

# 술 후 통증관리

전남대학교 의과대학 마취과학교실

정 창 영

## Management of Postoperative Pain

Chang-Young Jeong, M.D.

Pain Clinic, Deptment, of Anesthesiology, Chonnam National University Medical School

### 서 론

매일 수많은 사람들이 크고 작은 수술을 받고 모든 환자에서 수술후 통증이 발생되고 있다. 이러한 술후 통증은 환자의 이환율이나 환자의 예후에 관여하게 되므로 술후 통증을 치료하기 위해 많은 새로운 약제들이 다양한 방법으로 술후 통증치료에 시도 되어지고 있지만 아직까지도 만족할만한 효과를 얻지는 못하고 있다. 이렇게 발생하는 통증의 조절이 효과적으로 잘 안되는 몇가지 이유는 다음과 같다. ① 적절한 통증의 측정평가가 어렵고, ② 수술의 종류나 정도에 따라 진통제의 요구량에 많은 차이가 나며, ③ 환자 개인간에 약물의 약역동학이나 약역학의 차이에 의한 요구량의 차이가 있으며, ④ 약물의 작용시간이나 효과적인 치료량에 대한 지식부족과, ⑤ 호흡억제, 구역, 구토등의 부작용이나 중독 및 습관성에 대한 예민성등이 원인이 되어 부적절한 통증치료가 된다. 그러므로 술후 발생하는 통증시 기전을 이해하고 약물에 대한 임상약리 및 사용법에 대한 지식을 높이고 새로운 통증 조절 기술통을 이용하므로써 수술후 발생하는 통증에 보다 효과적인 진통 효과를 얻을 수 있을 것이다. 금세기 들어와서 이런 술후 통증의 조절에 관습적인 방법에 두가지 주요한 방법의 개선이 있었는데 그중 첫째가 지주막하 및 경막외강의 마약성 진통제 투여방법이고 두번째가 환자의 자가조절 장치의 사용이다.

### 통증전달경로

통증은 조직손상이나 손상의 위험을 동반한 불유쾌한 감각과 감정의 경험이라고 말할 수 있어 구심성의 nociceptor 자극, 이러한 자극에 의한 고위중추부위의 판단과 감각 및 감정적인 요소로 구성되어 진다. 수술은 국부적인 조직손상과 함께 발통물질인 prostaglandin, histamine, serotonin, bradykinin, 5-hydroxytryptopan, substance-p등을 분비하게 되고 이에 의해 noxious 자극이 A-delta나 C 신경섬유를 통해 척수후각에 전달되게 된다. 이곳에서 일부 자극은 전각 및 전측각에 전달되어 분절반사 반응을 나타내고, 일부는 spinothalamic 및 spinoreticular system을 통하여 중추에 전달되어 suprasegmental 및 중추 반응을 나타내게 된다.

술후 발생하는 분절반사(segmental) 반응으로 산소 소모량의 증가와 더불어 골격근 근육 긴장도 증가가 일어나고 젖산 발생이 증가하게 된다. 또한 교감신경계의 자극에 의한 빈맥, 일회박출량 및 심근운동증가, 심근산소 소모량 증가등이 나타나고 소화기계, 요로계통의 긴장도 증가하게 된다. Suprasegmental 반사의 결과로는 교감신경 긴장도와 연수자극이 증가되어 체내대사와 산소소모량이 증가한다. 술후 뇌중추 반응으로서는 연수자극에 의해 통증의 인지와 아울러 불안, 근심이 통증에 동반되어 나타나게 된다.

## 술후 통증에 의한 신체반응

통증에 의한 생리적인 영향은 폐, 심혈관계, 비뇨기계 대사 및 내분비계에 영향을 미칠 수 있으므로 이들에 대한 영향을 통증제거 방법에 의해 감소시켜야 한다.

### 1) 폐기능에 대한 영향

술후 통증에 의해 일회환기량(TV), 일회폐환기량(VC), 기능적잔존용량(FRC), FEV<sub>1</sub> 등 감소를 일으키는데 이들의 변화는 하복부보다는 상복부 수술에서 많이 나타나고 또한 복부수술보다는 흉부수술환자에서 더욱 현저히 나타난다. 상복부 수술후에 VC나 FRC 감소는 술후 24시간에 가장 많이 나타나고 이후 점차 회복되기는 하나 술후 10일째까지는 정상치로 회복되지는 않는다. 그러나 실제 관습적 진통제의 주사방법과 경막의 진통제 투여에 의한 VC의 변화는 큰 차이를 나타나지 않은 반면 FEV<sub>1</sub>의 변화는 근육주사에 비해 경막의 처치가 더욱 향상된 소견을 나타낸다고 하여 술후 통증에 대한 지표로는 FEV<sub>1</sub>의 측정이 보다 바람직할 것으로 보인다.

### 2) 신경내분비 변화 (neuroendocrine change)

Stress에 대한 반응으로써 나타나는 신경내분비 및 대사반응 정도는 매우 다양한데 stress반응을 나타내는 것중의 하나가 술후 통증이며 일반적으로 통증에 의한 suprasegmental 반응으로써 교감신경계와 연수 자극에 의해 혈중 catecholamine, cortisol, aldosterone, renin, glucagon 및 ACTH 등 이화(catabolic) hormone 증가와 함께 insulin 및 testosterone 같은 동화(anabolic) hormone의 감소가 나타난다. 그러나 이러한 통증에 의한 stress 반응은 조직손상의 정도에 관계가 있으며 술후 통증 처치의 방법에 따라 다르게 나타나게 되는데 복부 수술후 근육주사로 opioid를 투여한 환자보다는 경막의 morphine 투여환자에서 cortisol증가의 폭이 적게 나타나며, cholecystectomy 환자의 catecholamine 농도측정에서 경막의 morphine 투여가 근육주사시 보다 적게 나타났다. stress 반응에 대한 신경내분비변화 억제제가 잘되는 것이 술후 통증치료에 효과가 좋은

제통방법이라고 할수 있다.

## 술후 통증치료 방법

### 1) 전신적인 narcotics의 투여

narcotics는 중추신경계의 opiate 수용체에 작용하여 진통작용을 일으키게 되는데 경구적, 직장내 투여, 경피부, 피하, 근육주사, 정맥주사나 정맥내 점적등 여러방법이 있으나 근육주사 방법이 가장 많이 쓰이는 방법일 것이다. 그러나 근육주사는 환자 개인간의 약동화, 약역학의 차이 즉, 최고 혈장농도차이, 진통을 일으키는 혈장농도의 차이, 성별, 체중 및 체표면적등의 차이에 의한 적절한 진통효과를 보지 못하는 경우가 많으며, 일반적으로 가장 안전한 방법이라고 생각되나 호흡양상의 변화와 더불어 무호흡을 일으킬 수 있고 오히려 산소분포도가 경막의 및 PCA등과 같은 다른 방법에 비해 더욱 심하게 나타난다고 한다.

근육주사와 비슷한 방법이나 소량의 진통제를 정맥내 bolus로 투여할 수 있으나, 이는 간호사 대 환자의 비율이 1:1로 돌볼수 있어서 호흡억제를 즉시 감지할 수 있는 곳에서만 사용되어야 한다. 이 방법도 혈장농도의 변화는 근육주사와 큰 차이가 없다. 이러한 약물의 혈장내 농도변화를 조금 줄일 수 있는 방법이 점적투여 방법이다. 정맥내 점적투여는 고정된 투여량을 투여하거나, bolus로 주사한 후 일정량을 점적투여하는 방법이 있으나, 두방법 모두 사용되어지는 진통제의 작용시간이 긴 경우에는 축적작용에 의한 호흡억제를 일으킬 수 있으므로 환자에 대한 주의가 충분히 이루어질 수 있는 ICU, 회복실등에서 시행될수 있는 방법이라고 본다.

### 2) 통증 자가 조절장치(patient controlled analgesia)

부적절한 약용량과 시간간격 또는 병동에서 바쁜 일과에 의한 늦은 반응등에 의해 관습적인 근육주사 방법에 의한 부적절한 통증 조절 때문에 1960년 후반부터 통증조절을 위해 환자 자신이 직접 진통약물을 주입하는 방법이 연구되기 시작하였다. 1970년대에 Schzer등에 의해 통증 자가 조절방법이 처음으로 시도되어 환자 각자 개인간의 약동학 및 약역학의 차이에 의한 혈중농도의 변화를 감소시켜 진통제의 총사용

량을 줄이므로써 진통제에 의한 호흡억제 등의 부작용을 감소시킬 수가 있게 됐으며 이방법은 정맥주입 뿐 아니라 근육, 피하 및 경막외강에 catheter를 주입하므로써 사용되어지고, 최근의 통증치료에는 경막외 catheter거처에 의한 통증 자가조절장치가 많이 쓰여지고, intraspinal narcotics가 통증치료에 이용되면서 경막외 catheter를 이용한 통증 자가조절장치 이용이 증가되고 아울러 기술적인 발전을 이루게 되었다.

근래의 PCA는 단추를 누르므로써 microprocessor-controlled pump가 작동되어 preset된 진통약물이 환자의 정맥내로 들어가게 되어 있고 pump 시간조절기(timer)가 있어서 어느 일정기간(lock out interval)까지는 추가량이 들어갈 수 없도록 안전장치가 되어 있으며, 부적절한 진통시는 환자의 안전한 임상적인 상태내에서 bolus양을 증가시키거나 lock out기간을 줄이므로써 적절한 양을 투여할 수 있다. 그러나 이렇게 bolus만 투여하는 형태는 환자가 잠을 자던지 하게 되어 단추를 누르지 않으면 약물의 농도가 진통역치 이하로 내려가게 되어 통증과 함께 깨어나게 되므로 계속적으로 소량을 점적주입하므로써 기본 혈중농도를 유지하면서 환자의 요구에 의해 bolus로 추가되는 형태(bolus+infusion)를 사용하여 bolus 단독 방법보다는 더 좋은 진통효과를 얻을 수 있다. 그러나 소량이지만 계속적인 점적을 추가하면 용량초과로 호흡억제등이 나타날 수 있어 이를 극복하기 위해 on-demand analgesic computer(ODAC)를 이용하게 됐는데 이는 호흡수가 감소되면 자동적으로 점적율이 줄어들게 되어 있다.

PCA 사용에 의한 합병증은 진통약물(마약성)이 다른 관습적인 방법에서와 같이 호흡억제가 심하게 나타날 수 있으나 관습적인 근육주사보다 더 심하게 나타나지는 않는다(혈액가스, FEV<sub>1</sub>, FRC, peak flow의 변화). 그러나 노인이나 저혈량증의 환자나 bolus양이 많게 조절된 경우에서는 호흡억제(호흡마비)의 가능성이 높아질 수 있다. 그외에 구역, 구토, 소양증등이 나타날 수 있으나 증상에 대한 대증요법과 사용된 마약성 진통약물의 교체에 의해서 조절되어 질 수 있다.

PCA에 사용되는 진통약물은 여러가지가 사용될 수 있는데 작용발현이 빠르고, 작용시간이 중간정도되는 강력한 마약성 진통제가 적절하다고 하여 morphine

**Table 1. Suggested Parameters for Initiating Post-operative PCA Therapy\***

Drug	Incremental Dose(mg)	Lockout(Min)
Morphine	0.2~ 2.5	60~10
Meperidine	2~ 25	6~10
Hydromorphone	0.02~0.25	6~10

\*Precede with titrated intravenous loading dose if necessary to establish initial analgesia. Adjust as needed according to individual patient responses.

과 meperidine등이 광범위하게 이용되고, 최근에 많이 쓰이고 있는 hydromorphone은 작용시간이 길어서 late resp. depression을 일으킬 수 있고 fentanyl은 작용시간이 짧으며 buprenorphine은 작용발현 시간이 늦기 때문에 PCA에서는 잘 사용하지 않는다(Table 1).

### 3) 국소마취방법

술후 통증제거 목적으로 국소마취제(특히 bupivacaine)를 침윤법, 일회 또는 catheter를 이용한 지속적주입 방법등에 의한 신경차단방법등이 효과적이고 안전하게 사용되어질 수 있다. 피부절개 부위의 0.25% bupivacaine 단회주사는 외래환자 특히 서혜부 탈장 수술시와 같이 절개부위에서 피부절개부위에 경막외 catheter를 심어놓고 계속적으로 주입할 수도 있다. 작용시간이 긴 국소마취제를 axillary sheath, femoral sheath, lumbar plexus등에 주입하므로써 진통효과와 아울러 교감신경차단 효과를 보기위해 revascularization, reimplantation 수술시 또는 척추 및 경막외 마취가 급기인 환자에서 사용되기도 한다.

Interpleural 진통방법은 1984년 Reistad가 처음 기술한 방법으로써 늑간 신경차단에 대체되어 사용되어질 수 있는 방법으로 대두되었다. 사용되는 국소마취제는 요구하는 환자의 진통정도에 따라서 0.25~0.5% bupivacaine 20~30 ml가 널리 사용되고 작용시간은 2~7시간 지속된다. 투여된 국소마취제가 interpleural space에서 혈액내로 흡수되어 독작용을 일으킬 수 있는데 0.5% 용액으로 많은 양을 투여했을때 경련등이 나타날 수가 있으며 기흉이 발생된 보고도

**Table 2. Characteristics of Analgesia with Intraspinal Narcotics**

Drug	Dose <sup>a</sup> (mg)	Onset (min)	Duration <sup>b</sup> (hours)
<b>Epidural</b>			
Morphine	1~10	30	6~24
Meperidine	20~200	5	6~8
Methadone	1~10	10	6~10
Hydromorphone	1~2	15	10~16
Diamorphine	4~6	5	12
Fentanyl	0.025~0.15	5	4~6
Sufentanyl	0.01~0.06	5	2~4
<b>Spinal</b>			
Morphine	0.1~0.5	15	8~24
Meperidine	10~30	?	10~30
Diamorphine	1~2	?	20

<sup>a</sup>Low doses may be effective when administered to the elderly or when injected in the cervical or thoracic region.

<sup>b</sup>Duration of analgesia varies widely; higher doses produce longer duration.

있다.

#### 4) Intraspinal narcotics

1973년 Peter와 Snyder에 의해 opioid수용체가 확립되고, Hughes(1975)에 의해 내인성 opioid가 분리된 이래 많은 연구자에 의해 intraspinal narcotics의 연구가 진행되어 1979년경 부터 수술 통증 제거에 지주막하 또는 경막의 narcotics가 이용되게 되었다. 처음에는 지주막하 투여방법이 쉽다고 여겨져 많이 이용되었다. 그러나 점차 경막의 마취가 일반화 되고 더구나 지주막 천자에 의한 두통의 염려가 없어서 수술 통증치료에 경막의 투여방법이 더 많이 사용하게 됐다. 경막의 morphine사용은 관습적인 morphine의 근육주사에 비해 훨씬 적은 양이 소요되고, 진통효과가 우수하고, 환자의 기동(ambulation)이 빨라지며, 장운동의 조기회복이 있으며 폐합병증이 적게 일어나므로 환자를 빨리 퇴원할 수 있게되는 장점이 있다고하며 특히 high-risk 환자에서 보다 유용하게 사용되어질 수 있다.

Table 2는 현재 사용되고 있는 몇가지 narcotics

**Table 3. Starting Dose(mg) of Epidural Morphine for Incisional Pain<sup>a</sup>**

Patient Age (years)	Nonthoracic Surg- ery(Lumbar or Caudal Catheter)		Thoracic Surgery Thoracic Lumbar Catheter Catheter	
	15-44	5	4	4
45-65	4	3	3	5
66-75	3	2	2	4
76+	2	1	1	2

<sup>a</sup>These doses should only be considered as guidelines. They are based on the use of undiluted 0.1 percent preservative-free morphine. Safe and effective doses for individual patients may vary considerably.

를 보여주고 있다. 그러나 어떤 약물이 가장 적절하고 유용한지는 아직도 미지수이다. 이중 morphine sulphate는 표준 본보기의 약제로 가장 널리 사용되는데 table 3은 초회투여량을 나타내주고 있다. 그러나 경막의 사용시는 이중의 일부분이 지주막을 지나 지주막하에 들어가게 되고 CSF를 따라 두부로 향하기 때문에 주사부위로부터 멀리 떨어진 부위에서도 진통효과를 나타내게 된다.

이러한 두부로의 이동이 구역, 구토, 소양감 및 호흡억제등의 부작용을 증가시키는 계기가 되며 통상 초회 bolus 이후 계속 점적은 0.5 mg(0.1~1.5 mg)/hr를 사용하게 되나 지주막내로 사용시는 더 작은양(0.2~0.5 mg)이 요구 된다. 노인의 경우 젊은 사람에 비해 지주막하 morphine농도가 높아지므로 훨씬 적은 양의 morphine을 사용한다고 하여 연령에 따른 하루의 필요량을 다음의 공식에 맞추는 것이 좋다. 즉 24시간 morphine 소요량(mg)=18-Age × 0.15

지방친화성이 강한 fentanyl이나 sufentanyl등은 작용발현 시간이 빠르기때문에 경막의 투여에 의한 진통방법에 많이 쓰이는 약제이다(초회량; 25~100 ug, 점적; 25~110 ug/hr). 이들은 지주막을 쉽게 통과하게 되고 morphine과 달리 두부쪽으로의 이동이 잘 일어나지 않아 부작용의 발현이 적다. 반면에 주사부위로부터 원거리 부위의 진통효과는 확실치 않아서 최근에는 spinal cord의 효과라기 보다는 전신적인 효과가 아닌가하고 보기도 한다. 그의 많은 narcotics가 있으나 경막의 진통방법에는 널리 쓰이지는 않고

있다. meperidine은 morphine과 fentanyl의 중간 정도의 지방친화성이 있으나 실제 preservative-free제제가 없어서 크게 사용되어지지 않고 있으며 methadone은 작용시간이 짧고 부작용의 빈도가 있으며, hydromorphone은 암성통증의 진통에는 비교적 좋은 효과를 나타냈으나 수술 후 진통에는 별로 사용치 않고 있다. 그외에 partial agonist antagonist 나 비마약성제제들이 사용되어질 수 있으나 morphine과 fentanyl의 효과에 미치지 못하고 있다. 경막의 narcotics의 양을 감소시키고 진통효과를 증가시키기 위해 국소마취제를 narcotics의 점적주입에 섞어 사용하게 된다. narcotics와 국소마취제의 혼합 사용은 상승작용을 나타내게 되는데 이는 2가지 약제가 서로 다른 부위에서, 즉 국소마취제는 신경축색, narcotics는 척수 opiate 수용체에서 nociceptor의 전달로를 차단하기 때문이라고 생각한다. Bupivacaine이 저농도에서 운동신경차단이 적게 일어나기 때문에 많이 쓰인다(0.075~0.125%). 그러나 국소마취제는 CSF내에서 단순한 확산 이외에는 이동이 일어나지않으므로 통증부위에 맞게 catheter가 위치하여야 하며 또한 국소마취제에 의한 운동신경차단, 혈압변동등에 유의하여야 한다.

Intraspinal narcotics의 부작용으로는 호흡억제(early & late), 뇨저류, 소양증, 구역, 구토등이 나타날 수 있다. 아주 드물고 초기 호흡억제는 혈액내 흡수로 인해 투여 2~3시간 이내에만 발생하고 late respiratory depression는 CSF에서 두부로의 이동에 의하는데 투여후 6~12시간 사이에 나타나고 24시간 이후에는 나타나지 않는다. 이런 호흡억제에 의한 사고는 good nursing care에 의해 예방될 수 있을 것이다. 뇨저류는 상당히 높은 빈도(15~50%)의 환자에서 발생하고 임상적으로 중요한 부작용중의 하나로서 intraspinal narcotics의 사용을 제한시키는 한 원인이 된다. naloxone 2~5 µg/kg/hs의 투여가 소양증이나 뇨저류의 치료에 사용되어지며 호흡억제에는 더 많은(0.4 mg)이 필요하다.

### 5) 냉동 무통법(cryoanalgesia)

말초신경은 -5~-20°C에 노출될때 수초변성에 의해 신경전달이 수주간 또는 수개월간 차단될 수 있는데 이를 이용하여 압축가스(N<sub>2</sub>O, 또는 CO<sub>2</sub>)로 신경

조직을 냉동시키므로써 통증치료에 사용하게 되는데 수술 후 통증뿐아니라 안면신경통, 상악관절통, 늑간신경통의 제통에 사용하기도 한다. 흉부수술시 늑간신경에 냉동요법을 사용하여 수술 후 진통효과는 좋으나 늑간신경의 후각근의 차단이 일어나지 않아 수술 후 back pain 이 일어나기도 하고 주위조직의 괴사등에 의한 새로운 통증이 발생할 수도 있다.

### 6) TENS(Transcutaneous electric nerve stimulation)

이는 만성통증의 관리에 주로 쓰이는 방법이나 수술 급성통증에도 사용되기도 한다. 진통효과를 일으키는 기전은 확실치 않으나 A-delta(non pain afferent fiber) 신경을 자극하여 척수부위에서 통증전달의 변조, 뇌간에서의 억제반사의 활성화, 체내 endorphin의 유리촉진등에 의해 이루어진다고 생각하고 있다. 일반적으로 수술 후 통증제거에는 만족할만한 결과를 얻을 수 없지만 narcotics를 사용치 않기 때문에 이에 의한 호흡억제, 뇨저류등의 부작용이 없으며 비침습적이고 사용이 간단하므로 쉽게 이용되어질 수 있는 장점도 가지고 있다.

## 요 약

수술 통증관리를 위해 많은 새로운 약물과 기술이 도입되고 특히 최근에는 intraspinal narcotics나 PCA방법의 많은 발달에 의해 많은 발전을 가져왔다. 그러나 통증자체가 신체적으로 정신적으로 여러가지 복합적인 인자가 개체되어 있기때문에 사용되는 약물의 임상약리의 이해와 계속적인 새로운 기술의 개발이 적절한 통증관리의 방침을 수립할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) Nimmo WS, Smith G: *Anaesthesia. Blackwell Scientific Publication Oxford, 1989, p 1175*
- 2) Miller RD: *Anesthesia. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 1990, p 2135*
- 3) Rauck RL: *Techniques for post operative pain control. ASA Annual Refresher Course Lectures, 52, 1990.*
- 4) Rutberg, H Hakansan E, Anderberg B, et al: *Ef-*

- fects of the extra-dural administration of morphine or bupivacaine on the endocrine response to upper abdominal surgery. *Br J Anaesth* 56: 233, 1984
- 5) Bromage PR, Compores EM, Chestnut D: Epidural narcotics for post-operative analgesia. *Anesth Analg* 59: 473, 1980
  - 6) Ellis R, Hanies D, Shak R, et al: Pain relief after abdominal surgery comparison of i. m. morphine, sublingual buprenorphine and self-administered iv pethidine. *Br J Anesth* 54: 421, 1982
  - 7) Stromskag, Reiestad F, Holmqvist ELO, et al: Intrapleural administration of 0.25, 0.37 % and 0.5% bupivacaine with epinephrine after cholecystectomy. *Anesth Analg* 67: 430, 1988
  - 8) Cousin MJ, Mather LE: Intrathecal and epidural administration of opioids. *Anesthesiology* 66: 729, 1987
  - 9) Loper KA, Redady LB, Downey AM, et al: Epidural and Intravenous fentanyl infusions are clinical equivalent after knee surgery. *Anesth Analg* 70: 72, 1990
  - 10) Rawl N, Schoff U, Dahlstrom B, et al: Influence of naloxone infusion on analgesia and respiratory depression following epidural morphine. *Anesthesiology* 64: 194, 1986
  - 11) Welchew EA, Breen EA: Patient-controlled on demand epidural fentanyl. *Anaesthesia* 46: 438, 1991
  - 12) Boudreault D, Brasseur L, Samii K, et al: Comparison of continuous epidural bupivacaine infusion plus either continuous epidural infusion or patient-controlled epidural injection of fentanyl for postoperative analgesia. *Anesth Analg* 73: 132, 1991
  - 13) Ready LB, Chadwick HS, Ross B: Age predicts effective epidural morphine dose after abdominal hysterectomy. *Anesth Analg* 66: 1215, 1987
  - 14) Joucken K, Michel L, Schoevaerdts J, et al: Cryoanalgesia for post-thoracotomy pain relief. *Acta Anaesthesiol Belgica* 38: 175, 1987
  - 15) Tyler E, Caldwell C, Ghia JN: Transcutaneous electric alternative stimulation: an alternative approach to the management of postoperative pain. *Anesth Analg* 61: 449, 1982