

경비 기관내삽관 시 발생된 편측 기관지 폐쇄의 처치

서 일 숙

영남대학교 의과대학 마취통증의학교실

Management of Unilateral Airway Obstruction During Nasotracheal Intubation

Seo Il Sook

*Department of Anesthesiology and Pain Medicine,
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea*

—Abstract—

Nasotracheal intubation is commonly used in patients undergoing maxillofacial surgery. The tracheal tube is passed through the nasal cavity after induction of anesthesia, followed by direct laryngoscopy to insert the tube into the trachea under direct vision by using Magill forceps. Various complications resulting from nasal passage of the tube, such as epistaxis, turbinectomy or retropharyngeal dissection, have been reported. The most common complication of nasotracheal intubation is epistaxis and several recommendations have been made to reduce its incidence. In spite of efforts such as local application of vasoconstrictive drugs, thermosoftening of the tube, and use of a nasopharyngeal airway as a pathfinder, epistaxis cannot be prevented entirely.

This case report describes an 18-year-old female patient with difficult nasal intubation due to narrow nasal passageway. The patient was admitted for mandible angle splitting osteotomy and angle resection for cosmetic purpose. Epistaxis had occurred due to repeated nasotracheal intubation attempts, and blood had been aspirated. After intubation, the patient was desaturated ($SpO_2 < 92\%$) with asymmetric inflation of the chest wall during controlled ventilation. We took frequent suction and tube lavage with saline, thereafter changed patient's position to right lateral decubitus, and chest percussion was done with a face mask and the palm of the hand. About 20 minutes after aspiration, the SpO_2 was restored to 98%, and the

operation proceeded, which finished uneventfully. On the next day, the chest x-ray revealed segmental atelectatic change in the right lung field, and nasal packing was done because of recurrent epistaxis. The patient was discharged on the 4th postoperative day without complications.

Key Words: Nasal intubation, Complication, Epistaxis, Chest percussion, Postural drainage

서 론

기관내삽관법은 1900년대 초 Franz Kuhn이 처음으로 그 필요성 및 위험성에 대하여 소개 하였으나 널리 이용되지 못한 채 1907년 Chevalier Jackson이 직접 후두경검사법(direct laryngoscopy)을 소개한 이후에야 비로소 재인 식되기 시작하였다.¹⁾ 1942년 Harold Griffith가 근이완제(curare)의 성공적인 임상적용을 처음으로 보고하기²⁾ 이전에는 맹목 경비삽관법이 경구삽관법보다 많이 이용되었으나 근이완제의 사용으로 경구삽관이 가능해지자 이후에는 합병증이 거의 없는 경구삽관법이 통상적인 삽관 방법이 되었다.

경비 기관내삽관법은 구강 및 안면부 수술 시 기관내관으로 인한 수술시야의 방해를 피하기 위하여, 또는 개구가 어려워 경구삽관이 불가능하거나 수술 후 기관내관의 거치가 장기간 필요한 경우에 유용한 방법이다.³⁾ 경구 기관내삽관법에 비하여 기술적인 어려움은 없으나 기관내관의 비강 통과로 인하여 비강내 구조물의 손상이 초래될 수 있으며 그 중 가장 흔한 것이 코출혈이다. 대부분의 코출혈은 그 정도가 미미하나 심한 경우에는 기도 확보가 어려워 위험한 상황이 초래될 수도 있다.⁴⁾

저자들은 경비 기관내삽관이 필요한 성형외과 수술 환자에서 기관내관의 비강 통과가 어

려워 튜브의 크기를 바꾸어 가며 반복하여 경비 기관내삽관을 시도하던 중 저산소증이 동반된 일측 기관지폐쇄가 초래되었으나 기도내 흡인 및 환자의 체위변동, 흉부 타진법 등으로 저산소증을 성공적으로 처치한 경험을 하였기에 이에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

체중 59 kg, 신장 164 cm인 18세 여자 환자가 사각턱의 교정을 위한 하악골각절골술(mandible angle resection)을 받기 위하여 본 병원 성형외과에 입원하였으며 과거력 및 수술 전 기본적인 검사 상 특이한 문제가 없었다.

수술 당일의 마취 전 투약은 생략하였으며 성형외과 수술방에서 심전도기, 맥박산소측정기, 호기말 이산화탄소분압측정기 및 자동혈압측정기 등 기본적인 감시장치를 준비한 후 thiopental sodium 250 mg을 정주하여 환자의 의식이 소실되었을 때 안면마스크를 통하여 O₂-N₂O 분당 3 L씩, sevoflurane 3 vol% 흡입을 시작하였고, 동시에 기관내 삽관을 위하여 근이완제(esmeron 50 mg)를 정주한 후 일회 호흡량 500 ml 전후, 최대 흡기압(peak inspiratory pressure) 16~18 cmH₂O로 용수 인공호흡을 시작하였다.

약 3분 후 안면부에서 마스크를 떼 후 준비

된 강화 기관내관(내경 7.0 mm)을 좌측 외비공(nostril)으로 삽입했으나 1~2 cm 진입 후 저항이 심하여 우측 비강을 통하여 다시 시도해보았으나 우측 역시 기관내관은 1~2 cm 진입 후 더 이상 진전이 되지 않았다. 가끔 비강의 단면적이 좁아서 그런 경우가 있으므로 내경 6.5 mm 기관내관으로 교체하여 시도하였으나 마찬가지로 비강 입구에서 1~2 cm 이상 진전이 되지 않았으므로 한 단계 더 작은 기관내관(내경 6.0 mm)으로 다시 시도하였으나 마찬가지로 상황이었다. 저자들은 더 이상의 좁은 기관내관의 사용으로는 전신마취 유지동안 환기 장애가 초래될 수 있을 것으로 생각하여 비강 내 문제점을 알아보기 위하여 이비인후과에 자문을 구하였다.

약 10분 후 호출된 이비인후과 전공의(4년차)는 비경(nasal speculum)으로 양쪽 비강을 검사한 후 하비갑개(inferior turbinate)가 보통사람보다 내측(medial)으로 휘어져 있어 비강이 좁다고 하므로 그 전공의에게 내경 6.0 mm 보강 기관내관을 비강을 통하여 입인두(oropharynx)까지 삽입해 주도록 청하였다.

흡입마취제의 투여를 중단하고 midazolam 5 mg과 alfentanil 250 μ g을 정주한 후 이비인후과 전공의가 보강 기관내관(anode tube)에 소침(stylet)을 꼽아 비강을 통과시키려 하였으나 불가능한 상태에서 맥박산소포화도가 90%로 떨어져 잠시 중단을 하였으며 안면마스크로 분당 8 L의 산소공급을 하였다. 맥박산소포화도가 99%가 되면 다시 기관내관의 삽입을 시도하기를 수회 반복하던 도중 코출혈이 있어 구강내 흡인을 반복하였으나 최대 흡기압은 27~28 cmH₂O로 증가되고 호기말 이산화탄소분압 측정기의 파형(wave form)이 거의 나오지 않

는 등 기도폐쇄의 징후가 있어 즉시 경구 기도유지기를 사용하였다. 분당 8 L의 산소 투여로 용수조절호흡을 계속하는 동안 맥박산소포화도는 90%에서 약 2~3분간에 걸쳐 천천히 95%로 올라갔으나 육안으로 보기에 우측 흉벽의 움직임은 팽창(inflation)이 저명한데 비하여 좌측 흉벽의 움직임은 미미하였으며, 흉부청진으로 확인한 결과 좌측 폐야의 호흡음이 현저히 감소되어 있었으며 건성 수포음(rhonchi)이 들렸다.

맥박산소포화도가 95%에 도달하였을 때 이비인후과 전공의가 다시 기관내관의 비강내 삽입을 시도하였다. 몇 번의 시도 끝에 내경 6.0 mm 보강 기관내관을 간신히 우측 비강으로 통과시켰으나 마취 유지 동안의 환기장애 가능성을 감안한 저자들의 요청으로 내경 6.5 mm portex 기관내관으로 바꾸어 성공적으로 경비 기관내삽관을 하였다.

곧 이어 마취기의 호흡회로를 연결하여 약 30도 정도의 트렌델렌버그자세에서 기도 및 구강내 분비물을 흡인하였는데 상당량의 혈액이 섞인 분비물이 흡인되었다. 반복된 흡인으로 기도내 호흡음은 깨끗해졌으나 좌측 흉벽의 팽창은 여전히 미미하였고 50% 산소투여로 산소포화도는 92%로 유지되었다. 저자들은 즉시 피덩이에 의하여 기도가 부분 폐쇄된 것으로 판단하여 생리식염수 20 ml를 기관내관으로 주입하여 세척하기를 2회 반복하고 혈성 분비물을 흡인하였다. 곧 이어 환자의 자세를 앙와위에서 우측 측와위로 바꾸고 안면마스크의 용기(cushion)부분과 손바닥으로 좌측 흉벽을 약 1분가량 계속 타진(percussion)하면서 흡인을 반복하는 처치를 약 5~6회 시행하였을 때 기관내관의 분비물 양상은 맑아지고 맥박산소포

화도는 98%로 상승하였다.

이후 환자의 자세를 양와위로 바꾸어 기도 흡인을 수회 반복하고 난 후 좌, 우 흉벽의 팽창 정도가 비슷해졌으며 청진 상 좌측 폐야의 호흡음도 많이 호전되었으므로 동맥혈가스분석을 시행 한 후 O₂-N₂O-sevoflurane으로 마취를 유지하면서 수술을 시작하였다. 수술이 진행되는 동안 맥박산소포화도는 지속적으로 100%, 최대 흡기압은 20~23 cmH₂O, 평균기도내압 7~8 cmH₂O, 호기말 이산화탄소분압은 31~33 mmHg로 유지되었으며 약 4시간에 걸친 수술을 성공적으로 끝낼 수 있었다.

수술 다음날, 시행된 흉부방사선검사에서는 우측 폐야의 부분적 무기폐 양상을 보였으며, 우측 코출혈이 있어 코메우기(nasal packing)를 하였다. 이후 환자의 경과는 별다른 문제가 없어 수술 후 제 4일에 퇴원을 하였다.

고 찰

위 환자의 경우, 저자들을 당혹스럽게 한 이유는 비강의 심한 협착이었다. 경비 기관내삽관을 하는 경우, 기관내관은 흔히 경구 삽관을 하는 경우(성인 남자의 경우 내경 8 mm, 여자 내경 7.5 mm)에 비하여 0.5~1 mm 작은 것을 사용하는데 내경 7 mm에 비하여 내경 6.0 mm 기관내관을 사용할 때의 저항은 약 2배가 된다. 왜냐하면 가스가 폐에 도달하기 위하여서는 호흡계의 탄성 및 비탄성 저항을 극복할 수 있는 압력차(ΔP)가 생성되어야 하며 이러한 압력차와 기도 저항과의 관계를 $R = \Delta P / \Delta V$ (R :저항, V :가스량)로 표시할 수 있는데 결 흐름(laminar flow)에서는 Hagen-Poiseuille equation에 의해 $\Delta P = 8L\mu / \pi r^4$ (L :튜브길이, μ :점성, r :

기도반경)이지만 기도내 가스의 흐름은 와류(turbulent flow)이기 때문에 $\Delta P = V^2 \rho f L / 4\pi r^5$ 이 된다.⁵⁾ 여기서 V 는 가스량, ρ 는 가스의 밀도, f 는 마찰 인자, L 은 튜브의 길이로써 이 값들이 일정한 경우에는 기도저항은 반경의 다섯 제곱에 반비례하게 된다. 따라서 내경 6.0 mm 기관내관을 사용할 때의 저항은 1/3.05(=0.0041)로써 내경 7 mm인 경우의 저항 1/3.55(=0.0019)에 비하여 약 2배가 된다. 기관내관이 좁을수록 기도저항이 커져서 호흡작업량은 상당히 증가하는데⁶⁾ 물론 전신마취 동안에는 호흡계의 저항 증가에 의한 호흡작업량(work of breathing)은 인공호흡기의 힘으로 극복이 되지만, 흔히 마취과에서 사용하는 마취호흡기는 양제한형 시간주기형(volume-limited, time-cycled)으로써 그 환기양식은 환자의 일회호흡량을 체중 기준으로 적용하되, 흡기:호기 비율이 미리 설정되어 있으므로 기관내관의 내경이 좁을수록 일정한 시간 내에 공급될 수 있는 일회호흡량은 제한적이며 따라서 최대 흡기압이 높아지게 된다. 그러므로 사용하는 기관내관은 가능한 한 내경이 큰 것을 선택하여야 한다.

실제 임상에서는 통상적으로 추천되는 크기의 기관내관으로 경비 삽관을 시도해보고 불가능한 경우에는 수술자와 의논하여 수술실에서 어느 정도 방해가 될 수도 있지만 다른 쪽 외비공으로의 삽입을 시도하거나 경구 기관내삽관을 하게 된다. 위 환자의 경우에는 사각턱의 교정술로써 경비 기관내삽관이 꼭 필요하다는 수술자의 의견에 따라 기관내관의 내경을 두 단계 작은 것으로 차례로 교체하면서 좌, 우 비강으로의 통과를 시도하였으나 심한 저항이 있었으며 더 이상의 작은 기관내관(내경 5.5 mm)으로는 전신마취 동안의 환기유지가

어렵다고 판단이 되어 이비인후과에 비강협착 문제를 의뢰하였고 약 20여분에 걸친 시도 끝에 결과적으로 내경 6.5 mm 기관내관으로 경비 삽관을 할 수 있었다.

경비 삽관의 경우에는 기관내관을 얼굴에 수직 방향으로 하여 그 경사면(bevel)이 비중격으로 향하게 하여 하비갑개 아래쪽, 비강의 바닥으로 통과시켜 입인두까지 삽입시킨 후 구강으로 직접후두경을 넣어 성문 부위를 노출시킨 후 기관내관의 끝부분을 magill 겸자로 잡아 성문으로 향하도록 하는데 대부분의 경우에는 경구삽관법에 비하여 기술상 어려운 점은 없으나 개구가 충분히 되지 못하는 경우에는 맹목 경비삽관을 해야하므로 다소 어려울 수 있으며 드물게 비강의 구조가 비정상적인 경우에도 삽관이 어려워질 수 있다.⁷⁾

경비 기관내삽관시 초래될 수 있는 합병증으로는 비점막 뿐만 아니라 비갑개 점막의 손상 가능성이 있다. 비강구조물의 손상과 관련된 하비갑개의 염제(avulsion), 제거, 궤양 및 중비갑개의 비인두강으로의 전위 등-많은 보고가 있으나⁸⁻¹⁴⁾ 전신 마취 유도 과정에서 가장 문제가 되는 것은 코출혈이다.⁴⁾ 경비 기관내삽관시 초래되는 출혈의 빈도는 보고자에 따라 다양하나 국내 보고에 의하면 34~90%에 이른다.^{15, 16)} 특히 비중격의 전하방 부근 점막에는 여러 개의 혈관이 만나는 혈관망이 잘 형성되어 있어 쉽게 피가 나는 부위(Kiesselbach area)가 있다. 기관내관의 거치시 대부분의 경우에는 코출혈의 정도가 미미하여 문제가 되지 않으나 그 정도가 심한 경우에는 기도내 흡입 등 합병증을 초래할 뿐만 아니라 드물게는 기관내삽관을 하기 위한 시야의 확보가 어려울 정도로 대량의 출혈이 발생하기도 한다. 이런

경우에는 구강내에 흡인 도관을 거치해 둔 상태로 신속한 삽관을 하여야 하나 불가능할 때는 응급 기도확보를 위하여 운상갑상막절개술(cricothyrotomy)이 필요한 경우도 있다.⁴⁾ 출혈성 경향이 있는 환자나 잦은 코출혈의 기왕력이 있는 경우에는 경비 기관내삽관을 피하는 것이 바람직하지만 꼭 필요한 경우에는 코출혈을 최소화하기 위한 방법으로 신중한 접근을 하여야 한다. 통상적으로 이용되는 방법으로는 혈관수축제의 비강내 국소적용, 윤활제의 사용, 재질이 부드럽고 외경이 작은 기관내관의 선택 등이 시행되고 있으며 이외에도 기관내관의 연화, 비인두기도유지기의 사용 등 방법들이 보고되고 있다.¹⁷⁻¹⁹⁾

이러한 합병증에도 불구하고 경비 기관내삽관법은 경구삽관법에 비하여 그 유용성이 높은 경우가 있다. 장기간 기관내관의 거치가 필요한 경우에는 환자가 견디기에 편안하고, 고정이 상대적으로 쉬운 경비삽관법이 바람직하며 측두하악관절(temporomandibular joint)의 고정(immobilization) 혹은 경추골절 등으로 인하여 개구가 어렵거나 직접후두경으로 성문 노출이 어려울 때는 맹목 삽관(blind intubation)이 필요한데 해부학적인 차이에 의해서 경구삽관보다는 경비삽관이 더 수월하다. 맹목 경비 기관내삽관시 성공율을 높이기 위하여서는 굴곡기관지경(flexible bronchoscope)을 이용한 방법 이외에도 여러 가지 방법들이 제시되고 있다.²⁰⁻²³⁾

코출혈은 예방 내지 최소화하는 것이 가장 바람직하지만 피치 못하게 심한 코출혈이 초래되거나 혹은 손상된 비강내 구조물의 조직과편 등이 기도 흡인되는 경우에는 마취 유도시의 또 다른 장애요인이 된다. 왜냐하면 신속하고

효과적인 처치가 수행되지 못한다면 환기장애로 인하여 결과적으로 저산소성 후유증을 남길 수 있기 때문이다. 기도내 이물질이 있는 경우, 기도 확보를 위하여 가장 중요한 것은 바로 기도내 흡인을 통한 제거이다.²⁴⁾ 이 환자의 경우, 반복된 기도내 흡인에도 불구하고 효과적으로 저산소증이 개선되지 않았기에 저자들은 굴곡 기관지경으로 기관내관의 내부 상태를 직접 확인하는 것이 필요하다고 판단하였다. 그리고 굴곡기관지경을 준비하는 동안 막연히 기다릴 수가 없어 특별한 장비가 필요하지 않으며 간단히 이용할 수 있는 전통적인 흉부 물리요법을 시행해 보기로 하였다. 흉부 물리요법의 주된 목적은 분비물을 이동시킴으로써 기도내의 분비물을 감소시키는 것이다. 점액배출의 전통적인 방법인 흉부 물리요법은 기침 유발, 체위 배출, 타진, 진동 등으로 구성되는데,^{25, 26)} 흉부의 타진 및 진동을 위하여서는 손 혹은 유연성 있는 안면부 마스크 그리고 초음파 진동기 등을 사용할 수 있다.^{27, 28)} 저자들은 위 환자에서 먼저 코출혈로 인하여 기도로 흡인된 피의 덩어리짐을 피하기 위하여 약 40 ml의 생리식염수로 기관내관 내부를 세척하였으며 이어 충분한 흡인을 한 후 환자의 체위를 양와위에서 우측 측와위로 바꾸었다. 이후 안면마스크의 용기(cushion)부분과 손바닥으로 우측 흉벽을 타진(percussion)하면서 기도내 흡인을 반복하는 처치를 동시에 시행하였다. 이 과정에서 눈에 띄일만한 크기의 피덩이나 이물질은 발견되지 않았으며 흡인되는 기관내관의 액상 분비물의 양상은 점차 맑아지고, 맥박산소포화도는 98%로 상승하였다.

저자들은 예기치 못한 비강의 협착 문제를 해결하기 위하여 해당과(이비인후과)에 의뢰하

여 기관내관을 비강내로 통과시켰지만 반복된 시도로 인하여 코출혈을 충분히 예상할 수 있었고 비강 점막의 손상 가능성도 염두에 두었다. 따라서 굴곡기관지경을 이용하여 저산소증이 초래된 원인을 직접 확인하여 문제 해결을 하려고 하였으나 선행된 흉부 물리요법으로 환자의 환기상태가 개선되었으며 또한 처치과정에서 눈에 띄일만한 피덩이나 이물질이 발견되지 않았기 때문에 위 환자의 경우에는 다량의 코출혈로 인하여 좌측 기관지의 내경이 좁아져 문제가 발생되었던 것으로 생각된다. 따라서 기도폐쇄와 같은 응급상황에서는 준비에 시간이 소요되는 고가의 장비를 이용한 확인이나 침습적인 처치에 앞서 간단하고 덜 침습적이며 전통적인 처치방법들을 시행해 보는 것이 임상적으로 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Toski JA, Bacon DR, Calverley RK. The history of Anesthesiology. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. Clinical Anesthesia. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.15-16.
2. Toski JA, Bacon DR, Calverley RK. The history of Anesthesiology. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. Clinical Anesthesia. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.20.
3. Gal TJ. Airway management. In: Miller RD, editor. Miller's Anesthesia. 6th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005. p.1633.
4. Piepho T, Thierbach A, Werner C. Nasotracheal intubation: look before you leap. Br J Anaesth 2005 Jun;94(6):859-60.
5. Wilson WC, Benumof JL. Respiratory physiology

- and respiratory function during anesthesia. In: Miller RD, editor. Miller's Anesthesia. 6th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005. p.690-1.
6. Manczur T, Greenough A, Nicholson GP, Rafferty GF. Resistance of pediatric and neonatal endotracheal tubes: influence of flow rate, size, and shape. *Crit Care Med* 2000 May;28(5):1595-8.
 7. Gallagher JV 3rd, Vance MV, Beechler C. Difficult nasotracheal intubation: a previously unreported anatomical cause. *Ann Emerg Med* 1985 Mar;14(3):258-60.
 8. Burruezo J, Navarro-Martínez J, Jiménez MA, Asensi P, Company R. Complete inferior turbinate avulsion after nasotracheal intubation. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2004 Mar;51(3):177-9.
 9. Scott AR, Gray ST. Oropharyngeal foreign body after attempted nasal intubation: a case of traumatic middle turbinectomy. *Laryngoscope* 2007 Jun;117(6):1094-5.
 10. Dost P, Armbruster W. Nasal turbinate dislocation caused by nasotracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997 Jun;41(6):795-6.
 11. Kuo MJ, Reid AP, Smith JE. Unilateral nasal obstruction: an unusual presentation of a complication of nasotracheal intubation. *J Laryngol Otol* 1994 Nov;108(11):991-2.
 12. Ripley JF, McAnear JT, Tilson HB. Endotracheal tube obstruction due to impaction of the inferior turbinate. *J Oral Maxillofac Surg* 1984 Oct;42(10):687-8.
 13. Wilkinson JA, Mathis RD, Dire DJ. Turbinate destruction - a rare complication of nasotracheal intubation. *J Emerg Med* 1986;4(3):209-12.
 14. Skouteris CA, Mylonas AI, Galanaki EJ, Angelopoulos AP. Acute bronchial obstruction after nasotracheal intubation: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 2002 Oct;60(10):1188-92.
 15. Yoo RH, Han YJ, Jin YH, Song HS. Effects of nasopharyngeal airway on incidence of epistaxis and ease of tube advancement during nasotracheal intubation. *Korean J Anesthesiol* 1999 Jun;36(6):955-9.
 16. Hwang SO, Kang BJ, Kim SK. Does the esophageal stethoscope inserted into the reinforced endotracheal tube decrease the incidence of nasal bleeding following nasotracheal intubation? *Korean J Anesthesiol* 1996 Mar;30(3):271-5.
 17. Watanabe S, Yaguchi Y, Suga A, Asakura N. A bubble-tip (Airguide®) tracheal tube system - its effects on incidence of epistaxis and ease of tube advancement in the subglottic region during nasotracheal intubation. *Anesth Analg* 1994;78:1140-3.
 18. Kim YC, Lee SH, Noh GJ, Cho SY, Yeom JH, Shin WJ, et al. Thermosoftening treatment of the nasotracheal tube before intubation can reduce epistaxis and nasal damage. *Anesth Analg* 2000;91:698-701.
 19. Morimoto Y, Sugimura M, Hirose Y, Taki K, Niwa H. Nasotracheal intubation under curve-tipped suction catheter guidance reduces epistaxis. *Can J Anaesth* 2006 Mar;53(3): 295-8.
 20. Arora MK, Karamchandani K, Trikha A. Use of a gum elastic bougie to facilitate blind nasotracheal intubation in children: a series of three cases. *Anaesthesia* 2006 Mar;61(3):291-4.
 21. Van Elstraete AC, Rémy A. Difficult intubation: nasotracheal tube cuff inflation as an aid to difficult intubation. *Ann Fr Anesth Reanim* 1994;13(6):873-5.
 22. Van Elstraete AC, Mamie JC, Mehdaoui H. Nasotracheal intubation in patients with immobilized cervical spine: a comparison of tracheal tube cuff inflation and fiberoptic bronchoscopy. *Anesth Analg* 1998 Aug;87(2):400-2.

23. Masood N, Abdullah S. Facilitated blind nasotracheal intubation in paralysed patients with temporomandibular joint ankylosis. *J Coll Physicians Surg Pak* 2005 Jan;15(1):4-6.
24. Branson RD. Secretion management in the mechanically ventilated patient. *Respir Care* 2007 Oct;52(10):1328-47.
25. van der Schans CP. Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease. *Respir Care* 2007 Sep;52(9):1198-209.
26. Langenderfer B. Alternatives to percussion and postural drainage. A review of mucus clearance therapies: percussion and postural drainage, autogenic drainage, positive expiratory pressure, flutter valve, intrapulmonary percussive ventilation, and high-frequency chest compression with the ThAIRapy Vest. *J Cardiopulm Rehabil* 1998 Jul-Aug;18(4):283-9.
27. Kluft J, Beker L, Castagnino M, Gaiser J, Chaney H, Fink RJ. A comparison of bronchial drainage treatments in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1996 Oct;22(4):271-4.
28. Varekojis SM, Douce FH, Flucke RL, Filbrun DA, Tice JS, McCoy KS, et al. A comparison of the therapeutic effectiveness of and preference for postural drainage and percussion, intrapulmonary percussive ventilation, and high-frequency chest wall compression in hospitalized cystic fibrosis patients. *Respir Care* 2003 Jan;48(1):24-8.