



## 혈당검사를 위한 진공자동채혈기법사용시 채혈부위와 바늘침투깊이에 따른 통증과 채혈량 분석\*

박미숙<sup>1)</sup> · 박경순<sup>2)</sup> · 김경아<sup>3)</sup> · 차영주<sup>4)</sup> · 전명희<sup>5)</sup> · 김태임<sup>5)</sup> · 차은종<sup>6)</sup>

### 서 론

당뇨병은 적절한 혈당유지를 통하여 일상적 사회생활이 가능한 만성질환이다. 따라서 만성 당뇨병 환자는 적정 혈당수준을 유지하기 위하여 매일 2~4차례 스스로 혈당검사를 실시하여야 하며, 특히 인슐린 치료를 실시하는 당뇨병 환자에서는 혈당검사를 자주 실시하는 것이 적절한 혈당 수준을 유지할 수 있는 가장 효과적인 방법으로 보고되고 있다(Baum, 1981; Baumer, 1982; American Diabetes Association, 1998). 그런데 매일 혈당검사를 실시하는 데에 있어서 가장 큰 문제점은 잦은 채혈로 인한 통증 및 채혈부위의 손상이다. 일반적으로 혈당검사를 위한 채혈은 모세혈관이 밀집되어 있는 손가락에서 일회용 채혈침(lancet)을 채혈기구(lancing device)에 장착하고 스프링 힘에 의해 채혈침을 격발시키는 방법으로 실시한다. 손가락에서의 채혈은 검사에 필요한 충분한 양의 혈액을 얻을 수 있고, 모세혈액으로 측정된 혈당치는 정맥혈당치와 잘 일치하므로 임상적으로 공인된 방법이다(Cowett & D'Amico, 1992). 그러나 손가락 채혈은 손가락에 통증감지세포가 밀집되어 있어서 상당한 통증이 수반되고, 반복적인 채혈로 인하여 손가락에 상처가 집중되는 제한점이 있다. 채혈시의 통증은 특히 유아에 있어서는 생리적·정신적 문제소지를 안고 있으며 성인의 경우에도 검사기피의 한 원인으로 작용한다(Barker, 1995; McIntosh, 1994).

본 연구팀에서는 채혈 통증을 최소화하기 위하여 일회용

자동채혈침을 개발, 실용화한 바 있으나(김현식 등, 2002) 통증감지세포가 밀집한 손가락에서 채혈하는 한 근원적으로 통증을 방지할 수 없다. 이를 보완하기 위한 방법으로 채혈통증을 최소화하기 위하여 통증감지세포의 분포도가 낮은 대체부위(alternative site)에서 채혈하는 진공채혈기법이 개발, 소개되었고(Cunningham, 2000; Brenneman, 2000), 이때 흔히 사용되는 대체부위는 전완(팔 안쪽)부위이다. 전완부위는 통증감지세포가 적어서 95%의 피검자들이 손가락 채혈에 비해 통증이 덜하다고 보고하였다. 하지만 이 부위는 모세혈관이 적게 분포되어 있어 단순한 피부 관통으로는 혈당검사에 필요한 충분한 채혈량을 얻을 수 없는 제한점이 있다. 따라서 채혈침으로 피부를 관통한 후 진공압력으로 흡인함으로써 채혈량을 최대화하고 1 $\mu$ L 이내의 모세혈액으로 혈당검사가 가능한 첨단 혈당계를 사용하여 검사하여야 한다(Brenneman & Purcell, 2000). 전완부위 진공채혈은 혈당변화를 신속하게 감지하지 못하는 단점이 있으나 손가락 채혈과 0.95 이상의 높은 상관관계를 가지므로 특별한 경우를 제외하고는 임상적용이 가능하다(McGarraugh, Price, Schwartz, & Weinstein, 2001).

본 연구팀에서는 사용자 편의성이 최대화되고 일관성 있는 채혈이 가능하도록 새로운 진공 자동채혈기구를 개발, 실용화함으로써 채혈통증이 최소화되는 진공채혈기법을 진일보시킨 바 있다(차은종 등, 2004). 그러나 충분히 큰 진공압력을 가하여도 얻어지는 채혈량에는 한계가 있어서 적은 양의 혈액으로도 검사가 가능한 매우 현대적인 혈당계(TheraSense사의

주요어 : 진공자동채혈기법, 미세 혈액용적 측정법, 통증척도, 혈당검사

\* 이 논문은 2006년도 보건복지부 보건의료기술진흥사업 지원과 2006년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의하여 연구되었음.

- 1) 충북대학교병원 수간호사, 2) 문경대학 간호과 전임강사, 3) 충북대학교 의과대학 의공학교실 전임강사
- 4) 중앙대학교 의과대학 교수, 5) 대전대학교 한의과대학 간호학과 교수
- 6) 충북대학교 의과대학 의공학교실 교수(교신처자 E-mail: ejcha@chungbuk.ac.kr)

FreeStyle 제품, i-sens사의 CareSens 제품)로만 혈당검사가 가능하다(박미숙 등, 2004). 채혈량이 부족하여 혈당검사가 실패하면 다시 채혈해야 하는 번거로움이 뒤따르므로 통증감소효과가 반감된다. 따라서 전완부위 진공채혈 시에는 통증감소효과와 채혈량에 대한 고려가 동시에 이루어져야 할 것이다. 그러나 아직 채혈통증과 채혈량을 동시에 정량적으로 측정하는 연구는 없다.

이에 저자들은 전완부위 진공 자동채혈시의 채혈통증을 정량적으로 측정하여 손가락 채혈과 비교 분석함으로써 통증감소효과를 평가하고, 전완부위 진공 자동채혈시의 채혈량을 컴퓨터 스캔기법으로 정확하게 측정하여 혈당검사 성공률을 추정함으로써 진공채혈기법의 간호실무 적용 및 확산을 위한 근거자료를 제시하고, 나아가 당뇨병 환자들의 채혈 시 통증과 불편감을 최소화하는데 기여하고자 본 연구를 실시하였다.

## 연구 방법

### 연구설계

본 연구는 채혈부위에 따른 통증의 정도를 알아보기 위하여 실험자에게 부위별 채혈을 각각 시행하는 전후실험설계를 하였으며, 채혈량 분석을 위하여 과학적인 연구방법을 수행하고 그 결과에 대하여 통계분석하였다.

### 연구대상

연구대상은 D 대학교 간호대학에 재학 중인 학생 중 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여할 것을 동의한 여대생 58명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 22±1.8세, 신장 161±4.5cm, 체중 54±14.7kg 이었으며, 특별한 질환이 없는 정상인이었다.

### 연구도구

#### ● 채혈통증 측정

채혈통증의 정도를 알아보기 위하여 시각상사 통증척도와 안면표정 통증척도 상에 피검자가 느끼는 통증의 정도를 표시하도록 하여 정량화하였다. 시각상사 통증척도는 미국 건강정책 연구위원회에서 개발하여 국제적으로 공인된 것(Agency for Health Care Policy and Research, 1992)으로, 도표척도(Numerical Scale)과 함께 단일개념으로 통증을 측정하는 도구로 인정되고 있다. 시각상사 통증척도는 10cm 막대에 스스로가 느끼는 통증 위치를 표시한 후 그 길이(visual analogue scale)를 측정하여 통증을 정량화하는 방법(Huskisson, 1974;

Agency for Health Care Policy and Research, 1992)이고, 안면표정 통증척도는 7가지 표정 중 자신의 통증을 가장 잘 표현하는 표정의 번호를 선택하는 방법(Meinhart & McCaffery, 1983)으로서 이 두 종류를 모두 사용하였다. 시각상사 통증척도는 통증의 강도를 측정하기에 타당도와 신뢰도면에서 매우 적절한 척도인 것으로 보고 되고(Huskisson, 1974) 있으며, 안면표정 통증척도 또한 국제적으로 신뢰도와 타당성이 입증된 통증척도로서 채혈통증을 각각 0~10, 1~7로 계량화할 수 있다. 통증척도는 점수가 높을수록 통증이 커짐을 의미한다.

#### ● 채혈량 측정

전완 부위에서 흘러나온 미량의 혈액을 실험용배지로 흡수한 후, 컴퓨터 스캔하여 픽셀수를 계수함으로써 채혈량을 측정하였다.

### 자료수집 및 방법

본 연구에서는 채혈을 위해 손가락 및 전완부위 채혈이 모두 가능한 진공 자동채혈기구(CareLance, CKInternational Co., Korea)를 이용하여 실험하였다(Cha et al., 2004). 손가락 중에서는 검지손가락을 선택하여 좌우 각각 1회, 전완부위는 좌우 각각 2회씩 채혈하였다. 채혈기구로 조작이 가능한 바늘침투 깊이는 손가락 채혈 시에는 조정나사를 3번에 고정하여 실험하였으며 이는 약 1mm의 피하 침투깊이에 해당된다. 전완부위 채혈 시에는 좌우 각각 1회는 침투깊이 조정나사를 5번(약 1.5mm)으로, 다른 1회는 좌우 각각 3번(1mm)으로 조정하여 실험하였다. 전완부위 실험 시 침투깊이 선택은 무작위로 하였다. 통증정도에 대해서는 실험을 마친 후 실험자가 통증척도에 직접 표시하게 하였다. 채혈량 측정은 전완부위에 자동채혈기구를 이용하여 피부를 관통한 후 흘러나온 혈액을 실험용 배지(여과지)를 사용해 압력이 가해지지 않도록 접촉시킨 후 실험용 배지에 흡수된 면적을 이용하여 채혈량을 측정하였다. 본 연구팀에서는 사전연구로 1 $\mu$ L 미만의 미량의 모세혈액을 실험용 배지에 흡수시켜 3차원 용적을 2차원 면적으로 변환한 후 컴퓨터로 스캔하여 픽셀수를 계수함으로써 정확하게 채혈량을 측정할 수 있는 기법을 개발하여 발표한 바 있다(Park et al., 2004). 이에 전완 부위에서 흘러나온 미량의 혈액을 같은 방법을 이용하여 픽셀수를 계수함으로써 채혈량을 측정하였다. 손가락 채혈 시 흘러나온 혈액은 항상 충분한 양이 얻어지므로 채혈량을 따로 측정하지는 않았다. 실험이 종료된 후에 대상자들에게 연구 참여에 대한 사례로 도서상품권을 제공하였다.

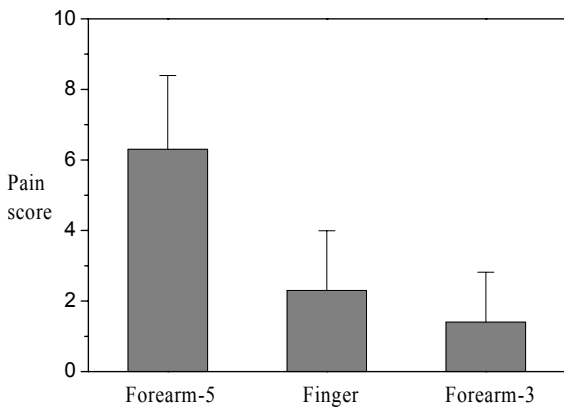
자료분석

전완부위 채혈 시 좌우 각각에서 2회씩 채혈하였으므로 통증 및 채혈량 각각의 2회 평균치를 좌우 전완부위 채혈 대표값으로 사용하였다. 좌우 손가락의 통증점수, 그리고 좌우 전완부위의 통증점수 및 채혈량을 paired student's t-test로 비교한 결과 두 변수 모두 통계적으로 유의하지 않았다( $P>0.05$ ). 이는 좌우측 간의 차이가 없는 것을 의미하므로 좌우측에 무관하게 동일부위에서 측정된 값을 평균하여 다시 대표값으로 사용하였다. 손가락과 전완-5번, 그리고 전완-5번과 전완-3번 간에 paired student's t-test를 사용하여 통증점수를 통계적으로 비교하였다. 또한 전완-3번과 전완-5번간에 채혈량을 비교하였다.  $P<0.05$ 를 통계적 유의수준으로 하여 평균치 비교를 시행하였다.

연구 결과

채혈 통증

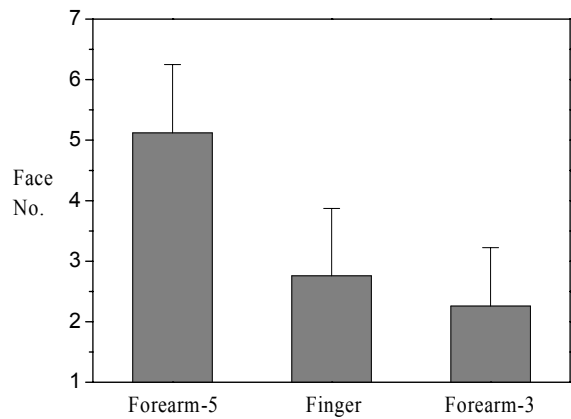
채혈 시 통증 정도는 시각상사 통증점수와 안면표정 척도를 이용하여 분석한 결과 <Figure 1>과 같다. 즉, 손가락 채혈 시 통증점수는  $6.3\pm 2.10$ 점, 전완-5번은  $2.3\pm 1.69$ 점, 전완-3번은  $1.4\pm 1.42$ 점 이었다. 손가락과 전완-5번, 그리고 전완-5번과 전완-3번간 통증점수는 모두 유의한 차이를 나타내었다(각각  $P<0.005$ ,  $P<0.001$ ).



<Figure 1> Visual pain measure results(0~10). The average pain score was  $6.3\pm 2.10$  in the traditional fingertip sampling (Finger), and  $1.4\pm 1.42$  and  $2.3\pm 1.69$ , in the vacuum assisted auto-lancing technique with the depths of lancing of 1.0mm (Forearm-3) and 1.5mm (Forearm-5), respectively.

안면표정 척도는 1번에서 7번 중 하나를 선택하는 것으로서, 선택빈도를 조사한 결과 손가락 채혈 시 가장 빈도가 높은 표정은 6번( $21/58=36\%$ )이었으며, 전완-3번 채혈 시에는 2번( $30/58=52\%$ )을 선택한 빈도가 가장 높았다. 선택한 표정의 번호를 그대로 사용하여 평균치를 계산한 결과는 <Figure 2>와 같다.

이와 같이 두 가지 통증 사정척도에 의한 통증점수는 서로 유사한 결과를 나타내었다. 즉, 전완부위 채혈은 손가락 채혈에 비해 훨씬 통증이 덜한 것으로 나타났으며, 전완부위의 경우 채혈깊이가 얇을 때(전완-3번) 통증 점수가 낮음을 확인할 수 있었다.



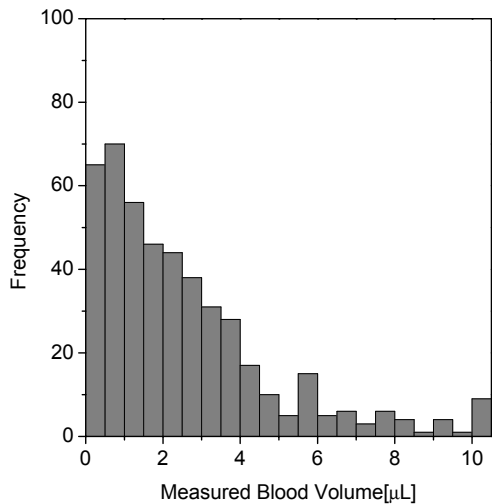
<Figure 2> Facial pain measure results(1~7). The most frequently selected score was 2 in the vacuum assisted auto-lancing technique with the depth of lancing of 1.0mm (Forearm-3), compared to 6 in the traditional fingertip sampling (Finger).

전완부위 채혈용적

전완-3번과 전완-5번간에 채혈량을 비교한 결과, 각각  $2.61\pm 2.43\mu\text{L}$ 와  $2.55\pm 2.28\mu\text{L}$ 로써 통계적으로 유의하지 않았다( $P>0.05$ ). 이는 전완부위 채혈 시 채혈침의 침투깊이는 채혈량에 유의한 영향을 미치지 않는다는 것을 의미하므로 침투깊이에 무관하게 <Figure 3>과 같이 모든 채혈량 자료들을 혼합한(data pooling) 후 0.5 $\mu\text{L}$  구간별 빈도를 계수하여 히스토그램을 작성하였다. 총 464회의 채혈 중 0.5 $\mu\text{L}$  이상의 채혈빈도는 약 86%(399회)로 나타났다.

논 의

본 연구는 당뇨병환자의 채혈 시 통증을 완화시키기 위한 방법으로 전완부위 자동 진공채혈기법을 활용하여 그 효과를



<Figure 3> Histogram of blood volumes sampled from the forearm. Blood volume more than 0.5 $\mu$ L was collected in 399(86%) of 464 forearm samples, when applied deeper than 1.0mm lancing under skin.

입증하기 위해 다학제적 연구를 시도하였고, 간호 실무를 안내하기 위한 경험적 증거를 제시한 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 본 연구의 결과와 연구에서 사용한 진공자동채혈기법을 중심으로 논의하면 다음과 같다.

당뇨병은 적절한 혈당수준을 유지함으로써 일상적인 사회생활이 가능한 만성질환이며 사회적 질환이다. 당뇨관리의 목표는 적절한 혈당수준을 유지하는 것이다. 만성 당뇨병 환자는 적절한 혈당수준을 유지하기 위하여 매일 2회 이상 자가 혈당 검사를 시행하여야 한다. 이러한 자가 혈당검사로 현재 공인된 채혈기법으로 가장 일반적이고 전통적인 자가 혈당검사는 손가락 채혈검사이다. 손가락에는 모세혈관이 집중적으로 분포하고 있으므로 채혈침과 채혈기구를 올바르게 자신에 맞게 사용하면 항상 혈당검사에 필요한 충분한 양의 모세혈액을 얻을 수 있다. 그러나 예민한 통증감지세포도 함께 많이 분포하므로 상당한 통증을 피할 수 없다. 채혈 시 발생하는 통증은 당뇨병환자로 하여금 혈당검사를 기피하는 원인으로 작용한다. 특히 혈당검사의 기피는 당뇨관리의 실패로 이어져 많은 합병증을 유발하고 생명을 위협하는 상황에 처하기도 한다. 따라서 당뇨병환자에게 있어 혈당검사는 매우 중요한 문제이며, 혈당검사 시 수반되는 통증을 감소시켜주기 위한 간호중재는 당뇨관리에 있어 핵심 요소이다.

침습적 시술시 통증완화를 위해 사용되는 중재법에는 국소 마취제 사용, Fentanyl 정맥주입, Ketamine 투여, EMLA 연고 도포 등의 약물적 중재와 경피적 전기자극, 사회심리적 간호 중재 등이 있다(Lander, Flowler-kerry & Oberle, 1992). 아동의

경우에는 흔들기, 가벼운 두드림(patting), 관심 돌리기, 최면술, 비누방울 불기(Bulle blowing) 등이 사용된다. 혈당검사를 위한 채혈은 순간적이고 대부분 1회에 한하는 침습행위이므로 상술한 방법을 사용하여 매일 1~4회 혈당검사를 시행하는 것은 매우 비현실적이다. 최자윤, 장금성, 김현오, 최옥엽, 박민희(2003)은 27G 바늘, 얼음찜질 후 27G 바늘 사용, EMLA 연고 도포 후 27G 바늘 사용, 채혈침 사용의 4가지 혈당검사 채혈의 통증을 상호 비교한 결과 채혈침 사용방법이 가장 현실적이며 적절한 채혈방법이라 결론지은 바 있다. 따라서 통증완화를 위해 부가적인 중재술을 사용하는 것 보다는 채혈침으로 채혈할 때 통증을 최소화하는 채혈방법을 연구 개발하는 것이 보다 바람직하다고 판단된다.

본 연구팀이 개발한 자동진공채혈기법은 Cunningham 등(2000)이 제안한 초기의 진공채혈법에 비해 채혈침의 피부 관통과 진공압력 형성이 모두 단일 스위치에 의해 순간적이며 자동적으로 이루어지게 함으로써 채혈과정의 일관성이 유지되고 진공압력과 채혈시간을 최소화하는 장점이 있다. 즉, Cunningham 등(2000)이 제안한 초기의 진공채혈법은 -380mmHg 음압으로 40초 동안 흡인하여 혈액을 채취하는 것이었으나, 과도한 압력으로 장시간 채혈하기 때문에 오히려 비실용적이었다. 본 연구팀에서 재현해 본 결과 과도한 음압에 의해 피부가 상하거나 피부통증이 추가로 발생하는 경우도 있었다. 이에 본 연구팀에서는 진공채혈기법을 일관성 있고 간편하게 자동으로 수행하는 기구를 개발하여(차은중 등, 2004) 실험함으로써 -100mmHg의 음압으로 10초 동안 흡인해도 채혈량이 유사하다는 것을 선행연구에서 입증한 바 있다(Park et al., 2004). 이러한 채혈기구의 개발과 함께 채혈통증을 획기적으로 완화하는 대표적인 방법으로 대체부위인 전완부위에서 진공채혈하는 기법이 제안되고 있다(Cunningham, 2000; Breneman, 2000). 전완부위에는 통증감지세포가 매우 적게 분포하므로 통증을 최소화할 수는 있다. 그러나 혈액을 제공하는 모세혈관 역시 적게 분포하므로 진공압력으로 모세혈액을 흡인하여 채혈량을 최대화해야 한다. 그러나 진공압력을 인가하여도 항상 충분한 채혈량이 얻어지지 않으므로 혈당검사에 실패할 수 있고 재 채혈이 필요해진다. 따라서 진공채혈기법을 효율적으로 적용하기 위해서는 채혈통증과 채혈량을 동시에 고려해야 한다. 본 연구에서는 채혈효율을 나타내는 이 두 변수를 모두 정량적으로 측정, 분석하여 진공채혈기법의 지표로 활용하고자 하였다.

본 연구에서는 상술한 진공자동채혈기법으로 채혈통증을 정량적으로 측정하여 손가락 채혈과 비교함으로써 현저한 통증 감소 효과를 입증하였다. 시각상사 통증점수가 손가락의 경우 평균 6.3이었으며 전완-5번과의 차이가 약 4.0으로 유의한 차이가 있었다. 이는 최대통증점수인 10의 40%로써 전완부위

채혈이 손가락에 비해 채혈통증을 크게 감소시켜 준다는 것을 반영한다. 전완-3번은 -5번에 비해 통증점수가 약 0.9 감소하였고 이는 최대통증 범위의 9%에 불과하다. 즉, 전완-3번의 채혈통증 평균치는 약 1.4로써 최대통증의 14%에 불과하므로 얇은 깊이의 전완부위 채혈은 거의 무통증 채혈이라 할 수 있다. 전완-5번과 전완-3번간에, 즉 피하 침투깊이에 따라 다소의 통증차이가 있었던 반면, 채혈량의 평균치는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 오히려 전완-3번이 전완-5번보다 약간 큰(0.06 $\mu$ L) 평균치를 보였다. 따라서 일정 깊이 이상으로만 전완부위를 채혈하면 거의 무통증으로 가능한 최대한의 채혈량이 얻어짐을 알 수 있었다.

본 연구에서 사용한 시각상사 통증척도가 적절하다고 판단되기는 하지만 통증척도의 종류에 따른 채혈통증의 차이가 있는지 추가로 확인하기 위하여 안면표정 통증척도를 부가적으로 사용한 결과 손가락의 경우 평균 약 6.25이었고 전완-3번의 경우 약 2.26이었다(Figure 2). 안면표정 번호는 1번~7번의 7가지로서 대략적으로 손가락 채혈은 6번, 그리고 전완-3번 채혈은 2번 표정에 해당함을 알 수 있다. 실제로 안면표정의 선택빈도도 각각 6번(36%)과 2번(52%)이 가장 많았다. 이는 각각 최대 통증보다 1단계 작고, 최소통증보다는 1단계 큰 통증정도를 의미하므로 손가락 채혈은 상당히 큰 통증을 수반하고 전완부위 채혈은 거의 통증이 없음을 역시 정량적으로 입증하는 결과이다. 이는 시각상사 척도를 적용한 결과와 일관성이 있으며 따라서 전완부위에서 채혈하면 거의 무통증 채혈이 이루어짐을 재차 확인할 수 있었다.

전완부위 채혈은 위에 기술한 대로 통증은 매우 적으나 채혈량 역시 적으므로 혈당검사의 성공률에 영향을 미칠 수 있다. 왼팔과 오른팔, 그리고 3번과 5번간에 채혈량을 비교한 결과 모두 유의한 차이가 없었다. 즉, 전완부위의 채혈량은 좌우측이나 피하 침투깊이에 크게 영향 받지 않으며 일정 깊이(1mm) 이상으로만 채혈침을 침투시키면 일정량의 모세혈액 채혈이 가능하다. 채혈량의 차이가 관찰되지 않았으므로 총 464회의 전완부위 채혈시 얻은 채혈량에 대해 히스토그램을 작성한 결과 0.5 $\mu$ L 이상의 채혈량을 얻은 경우가 399회로써 약 86%이었다. 최근 제품화되고 있는 고성능 혈당계들(예: CareSens, FreeStyle)은 혈당 검사 시 필요한 최소 혈액량을 0.3~0.5 $\mu$ L로 설정하고 있으므로 전완부위 채혈 시 혈당검사의 성공률을 약 86%로 추정할 수 있다. 나머지 14%는 재 채혈이 불가피하므로 손가락 채혈에 비해 채혈횟수가 다소 증가할 수 있다. 그러나 전완부위 진공 자동채혈 기법은 무통증에 가까운 통증 감소효과가 있는 것으로 나타나 매일 채혈해야 하는 당뇨병자에게는 매우 유용한 방법으로 판단된다.

## 결론 및 제언

일반적으로 혈당검사를 위한 손가락 채혈은 검사에 필요한 충분한 양의 혈액을 얻을 수 있고, 정맥혈당치와 잘 일치하므로 임상적으로 공인된 방법이지만 손가락에는 통증감지세포가 밀집되어 있어서 상당한 통증이 수반되고, 반복적인 채혈로 인하여 손가락에 상처가 집중되는 제한점이 있다. 본 연구에서는 채혈 통증을 최소화하기 위하여 통증감지세포의 분포도가 낮은 대체부위(alternative site)인 전완부위(forearm)에서 진공자동채혈기법을 사용하여 채혈할 때의 통증감소효과 및 채혈량을 분석하여 그 임상적 유용성을 평가하고자 하였다. 특별한 질환이 없는 정상 간호대학생 58명을 대상으로 검지손가락에 좌우 각각 1회, 전완부위에 좌우 각각 2회씩 진공 자동채혈기구(CareLance, CKInternational Co., Korea)를 사용하여 채혈하였다. 전완부위 채혈 시에는 채혈기구의 침투깊이 조정나사를 3번(약 1mm)과 5번(약 1.5mm)에 고정하여 각각 2회씩 채혈하였고, 채혈 후 시각상사 및 안면표정 통증척도에 통증을 표시하게 하였다. 채혈량 측정은 채혈을 한 전완부위에 실험용 배지를 접촉시켜 채혈량이 배지에 스며들게 한 뒤 이를 컴퓨터 스캔기법을 이용하여 측정하였다. 좌우 각각에서 2회 채혈하였으므로 채혈량의 2회 평균치를 전완부위 채혈량의 대표값으로 하였다. 통증지수 및 채혈량을 paired student's t-test로 비교하여 P<.05를 통계적 유의수준으로 하여 평균치 비교를 시행하였다.

실험결과 손가락 채혈 시 시각상사 통증척도상의 평균값은 6.3 $\pm$ 2.10이었고, 침투깊이 3번의 전완부위 평균값은 1.4 $\pm$ 1.42, 침투깊이 5번의 전완부위 평균값은 2.3 $\pm$ 1.69이었다. 손가락과 전완부위(침투깊이 5번)간의 통증점수와, 침투깊이 3번과 5번의 전완부위 간의 통증점수는 모두 유의한 차이를 보였다(각각 P<.005, P<.001).

안면표정 척도로 측정된 결과에서는 손가락 채혈 시 가장 빈도가 높은 표정은 6번(21/58=36%)이었고, 전완부위(침투깊이 3번)에서는 2번(30/58=52%)이 가장 높은 빈도를 보였다. 전완부위 채혈이 손가락 채혈에 비해 훨씬 통증이 덜하였으며, 채혈깊이가 얇을수록(침투깊이 3번) 통증도 다소 감소하는 결과를 보였다. 침투깊이 3번과 5번에 따른 전완부위에서의 채혈량을 비교한 결과 각각 2.61 $\pm$ 2.43 $\mu$ L 및 2.55 $\pm$ 2.28 $\mu$ L로써 통계적으로 유의하지는 않았다(P<0.05). 즉, 전완부위 채혈 시 채혈깊이는 채혈량에 영향을 미치지 않았으며, 총 464회의 채혈 중 0.5 $\mu$ L 이상의 채혈빈도가 약 86%(399회)이었다.

실험결과 전완부위에서 채혈하면 거의 무통증 채혈이 이루어짐을 확인할 수 있었고, 전완부위의 채혈량은 좌·우측이나 피하 침투깊이에 크게 영향을 받지 않으며 일정 깊이(1mm) 이상으로만 채혈침을 침투시키면 0.5 $\mu$ L 이상의 채혈량을 얻

을 수 있으므로 최근 제품화되고 있는 고성능 혈당계를 이용하여 혈당을 측정하는 경우 검사 성공률을 86%로 추정할 수 있다. 따라서 매일 채혈해야 하는 당뇨 환자에게는 채혈 통증에 의한 신체적·정신적으로 부담을 크게 완화할 수 있는 매우 유용한 방법으로 판단되며, 전완부위 진공채혈 기법이 임상 실무 현장에서 널리 활용될 것을 기대한다.

본 연구에서는 전완부위 진공채혈 기법이 정상인을 대상으로 실시되었으나, 실제 지속적으로 혈당검사를 실시하고 있는 당뇨병 환자들에게 반복 연구를 실시하여 채혈시 통증과 불편감 완화 효과를 검증할 것을 제안한다. 또한 전완부위 진공자동채혈기법을 사용한 당뇨병 환자군에서의 혈당검사 이행의 변화를 검증하는 연구가 필요함을 제안하는 바이다.

### 참고문헌

차은중, 박미숙, 최강, 남학현, 차근식 (2004). Vacuum assisted auto-lancing device. PCT/KR2004/000351.

최자윤, 장금성, 김현오, 최옥엽, 박민희 (2003). 혈당검사 방법 별 지각된 통증정도에 대한 비교. *성인간호학회지*, 15(1), 14-21.

김현식, 김경아, 전명희, 김태임, 정용현, 이태수, 차은중 (2002). 피부관통시 통증을 최소화하는 일회용 자동 모세혈액 채취기구. *대한의공생체공학학회지*, 23(4), 323-327.

박미숙, 박경순, 김경아, 이재현, 전명희, 김태임, 이태수, 차은중 (2003). 실험용 배지를 사용한 미량의 모세혈액 측정 기법. 제29회 대한의공생체공학학회 추계학술대회, pp33.

박미숙, 박경순, 김경아, 전명희, 김태임, 이태수, 차은중 (2004). 전완부위 최소통증 채혈을 위한 진공자동 채혈기법. *대한의공생체공학학회지*, 25(6), 557-563.

Agency for Health Care Policy and Research (1992). Acute Pain Management: Operative or Medical Procedures and Trauma. In: Clinical Practice Guideline, AHCPR Publication No. 92-0032, *Public Health Service*, U. S. Department of Health and Human Service.

American Diabetes Association (1998). Routine management tools. In: Kelly DB, ed. *Medical Management of Type 1*

*Diabetes*, 3rd ed. Alexandria, VA: American Diabetes Association, 71-72.

Barker, D. P., & Rutter, N. (1995). Exposure to invasive procedures in neonatal intensive care unit admissions. *Arch Dis Childhood*, 72, 48-49.

Baum, J. D. (1981). Home monitoring of diabetic control, *Arch Dis Children*, 56, 897-899.

Baumer, J. H., Edelsten, A. D., Howlett, B. C., Owens, C., Pennock, C. A., & Savage D. C. L (1982). Impact of home blood glucose monitoring on childhood diabetes, *Arch Dis Children*, 57, 195-199.

Brenneman, A. J., & Purcell, D. G. (2000). Vacuum assisted lancing device. U. S. Patent No. 6,152,942.

Cowett, R. M., & D'Amico, L. (1992). Capillary (Heelstick) versus venous blood sampling for the determination of glucose concentration in the neonate, *Biol Neonate*, 62, 32-36.

Cunningham, D. D., Henning, T. P., Shain, E. B., Young, D. F., Elstrom, T. A., & Taylor, E. J. (2000). Vacuum-assisted lancing of the forearm: an effective and less painful approach to blood glucose monitoring. *Diabetes Technol Therapeutics*, 2, 541-548.

Huskisson, E. C. (1974) Measurement of Pain, *Lancet*, 2, 1127-1131.

Lander, J., Fowler-Kerry, S., & Oberle, S. (1992). Children's venipuncture pain: influence of technical factors. *J. pain Symptom Manage*, 7(6), 343-349.

McGarraugh, G., Price, D., Schwartz, S., & Weinstein, R. (2001). Physiological influences on off-finger glucose testing. *Diabetes Technol Therapeutics*, 3, 367-376.

McIntosh, N., van Veen, L., & Brameyer, H. (1994). Alleviation of the pain of heel prick in preterm infants, *Arch Dis Childhood*, 70, 177-181.

Meinhart, M. T., & McCaffery, M. (1983). *Pain. In: A nursing approach to assessment and analysis*, Norwalk, Appleton-Century-Croft.

## Pain and Blood Volume with Different Sampling Sites and Puncture Depths in Vacuum Assisted Auto Lancing Technique for Blood Glucose Test\*

Park, Mi-Sook<sup>1)</sup> · Park, Kyung-Soon<sup>2)</sup> · Kim, Kyung-Ah<sup>3)</sup> · Cha, Young-Joo<sup>4)</sup>  
Jun, Myung-Hee<sup>5)</sup> · Kim, Tae-Im<sup>5)</sup> · Lee, Tae-Soo<sup>3)</sup> · Cha, Eun-Jong<sup>3)</sup>

1) Head Nurse, Chungbuk National University Hospital, 2) Full-time Lecturer, Department of Nursing, Munkyeong College

3) Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Medicine, Chungbuk National University & CBITRC

4) Professor, Department of Laboratory Medicine, Chung-Ang University College of Medicine

5) Professor, Department of Nursing Science, Oriental Medical College, Daejeon University

**Purpose:** To analyze the newly developed vacuum assisted auto-lancing technique applied to the forearm for the purpose of obtaining an adequate blood sample for glucose test with minimal pain. **Methods:** Visual and facial pain measures were introduced to compare lancing pain between the forearm and fingertip in 58 normal females. Sampled blood volumes were accurately measured by computer scanning technique. **Results:** Visual pain measure demonstrated significant pain reduction effect of the forearm sampling compared with the traditional fingertip sampling, which was also consistent with facial pain measure results. Blood volume more than 0.5 $\mu$ L, enough for blood glucose testing with modern glucometers, was collected in 399(86%) of 464 forearm samples. **Conclusions:** Capillary blood sampling could be performed with minimal pain on the forearm by the newly developed vacuum assisted auto-lancing technique. With some resampling when necessary, the forearm sampling seemed very useful, considering almost no pain felt by the patients.

Key words : Vacuum assisted auto-lancing device, Micro blood volume measurement, Pain measurement, Blood glucose test

\* This study was in part supported by the Korean Health 21 R&D Project, Ministry of Health & Welfare, and also supported in part by the Regional Research Centers Program of the Ministry of Education & Human Resources Development, Republic of Korea.

• Address reprint requests to : Cha, Eun-Jong

Department of Biomedical Engineering, School of Medicine

12 KaeshinDong, HeungdeokGu, Cheongju, Chungbuk. 361-763 Korea

Tel: 82-43-261-2841 Fax: 82-43-273-0848 E-mail: ejcha@chungbuk.ac.kr