

외상 환자에서 초음파 유도 내경정맥 도관 삽입 시 카테터 바늘과 피부 사이의 적정 각도

분당제생병원 응급의학교실, ¹울산의대 서울아산병원 응급의학교실

전현민, 정성민, 정루비¹, 전 진¹, 홍종근, 신태용, 하영록, 김영식

- Abstract -

Optimal Insertion Angle between the Skin and Needle in Ultrasound-Guided Internal Jugular Vein Catheterization with Trauma Patients

Hyun Min Jeon, M.D., Sung Min Jung, M.D., Ru Bi Jung, M.D.¹, Jin Jeon, M.D.¹,
Chong Kun Hong, M.D., Tae Yong Shin, M.D., Young Rock Ha, M.D., Young Sik Kim, M.D.

Department of Emergency Medicine, Daejin Medical Center, Bundang Jesaeng General Hospital, Korea
¹Department of Emergency Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan, College of Medicine, Korea

Purpose: The aim of this study was to identify the optimal insertion angle between the skin and the needle in ultrasound-guided internal jugular vein (IJV) catheterization with trauma patients.

Methods: From March 2012 to December 2012, consecutive trauma patients who were planned to receive IJV catheterization were prospectively enrolled. We measured the distances from the skin to IJV's anterior-posterior (AP) vessel wall on the longitudinal scan's midline in supine-positioned patients. We calculated the AP diameter of IJV and the angle between skin and the imaginary line from the puncture site to the IJV's internal center on screen's midline (defined as optimal angle which is considered as the safest approach) on the longitudinal scan. We divided the patients into 3 groups based on the CVP (low CVP <5 cmH₂O, 5 ≤ middle CVP ≤ 10 cmH₂O, and high CVP > 10 cmH₂O) and compared their mean anterior posterior (AP) diameters and optimal angles.

Results: A total of 56 patients were enrolled. Of these 21 were women(35.4%). The mean AP diameter of low CVP group was significantly lower than middle and high CVP groups(0.68 ± 0.30, 1.06 ± 0.31, and 1.23 ± 0.49 cm respectively, *p*=0.003 vs. 0.002). There was no significant difference among 3 groups' mean optimal angles (28.1 ± 6.1, 30.1 ± 4.5, and 28.0 ± 5.0 degree respectively).

Conclusion: The optimal angle between the skin and the needle in ultrasound-guided IJV catheterization with trauma patients is not changed as about 30 degrees regardless of CVP even though IJV's diameter is altered in proportion to the CVP.

Key Words: Catheterization, Central vein, Intervention, Ultrasonography

* Address for Correspondence : **Young Rock Ha, M.D.**

Department of Emergency Medicine, Daejin Medical Center, Bundang Jesaeng General Hospital,
Bundang Jesaeng General Hospital, Seohyeon-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel : 82-31-779-0107, Fax : 82-31-779-0839, E-mail : youngrock.ha@gmail.com

Submitted : July 31, 2013 **Revised** : August 24, 2013 **Accepted** : September 2, 2013

I. 서 론

1. 연구의 배경

중심정맥도관 삽입은 중심정맥을 통해 수액이나 특수약물을 투여하거나 중심정맥압을 감시해야 할 경우 혹은 비경구 영양법을 시행해야 할 경우에 시술하게 된다.(1-3) 외상 환자에서 중심정맥로를 확보하면 환자의 체액 상태와 혈액동학적 모니터링이 가능해지며 수액 치료의 표지자로 이용할 수 있다.(1,4) 이러한 이유로 외상환자의 치료에 있어 중심정맥도관 삽입은 매우 중요한 시술이다.

보통 중심정맥도관 삽입술은 해부학적 표지자를 이용하여 시행되며 숙련된 의료진에 의해 시행된다 하더라도 그 침습적인 성격으로 인해 적지 않은 경우에서 합병증이 발생하는 것으로 알려져 있다.(1-3) 또한 환자 개개인의 중심정맥의 변이, 피하 구조물의 예측 불가능함으로 인해, 특히 탈수나 저혈량성 상태에서는 중심정맥의 허탈을 일으켜 혈관의 확보가 쉽지 않을 수 있다.(1,5) 이로 인해 출혈성 쇼크가 동반된 외상 환자에서 해부학적 지표를 이용한 맹목적(blind) 삽입을 시도 할 경우 중심정맥로 확보가 실패하거나 합병증 발생률이 증가하는 것으로 알려져 있다.(1,3,6)

최근에 많이 시행되고 있는 초음파 유도 중심정맥 도관 삽입법은 여러 연구에서 기존의 해부학적 지표를 이용한 방법보다 시술의 성공률이 높았고 소요시간이 단축되었으며 합병증을 줄이며 비용-효율성 측면(cost effective analysis)에서도 이득이 있음을 보고되었다.(1-3,7) 이러한 이유로 영국과 미국의학협회에서는 환자의 안전을 위하여 중심정맥로 확보시 가급적 초음파 유도 중심정맥 도관 삽입법 시행을 권고하고 있다.(2,8)

초음파 유도 중심정맥 도관삽입 시 가장 많이 이용되는 정맥은 내경정맥으로 전방 접근법(anterior approach)을 통한 내경정맥 도관삽입 시 주사침의 삽입각도는 문헌에 따라 약 30~45° 혹은 45°로, 맹목적으로 해부학적 지표를 이용할 경우와 같은 수치를 제시하고 있으나 이러한 수치의 근거는 명확하지 않은 상황이다.(1,3,9)

2. 연구의 목적

본 연구자들은 외상 환자에서 장축 스캔 하 초음파 유도 하 전방 접근법으로 중심정맥 도관 삽입 시 성공률을 높이고 합병증을 최소화하기 위한 피부와 비늘이 이루는 적정 각도에 대해 이론적 근거를 제시하기 위해 실제 환자의 초음파 영상을 분석하여 알아보고자 이 연구를 진행하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구기간 및 대상

본 연구는 전향적 관찰연구(prospective observational study)로서 본원 임상 연구 윤리 심의위원회의 승인을 받은 후 2012년 3월 1일부터 2012년 12월 31일까지 분당제생병원 응급센터에 내원한 외상 환자들 중 우측 내경정맥에 중심정맥도관을 삽입하기로 예정된 18세 이상의 모든 성인 환자를 대상으로 시행되었다.(10) 본 연구의 특성상 기존의 치료 과정 외에 피험자에게 미칠 수 있는 영향은 없는 것으로 판단되어 피험자에 대한 동의서취득은 면제되었다(IRB No.: 2011-XXX-XXX-01).

연구 집단의 제외 기준으로는 첫째, 경추 손상이 의심되어 경부고정이 필요하거나 우측 내경정맥으로의 접근이 어려운 환자, 둘째, 경부 수술이나 방사선 치료의 기왕력이 있는 환자, 셋째, 기계호흡을 하고 있는 환자, 넷째, 우측 내경정맥을 통한 시술의 상대적 금기이거나 다른 중심정맥으로의 접근이 추천되는 환자, 다섯째, 환자의 생체징후가 불안정하거나 혹은 수축기혈압 90 mmHg 미만으로 초음파 측정이 환자에게 해가 될 수 있어 내경정맥 주입로의 빠른 확보가 필요하다고 주치의에 의해 판단되는 환자, 여섯번째, 중심정맥로 확보에 실패하거나 시술에 따른 직접적인 합병증이 발생한 경우, 그리고 일곱번째, 흉부에 간편손상척도(abbreviated injury scale) 2점 이상의 손상이 진단된 환자도 연구 대상에서 제외하였다.

2. 연구방법

1) 환자 선별

응급 센터에 내원한 모든 외상 환자를 대상으로 담당 주치의가 중심정맥도관 삽입의 적응이 되는 환자를 선별하였다. 중심정맥도관 삽입은 기존의 본원 응급센터의 진료지침에 따라 1) 말초혈관 정맥로가 쉽게 확보되지 않거나 2) 중심정맥압을 측정할 필요가 있는 경우 3) 혈액동학적 모니터링이 필요한 경우 4) 고농도의 수액이나 자극적인 약물의 주입로가 필요한 경우에 시행하였다.(10)

모든 환자의 정보와 측정치는 연구에 참여한 의료진에 의해 미리 제작된 증례기록서(case record form)에 기록되었으며 환자의 나이, 성별, 키, 몸무게, 목길이, 목둘레(갑상연골 하방 1 cm에서 측정된 값), 체질량 지수, 그리고 혈액학적 정보(혈압, 심박동수, 호흡수, 체온)에 대한 정보와 외상중증도지수(ICISS: International Classification of Disease Based Injury Severity Score) 및 젖산염(Lactate) 값을 기록하였다.

2) 중심정맥도관 삽입과 중심정맥압 측정

중심정맥도관 삽입의 적응이 되는 환자를 대상으로 내경정맥에 중심정맥 도관을 삽입하였다. 시술은 모두 본원 응급센터에서 1년 이상의 초음파 유도 하 중심정맥 도관 삽입술 경험이 있는 2년차 이상의 전공의 및 전문의들이 시행하였으며 모든 도관 삽입은 환자의 우측 내경정맥을 이용하여 초음파 장비의 유도 하에 시행되었다. 시술자는 모두 오른손잡이(Right-hander)로 환자의 오른쪽에서 시술을 시행하였다.

환자를 바로 눕히고 머리를 좌측으로 30° 돌린 자세에서 시술할 부위를 소독하고 국소마취를 하였다. 연구기간 동안 측정 및 시술에 사용된 초음파 장비는 Sonosite사의 i Look (SonoSite Inc, WA, USA)의 장축 길이 3.5 cm의 10 MHz 직선형 탐촉자였다.

소독포를 씌운 이동형 초음파 장치를 통해 흉곽으로 주행하는 우측 내경정맥을 장축 스캔한 다음 한 쪽 끝을 빗장뼈에 고정된 뒤 호기 말 내경정맥의 직경이 가장 클 때를 정지 영상으로 저장한 직후, 탐촉자 0.5 cm 상방에서 주사침을 밀어 넣어 내경정맥을 천자하여 정맥혈이 나오는지 확인하고 셸딩거법을 이용하여 준비된 정맥관을 삽입하였다. 중심정맥도관은 Double lumen catheter (ARROW®, Arrow international Inc, PA, USA)를 사용하였고 정맥관을 고정된 뒤 시술의 끝에 환자의 중심정맥압을 측정하여 기록하였다. 도관 삽입 후에는 항상 방사선 촬영을 하여 합병증이 발생했는지 여부와 카테터의 끝이 정확한 위치에 있는지 확인 후 필요 시 교정하였다.

본 연구 시행자들은 본원 응급의학과 자체 교육 과정에 의해 6개월 이상 격주로 정상 성인을 대상으로 한 실지 훈련식(hands on)의 심장, 복부, 근골격계 및 혈관 초음파 검사 교

육을 이수하였고 연구에 통일성을 유지하고 검사자간 오차를 최소화하기 위해 연구시작 이전에 2개월간 격주 간격으로 초음파 유도 중심정맥 도관 삽관에 대해 훈련하였다.

3) 적정 삽입 각도(Optimal insertion angle)

시술이 끝난 후 위의 방법으로 주사침이 피부를 천자하기 직전에 저장된 초음파 영상을 포토샵(Adobe Photoshop, Adobe Inc., Korea) 프로그램을 이용하여 적정 삽입 각도를 측정하였다. 측정은 연구의 가설에 대하여 알지 못하는 연구자에 의해 시행되었으며 먼저 영상의 중앙에서 피부와 내경정맥의 전벽과 후벽이 피부와 만나는 지점까지의 깊이를 측정하였다. 그리고 실제 주사침이 피부를 관통할 지점(탐촉자 상부 0.5 cm)을 정한 뒤, 주사침이 직진하여 내경정맥의 중심점을 관통하는 가상의 선을 그어, 이 선을 시술에 따른 합병증을 최소화 할 수 있는 삽입 경로로 생각하였다. 포토샵 프로그램의 각도측정기능을 응용하여 이 가상의 선이 주사침의 피부 천자 지점과 이루는 각도를 구하였고 이 각도를 적정 삽입 각도(Optimal insertion angle)라 정의하였다 (Fig. 1).(1)

4) 자료 분석 및 통계

모든 통계 분석은 PASW 18.0(IBM Inc, Chicago, Illinois) 프로그램을 이용하였고, 대상 환자들을 중심정맥압에 따라 낮은 중심정맥압 군(5 cmH₂O 미만)과 중간 중심정맥압 군(5~10 cmH₂O) 그리고 높은 중심정맥압 군(10 cmH₂O 이상)의 세 그룹으로 나누어 비교하였다.

중심정맥압에 따라 분류한 뒤 그룹간 내경정맥의 전후경과 적정각도의 평균값을 비교하였다. 대상군의 일반적 특성에

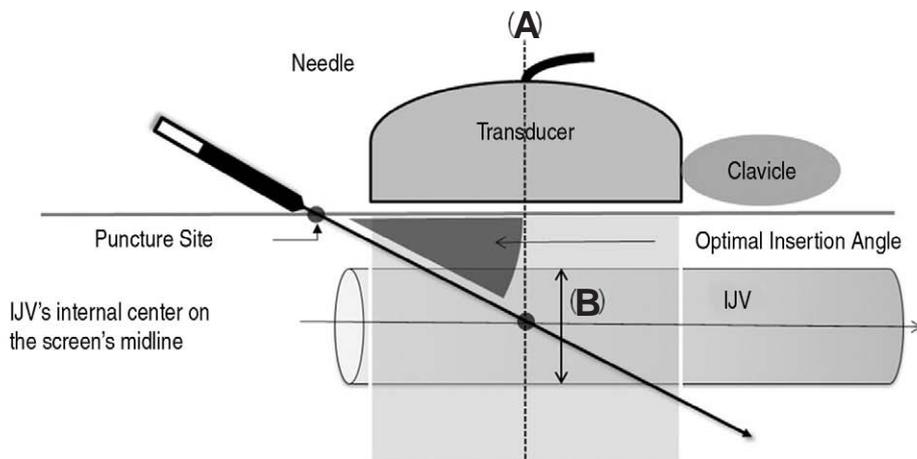


Fig. 1. Schematic diagram of the optimal insertion angle

We placed the caudal end of transducer just above the patient's clavicle. After scanning of internal jugular vein (IJV) longitudinally by 3.5 cm-long linear transducer, we inserted needle at the site of 0.5 cm apart from the cranial end of transducer and aimed the IJV's internal center on the screen's midline (Line A). We measured the anteroposterior diameter of IJV(B) and optimal insertion angle by photoshop® program

대하여 척도형 변수의 경우에 정규분포를 만족할 경우 일원 분산분석(analysis of variance)을 시행하였고 정규분포를 만족하지 않는 경우에는 크루스칼 왈리스 검정(Kruskal Wallis test)를 시행하여 각각의 그룹을 비교하였다. 범주형 변수의 경우에 카이 제곱 검정(χ^2 test)을 시행하여 비교하였다.

그룹간 내경정맥의 전후경과 적정각도의 평균값에 대하여 공분산 분석(Analysis of Covariance)을 통해 환자의 성별, 키, 몸무게, 체질량 지수, 목길이, 목둘레, 피부로부터 내경정맥의 전벽까지의 거리를 보정 후 본페로니 교정(Bonferroni correction)을 시행하여 비교하였다. 양측검정 (two-tailed test)을 시행하였고 p 값은 0.05보다 작을 때 통계적 의미를 부여하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상의 일반적 특성

본 연구에 포함된 환자는 전체 56명이었다. 평균 연령은 51(32-64)세이었고 이 중 여성은 21명으로 35.4%를 차지하였다. 전체 환자를 중심정맥압에 따라 3개의 그룹으로 분류하였을 때 낮은 중심정맥압군(5 cmH₂O 미만), 중간 중심정맥압군(5~10 cmH₂O), 높은 중심정맥압군(10 cmH₂O 이상)은 각각 13명, 32명, 11명이었다. 대상 환자들의 평균 키, 체중, 체질량 지수, 목길이, 목둘레는 각각 1.64±0.07 m, 59.7±10.7 kg, 22.1±3.1 kg/m², 12.5±2.1 cm, 36.3±5.8 cm으로 그룹간 통계적인 차이를 보이지 않았다. 생체징후는 각 그룹간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 외상중증도지수, 젖산염 값도 각 그룹간에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

2. 중심정맥압에 따른 그룹 간 분석

각 그룹간 내경정맥의 평균 전후 직경은 각각 0.68±0.30 cm, 1.06±0.31 cm, 그리고 1.23±0.49 cm였으며 각 그룹의 평균 적정 삽입 각도는 각각 28.1±6.1°, 30.1±4.5°, 그리고 28.0±5.0°였다. 낮은 중심정맥압 그룹의 평균 전후 직경은 중간 및 높은 중심정맥압 그룹에 비해 유의하게 낮았으나(각각 $p=0.003$, $p=0.002$) 평균 적정 삽입 각도는 그룹간 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.628$) (Table 2).

IV. 고 찰

외상 환자에서 전방 접근법으로 내경정맥에 초음파 유도 중심정맥관 삽입 시 적정 삽입 각도는 약 30도로 중심정맥압에 따른 차이를 보이지 않았다. 우리가 아는 한도내에서 본 연구는 외상 환자에서 내경정맥의 직경에 관계없이 전방 접근법으로 장축스캔으로 초음파 유도 내경정맥관을 삽입할 때

비늘의 이상적인 삽입 각도가 약 30°로 일정하다는 것을 밝혀낸 최초의 연구이다.

해부학적 표지자를 이용한 기존의 맹목적인 도관삽입술은 시술자의 숙련도, 개개인의 해부학적인 다양성, 피하 구조물의 예측 불가능함 때문에 필연적으로 도관 삽입에 따른 합병증을 수반하였다.(1,3,11,12) 가장 큰 문제는 내경정맥과 경동맥의 개인간 해부학적 다양성 때문이었다.(1,13,14) 이 다양성은 연구에 따라 8.5%에서 19%로 이로 인해 발생할 수 있는 시술에 따른 합병증의 중대함을 감안하면 적지 않은 빈도라고 할 수 있다.(12,13) 또한 내경정맥의 직경이 과도하게 작은 경우가 환자에 따라 14%까지, 내경정맥 혈전증이 있던 경우는 2.5%까지 보고되고 있다.(12,15) 이는 우측보다 좌측 내경정맥에서 더 잘 관찰되며 우측 내경정맥을 선호하는 이유가 된다.(16) 전세계적으로 중심정맥관을 시술 받은 환자의 5~19%가 기계적 합병증, 5~26%의 환자가 카테터 연관 감염, 그리고 2~26%의 환자가 혈전에 의한 합병증을 경험한다.(2) 이런 발생률은 경험 많은 시술자의 경우에서도 크게 다르지 않으며 기계적 합병증의 경우에는 숙련도보다 환자 개개인의 해부학적 다양성이 가장 큰 원인으로 때문에 생각되고 있다.(12)

중심정맥관 시술에 초음파가 사용되기 시작하면서 이는 시술의 안정성과 성공률을 높이고 소요시간을 단축시켰으며 합병증을 줄임으로써 결과적으로 기존의 해부학적 표지자를 이용한 맹목 삽입에 비하여 비용-효율성 측면에서도 이득을 가져다 주었다.(7,17) Slama 등은 초음파를 이용하여 내경정맥관을 확보할 경우 기존 맹목적인 방법에 비해 첫 회 성공률이 26%에서 43%로 비약적으로 높아졌다고 보고하였다.(17) 내경정맥과 대퇴정맥은 초음파 유도 하 술기의 최적의 장소로 합병증 유발률 때문에 내경정맥이 좀 더 선호된다.(1)

초음파를 이용한 내경정맥 중심정맥관 삽입술은 그 시술 방법에 대해 다양한 연구가 있었다. 일반적으로 시술 과정은 다음과 같은 순서로 진행된다. 1) 목표로 하는 내경정맥과 주위 구조물을 확인한 뒤 2) 주사침이 피부를 관통할 지점을 정하고 3) 초음파를 보면서 주사침 끝을 목표로 하는 내경정맥 내강에 위치시키는 것으로 요약된다.(1) 시술 내내 초음파를 통해 보이는 화면에 내경정맥과 주사침이 함께 보이도록 하여 주사침 끝의 위치를 지속적으로 확인하도록 하는 것이 초음파 유도 하 술기에서 가장 중요한 항목으로 알려져 있다. 또한 주사침이 피부를 관통하는 횡수를 줄여 피부 내에서 주사침이 최소한으로 조작되도록 하고, 가능한 한번의 시도로 중심정맥도관을 삽입하는 것이 시술에 따른 주위 구조물 손상이나 카테터 연관 감염을 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다.(2) 만약 초음파 탐촉자로 과도한 압력을 가할 경우 내경정맥이 눌리면서 그 내경이 좁아져 혈관의 확보가 용이하지

Table 1. General characteristics of study population

	All patients (n=56)	Low CVP* (n=13)	Middle CVP* (n=32)	High CVP* (n=11)	p-value
Mean Age (years)	51 (32-64)	51 (23-56)	56 (38-67)	36 (25-68)	0.167
Female sex (%)	35.4%	54.5%	26.7%	42.9%	0.231
SBP† (mmHg)	128.0 (90.5-138.2)	95.0 (90.0-127.0)	125.0 (90.0-136.0)	135.5 (90.2-150.0)	0.238
DBP‡ (mmHg)	51 (40.0-73.2)	50.0 (40.0-80.0)	60.0 (46.0-73.2)	58.0 (36.0-66.0)	0.526
HR§ (beats/min)	104.0 (81.0-128.7)	103.5 (84.0-130.0)	90.0 (62.0-121.0)	110.0 (78.0-129.5)	0.357
RR (breaths/min)	20.0 (20.0-24.0)	20.0 (20.0-23.5)	20.0 (20.0-26.0)	20.0 (20.0-30.0)	0.614
BT¶ (° C)	36.5 (36.0-37.2)	36.5 (36.0-37.5)	36.8 (36.0-37.3)	36.3 (36.0-36.5)	0.345
ICISS**	0.980 (0.966-0.989)	0.978 (0.963-0.989)	0.980 (0.967-0.989)	0.974 (0.953-0.987)	0.445
Lactate†† (mmol/L)	3.3 (2.0-7.7)	3.8 (2.0-8.3)	3.2 (1.9-5.6)	3.1 (2.7-6.0)	0.812
Mean Height (cm)	1.63 ± 0.07	1.62 ± 0.09	1.64 ± 0.06	1.59 ± 0.09	0.236
Mean Weight (Kg)	59.5 ± 11.5	58.6 ± 13.9	59.8 ± 8.25	59.5 ± 19.7	0.957
Mean BMI†† (Kg/m²)	22.1 ± 3.2	22.0 ± 3.2	22.0 ± 2.8	22.9 ± 5.2	0.804
Length of neck (cm)	12.5 ± 2.1	11.9 ± 2.3	13.0 ± 1.7	11.8 ± 2.9	0.139
Circumference of neck (cm)	36.3 ± 5.8	34.2 ± 3.9	36.2 ± 4.5	40.1 ± 11.0	0.116
Depth from skin to ant. wall of IVC§§ (cm)	0.81 ± 0.29	0.89 ± 0.38	0.82 ± 0.26	0.67 ± 0.25	0.182

* CVP: central venous pressure

† SBP: systolic blood pressure

‡ DBP: diastolic blood pressure

§ HR: heart rate

|| RR: respiratory rate

¶ BT: body temperature

** ICISS: International Classification of Disease Based Injury Severity Score

†† Data not available for 12 of 56 patients

‡‡ BMI: body mass index

§§ IJV: internal jugular vein

Data represented as mean ± standard deviation or median (interquartile range) as appropriate

Table 2. Comparison of mean AP diameter and optimal angle among groups

	Low CVP (n=13)	Middle CVP (n=32)	High CVP (n=11)	p-value	Low vs. Middle	Low vs. High	Middle vs. High
Mean AP diameter (cm)	0.68 ± 0.30	1.06 ± 0.31	1.23 ± 0.49	0.001*	0.003†	0.002†	1.000
Optimal angle (°)	28.1 ± 6.1	30.1 ± 4.5	28.0 ± 5.0	0.628			

*: statistical significance with analysis of variance (ANCOVA) adjusting with sex, height, weight, body mass index, length of neck, circumference of neck and depth from skin to anterior wall of internal jugular vein

† post-hoc analysis with Bonferroni correction

않을 수 있어 탐촉자에 가해지는 압력에 유의해야 한다.(18) 외상 환자에서 저혈량증으로 내경정맥이 허탈된 상태에서 과도한 압력을 가하게 되면 혈관의 확보가 어려울 수 있다.

초음파 스캔 방법에 있어서 Merrer 등은 초음파를 이용하여 내경정맥을 스캔 할 때 장축 스캔 하는 방법이 좀 더 안전하게 혈관을 확보할 수 있었다고 보고하였다. 이는 단축 스캔이 주사침의 일부 단면만 보여주는 반면 장축 스캔은 피부를 관통한 주사침 전체를 보여주며 주사침 끝의 위치를 항상 확인할 수 있기 때문이라고 하였다.(19) 이는 대퇴정맥에서 시행된 연구였으나 내경정맥의 경우도 다르지 않을 것으로 생각된다. 본 연구에서도 마찬가지로 장축스캔을 통한 접근을 하였다.

해부학적 지표를 이용할 경우 주사침의 삽입 각도는 문헌에 따라 차이는 있으나 대체로 전방접근법에서 30~45°로, 중심접근법에서 45~60°로 제시하고 있다.(3) 단축 스캔의 경우 45°를 권장하고 있으나 장축 스캔에서는 연구된 바가 없다.

중심정맥압에 따라 내경정맥의 직경이 달라지는 것은 기존의 여러 문헌에서 보고된 바 있다.(5,6) Donahue 등은 양와 위에서 측정된 호기말 내경정맥 직경이 중심정맥압과 높은 상관관계를 보이거나 목둘레와 체질량지수는 상관관계가 없었다고 보고하였다.(5) 본 연구에서도 낮은 중심정맥압 그룹의 평균 전후 직경이 중간 및 높은 중심정맥압 그룹에 비해 유의하게 낮았으나(각각 $p=0.003$, $p=0.002$), 공분산분석시 시행한 세부분석에서 체질량지수와 목둘레는 전후 직경과 상관관계가 없었다.

중심정맥의 내강이 허탈될 경우 시술에 따른 난이도가 증가할 수 있다. Lorchirachoonkul 등은 내경정맥의 직경이 7 mm 이하일 경우 시술에 따른 합병증이 유의하게 증가한다고 보고하였다.(12) 이는 환자의 체액 상태에 따라 시술의 난이도가 증가하며, 특히 저혈량증이나 출혈성 쇼크와 같은 중증 외상 환자에서 초음파 유도 술기를 시행해야 하는 이유가 된다. 또한 내경정맥의 직경이 변화하므로 체액 상태에 따라 주사침의 삽입 각도가 달라질 가능성이 있다. 하지만 저자들은 이 연구에서 이상적인 주사침 삽입 각도가 환자의 체액 상태와 관계없다는 것을 확인하였다.

눈으로 보는 피부와 주사침의 각도가 실제 삽입 각도와 다를 수 있다. 이 차이는 내경정맥 허탈을 방지할 목적으로 트렌델렌버그 자세(Trendelenburg position)로 시술할 경우 더 커질 수 있다. Hirabayashi가 보고한 바에 따르면 101명의 환자를 대상으로 이루어진 관찰 연구에서 주사침의 평균 삽입 각도는 55.8°로 보고되었으며 64% 에서 45~60°의 각도로 삽입되었고 65° 이상으로 삽입된 경우도 11%로 보고되었다.(20) 이는 기존의 맹목적 삽입술로 이루어진 연구였지만 초음파 유도 하 시술에서도 크게 다르지 않을 것으로 생각된다. 본 연구에서 중심정맥관 삽입 환자를 대상으로 정지

영상을 통해 실제 주사침이 삽입되는 각도를 계산해 낸 것은 이러한 점에서 의미가 있다고 할 수 있겠다.

대안으로 미리 초음파 탐촉자에 주사침 유도장치를 부착하여 주사침이 항상 정해진 지점을 천자할 수 있도록 고안된 장치가 소개되었으나 이는 피하 지방층이 두껍거나 목표로 하는 혈관이 깊게 위치해 있으면 찌를 수 없으며 우리나라의 경우 응급센터에 널리 구비된 장비가 아니므로 그 사용에 제한점이 있다.(1)

김 등은 초음파 유도 하 내경정맥 도관을 삽입한 41명의 환자를 대상으로 한 전향적 대조 연구에서 45° 삼각자 방법이 기존의 고식적인 방법보다 천자 횟수, 성공률, 시술 시간, 그리고 합병증 등에서 더 우월하다고 소개하였다.(9) 하지만 이 방법은 시술자 외에 초음파 계측을 위한 보조자가 추가로 필요하다는 한계가 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한 점이 있다. 첫째로, 적정 삽입 각도가 초음파 화면계측을 통한 수치를 바탕으로 가상의 선을 그어 구해진 각도라는 점이다. 이는 실제 주사침과 피부가 이루는 각도를 구한 것이 아니므로 실제 환자에 적용 시 차이가 있을 수 있다. 환자에 따라 연부조직 탄력성의 정도는 다를 수 있으며 주사침과 초음파 탐촉자에 가해지는 압력의 정도도 마찬가지로 시술자에 따라 차이가 있을 수 있다. 본 연구에서는 주사침을 찌르기 직전에 영상을 저장하여 이러한 제한점을 극복하고자 하였다. 둘째로, 연구기간 동안 중심정맥도관 삽입의 적응이 되는 모든 환자를 대상으로 하지 못하여 환자 군의 선택 편이(selection bias)가 발생할 수 있다는 점이다. 본 연구는 외상 환자만을 대상으로 응급센터에서 시행되어 응급센터의 과밀화에 의해 연구에서 배제되거나 시술자에 따라 중심정맥도관 삽입 적응 환자를 주관적으로 선택하였을 가능성이 있어 시술자에 의한 선택편이가 개입되었을 가능성이 높다. 셋째로, 본 연구에서 사용된 탐촉자의 장축길이가 3.5 cm로 일반적인 선형 탐촉자에 비하여 상대적으로 작은 탐촉자를 사용하였다는 것이다. 장축길이가 좀 더 긴 탐촉자를 사용하였어도 본 연구 결과와 마찬가지로 적정 삽입 각도가 일정하게 유지될 것으로는 사료되나, 그 각도는 30도 이하일 것으로 예상된다. 넷째, 적정 삽입 각도로 시술하였을 때 기존의 맹목적인 방법과 비교하여 실제로 합병증이나 시도 횟수 유의하게 감소하는지 대조연구로 비교되지 못한 점이다. 이 점은 추후 기존의 맹목적 방법과 비교한 대조 연구가 시행되어야 할 것으로 생각된다. 다섯째, 기존 문헌 고찰에서 피험자 수를 산출할 수 없어 예비연구(pilot study)로 진행되었다는 점이다.

V. 결 론

호기말 내경정맥의 전후 직경이 중심정맥압에 따라 변함에도 불구하고 초음파 유도 하 장축 스캔방법으로 내경정맥도

관 삽입 시 피부와 이루는 이상적인 진입 각도는 약 30°로 일정하였다. 초음파 유도 하 장축 스캔방법으로 내경정맥 도관 삽입 시 환자의 체액상태에 관계없이 약 30°의 각도로 천자 시 안전하게 도관을 삽입할 수 있다.

REFERENCES

- 1) Roberts. JR, Hedges. JR. Central Venous Catheterization and Central Venous Pressure Monitoring. *Clinical Procedures in Emergency Medicine* 2009.
- 2) McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003; 348: 1123-33.
- 3) REICHMAN EF, R.SIMON R. Central venous access. *Emergency Medicine Procedures* 2003.
- 4) Taber SW, Bergamini TM. Long-term venous access: indications and choice of site and catheter. *Semin Vasc Surg* 1997; 10: 130-4.
- 5) Donahue SP, Wood JP, Patel BM, Quinn JV. Correlation of sonographic measurements of the internal jugular vein with central venous pressure. *Am J Emerg Med* 2009; 27: 851-5.
- 6) Baumann UA, Marquis C, Stoupis C, Willenberg TA, Takala J, Jakob SM. Estimation of central venous pressure by ultrasound. *Resuscitation* 2005; 64: 193-9.
- 7) Cajozzo M, Quintini G, Cocchiera G, Greco G, Vaglica R, Pezzano G, et al. Comparison of central venous catheterization with and without ultrasound guide. *Transfus Apher Sci* 2004; 31: 199-202.
- 8) Shekelle PG, Pronovost PJ, Wachter RM, McDonald KM, Schoelles K, Dy SM, et al. The top patient safety strategies that can be encouraged for adoption now. *Ann Intern Med* 2013; 158: 365-8.
- 9) Kim JH, Lee DW, Chung SP, You JS, Park YS, Park I, et al. A 45degrees set Square Method for Accurate Needle Insertion in Ultrasound-guided Internal Jugular Venous Catheterization. *J Korean Soc Emerg Med*. 2013 Feb; 24(1): 46-54.
- 10) Trauma ACoSCo. *Advanced trauma life support* 1997: p97-141.
- 11) Defalque RJ. Percutaneous catheterization of the internal jugular vein. *Anesth Analg* 1974; 53: 116-21.
- 12) Lorchirachoonkul T, Ti LK, Manohara S, Lye ST, Tan SA, Shen L, et al. Anatomical variations of the internal jugular vein: implications for successful cannulation and risk of carotid artery puncture. *Singapore Med J* 2012; 53: 325-8.
- 13) Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, Patrianakos AP, Kouraklis G, Poularas J, et al. Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 2006; 10: R162.
- 14) Troianos CA, Kuwik RJ, Pasqual JR, Lim AJ, Odasso DP. Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography. *Anesthesiology* 1996; 85: 43-8.
- 15) Mey U, Glasmacher A, Hahn C, Gorschluter M, Ziske C, Mergelsberg M, et al. Evaluation of an ultrasound-guided technique for central venous access via the internal jugular vein in 493 patients. *Support Care Cancer* 2003; 11: 148-55.
- 16) Sulek CA, Blas ML, Lobato EB. A randomized study of left versus right internal jugular vein cannulation in adults. *J Clin Anesth* 2000; 12: 142-5.
- 17) Slama M, Novara A, Safavian A, Ossart M, Safar M, Fagon JY. Improvement of internal jugular vein cannulation using an ultrasound-guided technique. *Intensive Care Med* 1997; 23: 916-9.
- 18) Daily PO, Griep RB, Shumway NE. Percutaneous internal jugular vein cannulation. *Arch Surg* 1970; 101: 534-6.
- 19) Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: A randomized controlled trial. *JAMA* 2001; 286: 700-7.
- 20) Hirabayashi Y. The angle of needle insertion during internal jugular vein cannulation. *J Anesth* 2007; 21: 290.