



Jin-Heon Jeong, MD

Department of Intensive Care Medicine and Neurology, Stroke Center, Dong-A University Hospital

Performing procedures at the bedside improves quality of care through the prevention of adverse event during movement to the operating room and other departments. Arrhythmia, hypotension, hypoxemia, and sudden cardiac arrest may occur in up to 70% of transport in critically ill patients. Bedside procedures such as vascular catheter insertion, intubation, and external ventricular drain insertion are commonly used in neuro intensive care unit (neuro ICU). Ultrasound guided procedures are an indispensable tool and increasingly used in neuro ICU.

**Key Words:** Intensive care unit, Bedside procedure, Ultrasound

## 서 론

소아마비가 대유행하던 1953년 코펜하겐에 처음으로 중환자실을 만들고 양압환기를 운영한 것이 중환자실의 시작이라고 할 수 있다. 이후 중환자실의 환자 감시, 검사, 치료 장비들의 비약적인 발전이 있었고 이를 통해 중환자실 사망률을 감소시킬 수 있었다. 상태가 불안정한 중환자를 시술이나 검사를 위해 중환자실 밖으로 이송하는 것은 저혈압, 저산소증, 부정맥, 심장정지 등 여러 부작용의 발생을 증가시킨다. 따라서 가능하다면 중환자실 내에서 시행할 수 있는 시술이나 검사를 우선적으로 고려하는 것이 좋다. 최근 들어 진단 장비가 소형화되고 덜 침습적인 시술 방법이 발전하면서 수술방이나 검사실 대신에 중환자실 내에서 많은 시술들이 이루어지고 있다. 본문에서는 신경계 중환자실에서 흔하게 행해지는 시술들에 대해 알아보고자 한다.

## 본 론

### 1. Vascular catheter insertion

#### 1) Arterial line insertion

동맥관 삽입은 혈액학적으로 불안정하거나 승압제 사용이 필요한 환자에서 지속적인 혈압 감시를 위해 필요한 시술이다. 가장 흔하게 사용되는 삽입 위치는 노동맥(radial artery)으로 시술이 쉽고 결순환이 좋아 말초 허혈 등 합병증이 드

물다. 그 외에도 발등동맥(dorsalis pedis artery), 넓다리동맥(femoral artery) 등도 자주 사용되는 동맥이다.

노동맥 동맥관 삽입 방법은 다음과 같다. 손목 아래에 부드러운 패드를 받쳐 손을 약간 뒤굽힘(dorsiflexion) 상태로 고정한다. 손목에서 1-2 cm 상방에서 노동맥의 맥박을 촉진해 삽입 위치를 결정하고, 무균 소독 후 필요에 따라 국소 마취를 한다. 왼손으로 삽입 위치 상방에서 동맥을 촉진하면서 오른손으로 카테터를 30-45도의 각도로 삽입하고 천천히 맥박이 뛰는 방향으로 전진시킨다. 카테터에 박동성 혈액이 보이면 카테터가 동맥 내강에 정확히 위치하도록 천천히 수 mm 더 전진시킨다. 이후 카테터의 각도를 10-15도가 되도록 낮춘 뒤 안쪽 바늘은 움직이지 않도록 고정된 상태에서 바깥쪽 카테터만 삽입한다. 동맥관 삽입 후 말초의 혈액 순환이 잘 유지되는지 확인이 필요하며 말초 허혈이 의심되는 경우 즉시 동맥관을 제거한다.

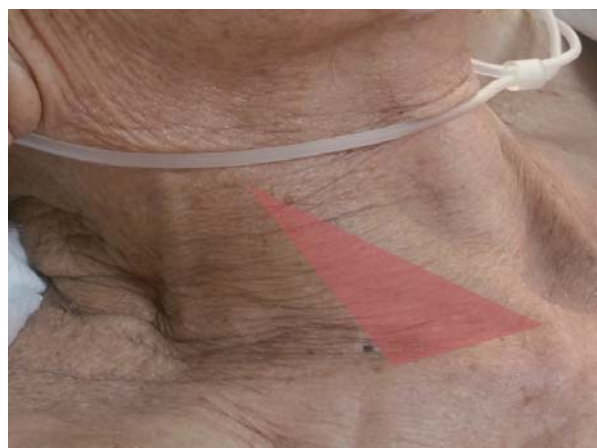
#### 2) Central line insertion

중심정맥관 삽입은 다량의 수액 요법, 약물투여, 혈액투석, 말초혈관 확보가 어려운 경우, 반복적인 정맥혈 채취가 요구되는 경우에 필요한 시술이다. 또한 혈액학적 감시를 위해 중심정맥압 측정에도 사용할 수 있다. 흔하게 사용되는 삽입 위치는 속목정맥(internal jugular vein), 빗장밑정맥(subclavian vein), 넓다리정맥(femoral vein) 등이다. 특히 우측 속목정맥은 주변 구조물과 정맥의 위치가 일관적이고, 위대정맥(superior vena cava)으로의 주행거리가 짧고 곧으

며, 속목동맥 천자 외에는 부작용이 적어 가장 선호되는 삽입 부위이다.

중심정맥관 삽입에는 보통 상용화 되어 있는 중심정맥관 세트를 이용하게 되며, 성인에서는 7-French 카테터를 삽입하고 투석을 위해서는 11.5-French 카테터를 삽입한다. 삽입 방법은 좌·우 속목정맥에서 모두 동일하며 셀딩거 기법을 이용한다. 환자의 자세는 속목정맥의 직경을 증가시키기 위해 15도 가량 트렌델렌버그 자세를 취하게 한다. 하지만 뇌압상승이 있거나 심부전이 있는 환자에서 이를 악화시킬 수 있어 주의가 필요하다. 목은 굽혀지지 않도록 한 상태에서 반대편으로 회전시킨 상태로 고정시킨다. 이 때 반대편으로 회전이 60도 이상 과하게 이루어질 경우 속목정맥이 속목동맥 위로 주행하게 되어 동맥천자의 위험이 커지게 되므로 주의한다.

중심정맥관 삽입시 시술자는 반드시 무균시술을 유지하여야 하며, 손 소독 및 모자, 마스크, 멸균장갑과 수술복 착용이 권장된다. 시술 부위를 2% 클로르헥시딘 용액으로 소독 후 목빗근(sternocleidomastoid muscle)의 두 힘살과 빗장뼈(clavicle)가 이루는 삼각형의 구조물(Figure 1)이 노출되도록 소독포를 덮는다. 삼각형의 꼭지점에서 해당하는 부위에서 속목동맥의 맥박을 촉진하고 속목동맥 외측에서 동측의 유두방향으로 45도의 각도로 천자한다. 이 때 필요에 따라 국소마취를 시행하며, 중심정맥관 삽입용 바늘로 천자하기 전에 10 cc 주사기를 이용하여 속목정맥의 위치를 확인하는 것도 도움이 될 수 있다. 중심정맥관 삽입용 바늘에 연결된 주사기를 부드럽게 흡인하면서 조금씩 전진해 나가며 대



**Figure 1.** Triangle delimited by the two heads of the sternocleidomastoid muscle and the clavicle.

부분 2-3 cm 깊이에서 천자가 된다. 천자가 되지 않을 경우 처음 진행 방향보다 외측으로 방향을 바꾸어 재시도해 볼 수 있다. 천자 후에는 흡인되는 혈액의 색이나 주사기 제거 후 박동성 유무로 속목동맥 천자 가능성을 배제한다. 속목정맥 천자가 확인되면 바늘을 고정된 상태에서 주사기를 제거하고 바늘을 통해 유도철사를 삽입한다. 이 때 저항이 느껴져서는 안 되며 만약 바늘 길이만큼 들어간 후에 저항이 느껴지면 바늘 위치가 변경된 것을 의심하고 재천자하여야 한다. 유도철사 삽입 후 바늘을 제거하고 유도철사를 통해 확장기를 삽입하여 중심정맥관의 삽입을 원활하게 한다. 확장기를 제거한 뒤 유도철사를 통해 중심정맥관을 삽입하며 이 때 유도철사가 중심정맥관과 같이 딸려 들어가지 않게 주의한다. 중심정맥관 삽입 위치는 우측으로 삽입하는 경우 15 cm 정도가 적당하며, 좌측으로 삽입하는 경우 20 cm 정도가 적당하다.

속목정맥 천자가 용이하지 않을 경우 초음파를 이용하여 중심정맥관을 삽입할 수 있다. 초음파를 이용할 경우 혈관 탐색자와 이를 싸기 위한 소독된 비닐 그리고 소독된 초음파 젤이 필요하다. 초음파 단면영상에서 속목정맥은 속목동맥의 위·외측에 위치하게 되고, 속목동맥보다 단면적이 크며, 초음파의 탐색자로 압박을 가하면 쉽게 압박되는 것으로 확인 가능하다. 초음파를 통해 실시간으로 속목정맥의 위치와 주행경로를 확인하고 바늘과 유도철사가 올바르게 삽입되는지도 확인할 수 있다.

빗장밑정맥을 천자하는 경우 환자는 트렌델렌버그 자세를 취하게 하며 양측 어깨뼈 사이에 수건 등을 넣어 빗장뼈와 갈비뼈 사이의 공간을 넓힐 수 있다. 빗장뼈의 내측에서부터 2/3 지점에서 2 cm 외측, 2 cm 아래 지점에서 바늘을 삽입하여 복장패임(sternal notch)을 향해 30도의 각도로 천자한다. 이 때 바늘은 거의 빗장뼈와 평행하게 진행되며 빗장뼈 아래 쪽을 스치듯 전진시킨다. 대부분 빗장뼈 아래에서 천자되지만 경우에 따라 수 cm 아래에서 천자되기도 한다. 정맥을 천자한 뒤의 과정은 속목정맥과 동일하다. 빗장밑정맥을 이용하는 경우 감염 발생률이 낮고 중심정맥관 관리가 용이하다는 장점이 있으나, 기흉 및 혈흉 등 부작용의 발생이 높은 단점이 있다. 넓다리정맥을 천자할 때는 살고랑인대(inguinal ligament) 아래 1-2 cm에서 넓다리동맥을 촉진한 뒤 내측으로 바늘을 삽입한다. 넓다리정맥의 경우 비교적 삽입이 용이하다는 장점이 있으나, 혈전 발생 및 감염의 위험이 높은 단점이 있다.

## 2. Airway management

### 1) Endotracheal intubation

기관내삽관은 기도를 확보하기 위해 필수적인 술기이며, 또한 응급 상황에서 자주 접하게 된다. 중환자실의 환자들은 기저질환과 심폐기능 저하로 저산소증에 취약한 상태이며, 특히 저산소증이 심한 상태에서 기관내삽관을 해야 하는 경우가 많아 더욱 더 주의를 요한다. 따라서 안전한 기관내삽관을 위해 기도 평가와 기도 유지, 기관내삽관 술기에 익숙해져 있어야 한다.

기관내삽관을 위해 가장 먼저 필요한 과정이 어려운 기관내삽관을 예상하는 것이다. 예상치 못한 상황에서 어려운 기관내삽관을 맞이하는 것보다 미리 예상하고 있다면 충분히 대처가 가능해질 것이다. 기도를 평가하기 위해서 흔히 사용되는 예상지표들로는 LEMON rule (Table 1)과 Mallampati 분류(Table 2)가 있다. 어려운 기관내삽관이 예상되는 경우 비디오후두경(video laryngoscopy), 광봉(lightwand), 굴곡성기관지경(fiberoptic bronchoscopy) 등의 장비가 도움이 될 수 있으며 미리 숙련된 마취과 의사의 도움을 요청하기도 한다.

기관내삽관 전에 충분한 전산소화과정(preoxygenation)이 필요하다. 자발 호흡이 있는 경우는 마스크를 통해 100% 산소를 공급하면서 3-5분 가량 정상호흡을 시키고, 자발 호흡이 어려운 경우는 앰부주머니를 이용하여 전산소화를 시킨다. 전산소화과정을 거치면 2분 이상의 무호흡에도 산소포화도가 90% 이상 유지되어 기관내삽관 동안에 저산소증을 예방

**Table 1.** Lemon rule

|   |   |
|---|---|
| L | Look externally (facial trauma, large incisors, large tongue) |
| E | Evaluate 3-3-2 rule   |
|   | 3- inter incisor gap  |
|   | 3-hyomental distance  |
|   | 2-distance between thyroid cartilage and floor of the mouth   |
| M | Mallampati classification                                     |
| O | Obstruction (epiglottitis, quinsy)                            |
| N | Neck morbidity  |

**Table 2.** Mallampati classification

|         |   |
|---------|---|
| Class 1 | Complete visualization of the soft palate   |
| Class 2 | Complete visualization of the uvula         |
| Class 3 | Visualization of only the base of the uvula |
| Class 4 | Soft palate is not visible at all           |

할 수 있다.

기관내삽관을 위해서 환자의 상태에 따른 적절한 전처치 약물의 투여가 필요하다. 신경학적 검진 등을 이유로 약물 사용을 꺼리는 것은 기관내삽관을 어렵게 만들고 혈압 상승, 뇌압 상승 등의 부작용을 유발할 수 있다. 마취유도제와 근육이완제 등 전처치 약물의 투여는 기관내삽관 성공 확률을 높여주고 합병증을 50-70%까지 줄여준다. 마취유도제로는 benzodiazepine, barbiturate, ketamine, propofol, etomidate 등의 약물을 사용할 수 있다. Etomidate (0.3 mg/kg IV push)의 경우 심혈관계나 호흡계에 영향을 적게 주어 비교적 안전하게 사용 가능하여 선호되는 약물이나, 경련의 역치를 낮출 수 있어 주의가 필요하다. 근육이완제로는 succinylcholine (1.5 mg/kg IV push)이 빠른 발현과 짧은 지속 시간 때문에 많이 사용되지만, 고칼륨혈증과 뇌압 상승을 유발할 수 있어 신경계 중환자실에서는 rocuronium (1 mg/kg IV push)을 더 선호한다. 전처치 약물 투여 1분 후에 환자의 입을 벌려 충분한 근이완이 일어났는지 확인하고, 저항이 느껴진다면 15-30초 후에 다시 평가한다.

기관내삽관을 위해서 환자는 냄새맡기 위치(sniffing position)를 취하게 한다. 환자의 머리 아래에 8-10 cm 높이의 베개를 받히고 목을 신전시켜 입에서 인두와 후두가 이루는 각을 일직선에 가깝게 만들어 준다. 입을 벌린 후 직접후두경을 왼손으로 잡고 입 속으로 전진시켜 후두덮개계곡(epiglottic vallecula)에 위치시키고 전상방으로 들어올려 시야를 확보한다. 성대(vocal cord)를 보면서 성대 사이로 튜브를 통과시키고, 만약 성대가 잘 보이지 않는다면 방패연골(thyroid cartilage)을 눌러주는 것이 도움이 될 수 있다. 기관내삽관 후 튜브의 위치를 확인하는 과정이 필요하다. 복부와 양측 폐의 청진, 호흡시 흉곽의 움직임 확인, 산소포화도 유지 및 end-tidal CO<sub>2</sub> 모니터링 장비 등을 통해 기관내삽관이 잘 이루어졌는지 확인할 수 있다.

### 2) Supraglottic airway

후두마스크(laryngeal mask airway)는 기관내삽관이 어려운 경우 유용하게 사용할 수 있는 장비이다. 기관내삽관이 실패한 경우에도 사용 가능하며, 후두마스크를 삽입하고 이를 통해서 기관내 튜브를 삽입할 수도 있다. 후두마스크 삽입 시 기관내삽관시와 동일하게 환자는 냄새맡기 위치를 취하게 한다. 후두마스크에 젤을 묻히고 마스크와 튜브 사이 부위를 오른손으로 잡은 뒤 환자의 입을 벌리고 경구개를 따

라 부드럽게 전진시킨다. 저항이 느껴질 때까지 밀어 넣으면 마스크 부위가 성문상역(supraglottic structure)에 위치하게 되고 이를 통해 기도를 확보할 수 있다. 후두마스크 삽입 후 기관내삽관과 유사한 방법으로 튜브의 위치를 확인하는 과정이 필요하다.

### 3) Percutaneous dilatational tracheostomy

기도 협착이 있거나, 장기간 인공호흡기 치료 혹은 기관내 튜브를 유지해야 하는 환자의 경우 기관절개술이 필요하다. 경피적 기관절개술은 수술적 기관절개술에 비해 덜 침습적인 방법으로 시술 시간이 짧고 출혈이 적으며 기관박리가 적어 회복이 빠르다는 장점이 있어 최근 중환자실에서 많이 사용되고 있다. 하지만 튜브가 잘못된 통로로 삽입되거나 기도의 측벽이나 후벽이 천공되는 합병증이 있을 수 있어, 보다 정확한 시술을 위해 기관지내시경이나 초음파를 통해 기도의 위치를 확인하는 것이 도움을 줄 수 있다. 경피적 기관절개술에는 상용화 되어 있는 경피적 기관절개술 세트를 이용하여 이에 따라 시술방법이 조금씩 달라진다.

### 3. External ventricular drain insertion

뇌압 측정은 그 측정 위치에 따라 경막외 측정법과 경막내 측정법으로 나눌 수 있으며, 경막내 측정법으로는 지주막하 측정법, 뇌실질내 측정법, 뇌실내 측정법 등이 있다. 여러 측정 방법 중에서 뇌실내 측정법이 가장 정확하여 뇌압 측정의 표준적인 방법으로 이용되고 있으며, 또한 뇌압상승에 대한 치료 목적으로도 사용된다.

뇌실내 뇌압측정을 위한 뇌실천자술(external ventricular drainage)의 방법은 다음과 같다. 뇌실천자술이 가능한 위치는 Kocher's point, supraorbital point, Keen's point, posterior parietal point 등 여러 곳이 있다. 그 중 가장 안전하고 많이 이용되는 곳은 Kocher's point이며, midpupillary line과 관상봉합선(coronal suture)이 만나는 곳에서 전방으로 1 cm 되는 곳을 말한다. 뇌실천자술은 보통 비우성 대뇌반구에서 시행하게 되고 드릴로 두개골을 뚫은 후 16 G 바늘로 경막을 뚫고 이곳에서 동측 눈의 안쪽눈구석(medial canthus)과 외이도 방향을 향해 천자하면 약 5 cm 깊이에서 뇌실이 천자된다. 카테터를 경막에서 7 cm 되는 곳에 위치시키면 가쪽뇌실 앞쪽의 몬로공(foramen of Monro) 앞에 위치하게 된다. Kocher's point를 이용하면 운동중추와 큰 혈관구조물을 피

할 수 있으나, 뇌실천자술로 인해 감염, 출혈, 뇌손상 등의 부작용이 생길 수 있다.

## 결론

중환자실의 환자 감시, 검사, 치료 장비들의 발전에 따라 중환자실 내에서 많은 시술들이 이루어지고 있다. 신경계 중환자실에서 흔하게 이루어지는 시술들의 정확한 절차와 장비 사용법 등을 충분히 숙지할 때 보다 안전하고 효과적인 시술이 가능해질 것이다.

## References

1. 대한중환자의학회. *중환자의학*. 2판. 서울: 군자출판사, 2010; 129-161.
2. Paul L. Marino. *The ICU Book*, 4th. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2014;3-39.
3. Waydhas C. Intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care*. 1999;3:R83-89.
4. Tegtmeier K, Brady G, Lai S, Hodo R, Braner D. Videos in Clinical Medicine. Placement of an arterial line. *N Engl J Med*. 2006;354:e13.
5. Ortega R, Song M, Hansen CJ, Barash P. Videos in clinical medicine. Ultrasound-guided internal jugular vein cannulation. *N Engl J Med*. 2010;362:e57.
6. Braner DA, Lai S, Eman S, Tegtmeier K. Videos in clinical medicine. Central venous catheterization--subclavian vein. *N Engl J Med*. 2007;357:e26.
7. Reynolds SF, Heffner J. Airway management of the critically ill patient: rapid-sequence intubation. *Chest*. 2005;127:1397-1412.
8. Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, El-Khatib MF, Kawkabani NI. Preoxygenation: comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *Anesthesiology*. 1999;91: 612-616.
9. Larsen PB, Hansen EG, Jacobsen LS, Wiis J, Holst P, Rottensten H, et al. Intubation conditions after rocuronium or succinylcholine for rapid sequence induction with alfentanil and propofol in the emergency patient. *Eur J Anaesthesiol*. 2005; 22:748-753.
10. Timmermann A. Supraglottic airways in difficult airway management: successes, failures, use and misuse. *Anaesthesia*. 2011;66 Suppl 2:45-56.
11. Bardell T, Drover JW. Recent developments in percutaneous tracheostomy: improving techniques and expanding roles. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11:326-332.
12. Madsen KR, Guldager H, Rewers M, Weber SO, Kobke-Jacobsen K, Jensen R. Guidelines for Percutaneous Dilatational Tracheostomy (PDT) from the Danish Society of Intensive

Care Medicine (DSIT) and the Danish Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine (DASAIM). *Dan Med Bull*. 2011;58:C4358.

13. Fried HI, Nathan BR, Rowe AS, Zabramski JM, Andaluz N,

Bhimraj A, et al. The Insertion and Management of External Ventricular Drains: An Evidence-Based Consensus Statement : A Statement for Healthcare Professionals from the Neurocritical Care Society. *Neurocrit Care*. 2016;24:61-81.