for hip fracture surgery in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2:CD000521.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 만 65세 이상 고령환자의 진료비 비중이 38.7%를 차지하는 상황에서 계속해서 늘어날 것으로 예상되는 노인환자의 수술시 부위마취에 대해서 기술한 종설 논문이다. 노인환자에서 부위마취 시행 시 고려해야 할 해부학, 생리학 및 약리학 특성과 적용할 수 있는 부위마취의 방법 및 약물 사용, 발생가능한 합병증, 전신마취와 비교를 체계적으로 기술하였다. 특히 고령환자가 부위마취시에 정상 성인과 비교하여 더 취약한 이유를 해부학적 및 약동학적으로 기술하였다. 우리나라에서 노인환자의 부위마취를 시행하는데 있어 좋은 지침이 되는 논문이라 판단된다.

[정리: 편집위원회]