

## 전완부 자가혈당 측정의 임상적 유용성

경희의대 내분비내과, 내분비연구소<sup>1</sup>, 건양의대 내과<sup>2</sup>, 광운대 화학과<sup>3</sup>

이상욱 · 전 숙 · 오승준 · 우정택 · 김성운 · 김진우 · 김영설 · 팽정령<sup>1</sup> · 고관표<sup>2</sup> · 남학현<sup>3</sup>

### Clinical Usefulness of Glucose Testing from the Forearm in Diabetic Patients

Sang Wook Lee, Suk Chon, Seungjoon Oh, Jeong-taek Woo, Sung Woon Kim,  
Jin-Woo Kim, Young Seol Kim, Jeong Ryung Paeng<sup>1</sup>, Gwanpyo Koh<sup>2</sup>, Hak Hyun Nam<sup>3</sup>

*Department of Endocrinology and Metabolism, College of Medicine,  
Research Institute of Endocrinology<sup>1</sup>, Kyung Hee University; Department of Internal Medicine, Keonyang University<sup>2</sup>; and  
Department of Chemistry, Kwangwoon University<sup>3</sup>*

#### ABSTRACT

**Background:** Self monitoring of blood glucose plays an important role in the management of diabetes. However, traditional finger prick testing causes pain and so compliance with self monitoring of blood glucose is usually poor. Using an alternative site for sampling may reduce the level of pain and be beneficial for improving the compliance of diabetic patients. We evaluated the accuracy and acceptability of blood glucose testing from the forearm by analyzing the performance of the CareSens<sup>®</sup> (i-Sens, Inc. Korea) device for diabetic patients.

**Methods:** We measured the glucose level at the forearm by use of CareLance<sup>®</sup> (vacuum assisted lancing device) and also at the finger tip simultaneously by use of the CareSens<sup>®</sup> device at fasting and postprandial 2 hours, respectively. At the same time, the glucose levels of venous samples were checked by the laboratory method (BIOSEN 5030, EKF, Germany) and compared with those glucose level measured by the CareSens<sup>®</sup> device. We also checked the ease of use of the CareLance<sup>®</sup> and the associated pain of the patients by means of a visual analogue scale (VAS) at the time of blood sampling.

**Results:** The glucose level obtained from the forearm and finger tip correlated well with that from the laboratory method, respectively. Error grid analysis showed that 100% of the measurements were clinically acceptable; forearm blood glucose testing by use of CareLance<sup>®</sup> was less painful and it was as easy to use as the finger prick ( $P < 0.05$  and  $P = 0.04$ , respectively).

**Conclusion:** Forearm testing is an acceptable alternative to finger prick testing for measuring blood glucose in diabetic patients. (J Kor Soc Endocrinol 21:281~289, 2006)

**Key Words:** Blood Glucose Self Monitoring, Diabetes Mellitus, Forearm

#### 서 론

엄격한 혈당 조절이 당뇨병에서 만성합병증의 발생과 예방에 유용하다는 사실은 이미 잘 알려져 있다[1~3]. 당뇨병 환자에서 자가혈당 측정은 혈당조절 향상 및 당뇨병성 합병증 발생 감소에 상당한 기여를 하는 것으로 알려져 있다[4].

접수일자: 2005년 3월 23일

통과일자: 2006년 6월 29일

책임저자: 김영설, 경희대학교 의과대학 내분비내과

\* 이 논문은 보건복지부 위탁연구(03-PJ1-PG11-VN01-SV03-0003)로 진행되었음.

전통적으로 자가혈당 측정은 손가락 끝에서 채혈하여 측정해 왔으나, 채혈에 동반된 통증이라는 장애 요소에 의해 측정 순응도가 떨어지는 경우가 많다[5]. Evans 등[6]은 당뇨병 환자에서 매일 혈당을 측정하는 사람은 20% 미만이라고 보고하였다. 우리나라의 경우 개인의원에서 당뇨병 치료를 받는 환자에서 자가혈당을 측정하고 있는 경우는 16.8%라고 보고하였으며, 자가혈당 측정빈도는 월 평균 9회로 적정 혈당치를 유지하는 환자의 수가 적었다고 보고하였다[7].

통증은 통각 신경을 통해 발생되므로, 통각 신경이 밀집되어 있는 손가락 대신 통각 신경의 분포가 적은 부위에서 혈당을 측정하면 통증이 적어 자가혈당 측정 순응도를 높일 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 노력이 이미 시도되어, 혈당 측정의 대체부위(alternate site)로 전완부, 손바닥, 허벅지 등이 사용되고 있다. 또한 Greenhalgh 등[8]은 전완부의 혈당 측정의 대체부위로서의 임상적 유용성을 보고하기도 하였다. 그러나 Ellison 등[9]은 공복 시 혈당은 전완부와 허벅지 사이에 좋은 일치를 보였으나, 식후 혈당처럼 급속히 혈당이 변하는 상황에서는 전완부와 허벅지 사이에 일치도가 떨어진다고 하였다. 이러한 현상에 대해 Jungheim 등[10]은 식후나 인슐린 투여 후 등의 혈당의 급속한 변화가 있을 때 전완부의 혈당변화의 반응이 지연 될 가능성을 제시하였다. 그러나 Peled 등[11]은 혈당 측정기의 발전과 측정 방법의 변화로 전완부의 혈당 측정 시 발생하는 이러한 문제를 해결하였으며, 손바닥의 혈당 측정이 혈당 변화에 관계없이 임상적으로 유용하다고 하였다. 통증이 적은 대체부위에서의 혈당 측정이 많은 사람들의 기대하는 바이긴 하지만, 부위에

따라 다양한 결과를 보이고 있어 좀 더 많은 연구가 필요한 실정이다. 채혈없이 혈당을 측정할 수 있는 무채혈 혈당 측정기가 보급되기까지는 최소의 통증을 수반하는 자가혈당 측정방법이 환자들의 순응도를 높여서 보다 적극적인 혈당 조절에 도움을 줄 것이라고 생각된다.

본 연구는 국내에서 개발된 대체부위에서의 혈당 측정이 가능한 기기를 이용하여 전완부의 자가혈당을 측정하여, 손가락 끝의 혈당농도와 채혈 시 통증의 정도, 기기사용의 용이성 등을 비교하여 혈당 측정의 대체부위로서 전완부 혈당 측정의 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

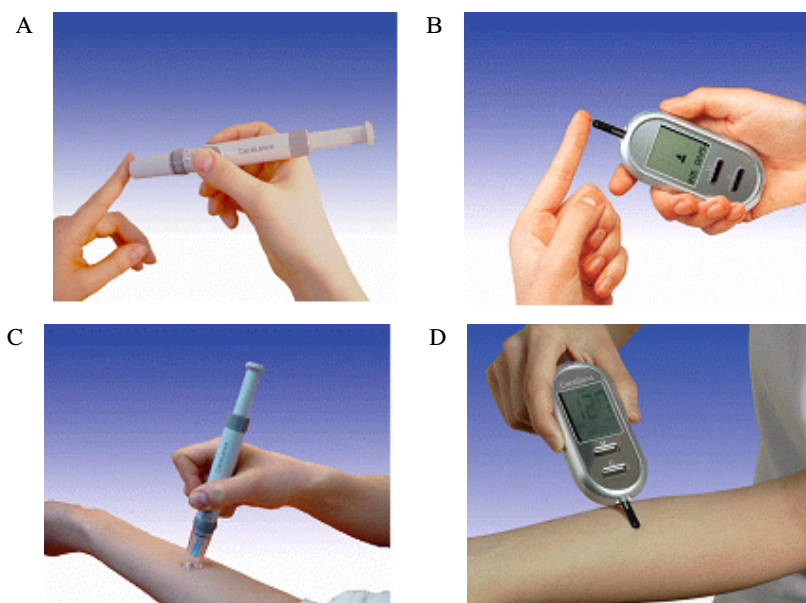
## 대상 및 방법

### 1. 대상

2004년 1월부터 8월까지 혈당 조절을 위해 내분비 내과에 입원한 30명의 당뇨병 환자를 대상으로 시행하였다. 대상 환자들에게 연구의 목적과 취지를 설명하고 참가 동의를 얻었으며, 시작 전에 전완부의 혈당측정 방법에 대하여 설명 후 연습시간을 가졌다. 환자의 성별, 나이, 당뇨병의 유형, 당뇨병의 유병기간, 신장, 체중, 체질량지수(BMI)를 기록하였다.

### 2. 측정기기

연구에 사용한 자가 혈당 측정기종은 케어센스®(i-Sense, Inc. Korea)이며, 혈장 보정으로 전기화학 방식을 사용하여



**Fig. 1.** Blood glucose testing at finger tip and forearm by CareSens®. The finger tip was pricked by lancing device (A) and blood glucose level was measured through test strip (B). The forearm was lanced with CareLance® (vacuum assisted lancing device) (C) and blood glucose level was measured through test strip (D).

혈당을 측정하며, 측정범위는 20~600 mg/dL 이었다. 측정에 필요한 최소 혈액량은 0.5  $\mu$ L이었으며, 기기와 함께 공급되는 진공흡입형 채혈기(케어센스®)를 이용하면 손 끝 뿐 아니라 다른 부위에서도 채혈이 가능하여 대체부위에서의 혈당 측정이 가능하였다. 측정은 전완부와 손가락 끝에서 시행되었으며, 대체부위인 전완부에서 채혈 시에는 케어센스®를 이용하여 충분한 양의 혈액을 채취하였다(Fig. 1).

### 3. 측정 방법

모든 대상 환자에서 전완부와 손가락 끝, 정맥 순으로 혈당을 측정하였고, 시간 간격은 약 1~2분 이내였다. 전완부의 혈당 측정 시에는 진공흡입형 채혈기(Fig. 1C)를 이용하였다. 정맥혈은 미리 삽입하여 유지되고 있는 정맥 침을 통해 채혈하여 BIOSEN 5030 glucose analyser (EKF, Germany)로 혈당을 측정하였고 이를 참고치로 삼아 전완부 및 손가락 끝에서 케어센스®로 측정한 혈당치와 비교하였다. 혈당 측정 시간은 아침 공복 시와 식후 2시간에 시행하였고, 치료 방법상의 변화는 없었다.

혈당 측정 시 통증의 정도는 visual analogue scale (VAS, 100 mm; 0 - 통증 없음, 100 - 최대통증)를 이용하여 측정하였고, 전완부와 손가락 끝에서 채혈 시의 통증을 각각 측정하였다. 또한 기기 사용의 용이성 정도는 VAS (100 mm; 0 - 한 번의 설명으로 사용할 수 있을 만큼 쉬움, 100 - 기기 사용 못할 정도로 어려움)를 이용하여 측정하였다.

### 4. 통계 분석

정맥혈에서 측정한 참고치와 케어센스®로 전완부와 손가락 끝에서 측정한 혈당치의 연관성 및 유의성은 선형회귀분석(linear regression analysis)으로 분석하였다. 측정된 혈당치와 잔차(residual difference)의 관계를 표준화하기 위해서 잔차 표준편차(sy.x)로 나타냈다. 각 측정치는 Clarke error grid analysis[12,13]에 따라 분포점으로 표시하였으며, 여기서 구역 A와 구역 B는 임상적으로 인정되는 부분이고, 구역 C, D, E는 임상적으로 위험하거나 인정될 수 없는 부분으로 구별된다. 또한 각 측정치는 Bland-Altman analysis[14]를 이용한 분포점으로 표시하였는데, 이를 통해 기존 표준 측정값과의 측정 차의 분포(측정 차의 평균  $\pm$  표준편차 2배수 [2SD])를 나타내어 임상적인 의미를 알아보려고 하였다.(이 방법은 T-검정처럼 정해진 인정구간이 있는 것은 아니며, 각 질환마다 또 측정 방법에 따라 연구자가 임상적으로 판단하는 방법이다.)

전완부와 손가락 끝에서의 채혈 시 발생하는 통증의 정도와 채혈기기 사용의 용이성 비교는 대응 t-검정(Paired t-test)을 시행하였으며, 통계학적 유의 수준은 P값이 0.05 미만인 경우로 정의하였다.

## 결 과

### 1. 대상의 특성

대상환자 30명은 모두 제2형 당뇨병 환자였으며, 남자 16

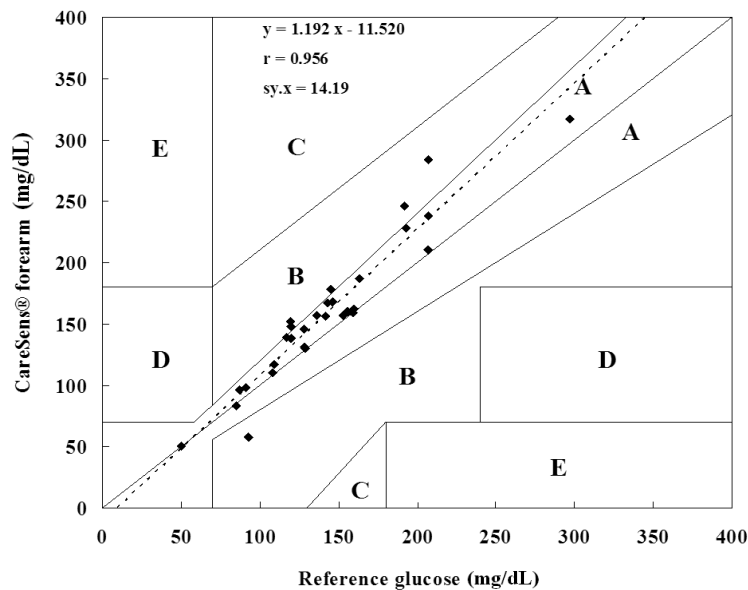


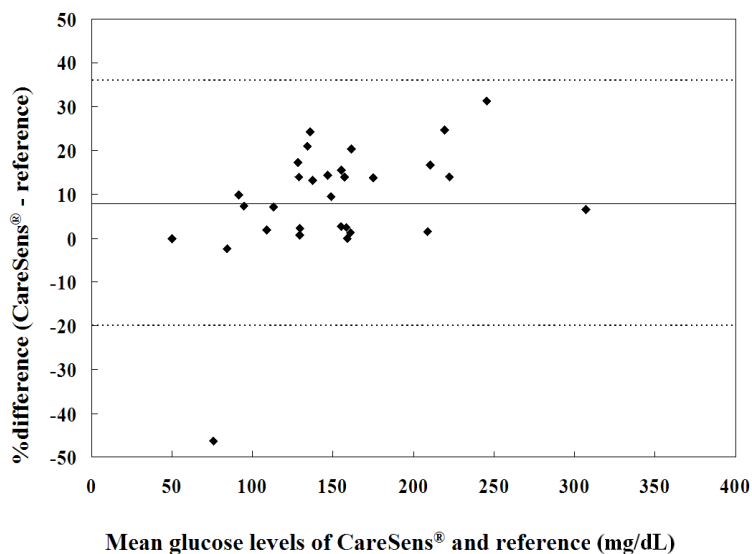
Fig. 2. Comparison of fasting glucose measurements at the forearm by CareSens® with the reference method (venous sampling) using the Clarke error grid analysis (n = 30); 100% of measurements were within zones A and B (93% within A).

명, 여자 14명이었다. 평균 연령은  $52.6 \pm 14.6$ 세, 당뇨병의 평균 유병기간은  $9.2 \pm 6.4$ 년, 평균 BMI는  $23.9 \pm 2.8$  kg/m<sup>2</sup>이었고 모두 인슐린 치료를 받고 있었다.

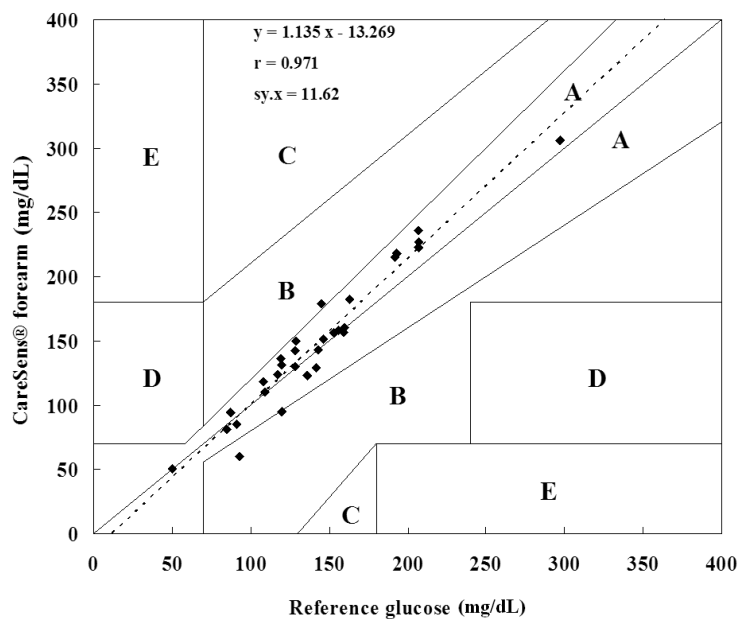
## 2. 아침 공복 혈당의 비교

전완부에서 측정한 혈당농도와 손가락 끝 및 정맥혈의 참고치와 비교하였다. 전완부의 혈당농도는 손가락 끝의 혈당

농도와 평균 10.0 mg/dL 차이를 나타냈고, 정맥혈로 측정된 참고치와는 평균  $7.98 \pm 28.62\%$ 의 차이를 보였다. 이러한 결과를 error grid analysis 방법으로 분석한 결과 구역 A와 구역 B에 위치(구역 A: 93%)하여 전완부 혈당측정의 유용성을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 또한 slope 1.19, intercept -11.52 mg/dL,  $r = 0.96$ ,  $sy.x = 14.19$  mg/dL으로 대체부위의 측정농도와 정맥혈 참고치 사이에 높은 상관관계를 보였



**Fig. 3.** Bland-Altman analysis of fasting glucose measurements at the forearm by CareSens® with reference method (n = 30). The mean difference (solid line) and limits of agreement (mean  $\pm$  2SD, dotted line) are shown ( $7.98 \pm 28.02\%$ ).



**Fig. 4.** Comparison of fasting glucose measurements at the finger tip by CareSens® with the reference method (venous sampling) using the Clarke error grid analysis (n = 30); 100% of measurements were within zones A and B (100% within A).

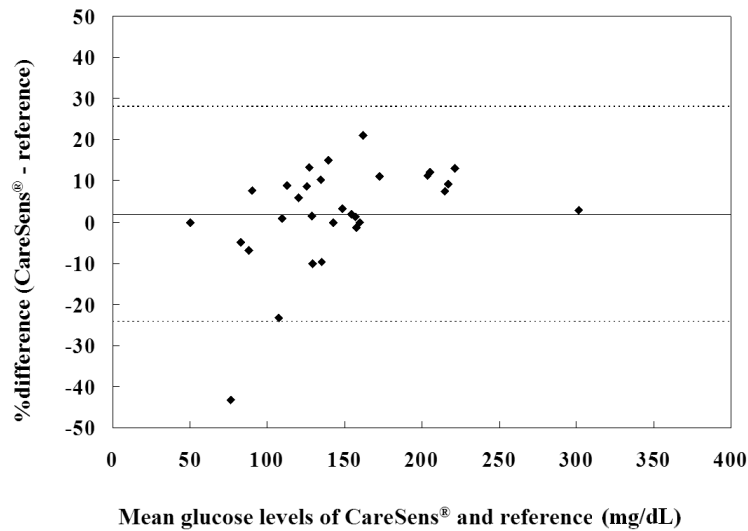
다. 새로운 측정 방법에 대하여 기존방법의 표준값과 비교하여 측정차의 분포를 나타내는 분석방법인 Bland-Altman analysis 에서는  $7.98 \pm 28.02\%$ 의 측정차 범위를 나타냈다(Fig. 3).

케어센스®로 손가락 끝에서 측정한 혈당치도 error grid analysis에서 구역 A와 구역 B에 위치(구역 A: 100%)하였으며(Fig. 4), slope 1.14, intercept -13.27 mg/dL,  $r = 0.97$ ,  $sy.x = 11.62$  mg/dL 등의 높은 상관관계를 보였다. 한편

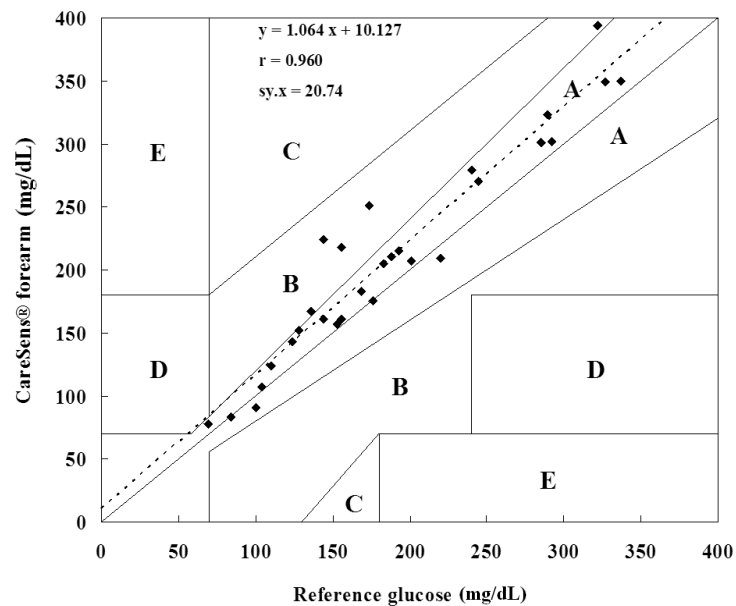
Bland-Altman analysis 에서는  $1.87 \pm 26.08\%$ 의 측정차 범위를 나타냈다(Fig. 5).

### 3. 식후 2시간 혈당의 비교

케어센스®로 전완부에서 측정한 식후 2시간 혈당치는 error grid analysis에서 구역 A와 구역 B에 위치(구역 A: 90%)하여 역시 임상적 유용성을 확인할 수 있었고(Fig. 6), slope 1.06, intercept 10.13 mg/dL,  $r = 0.96$ ,  $sy.x = 20.74$



**Fig. 5.** Bland-Altman analysis of fasting glucose measurements at the finger tip by CareSens® with reference method (n = 30). The mean difference (solid line) and limits of agreement (mean  $\pm$  2SD, dotted line) are shown ( $1.87 \pm 26.08\%$ ).



**Fig. 6.** Comparison of postprandial 2 hour glucose measurements at the forearm by CareSens® with the reference method (venous sampling) using the Clarke error grid analysis (n = 30); 100% of measurements were within zones A and B (90% within A).

mg/dL로 정맥혈 참고치와 높은 상관관계를 보였다. Bland-Altman analysis 에서  $10.18 \pm 21.18\%$ 의 측정차 범위를 보였다(Fig. 7).

케어센스®로 손가락 끝에서 측정한 혈당치도 error grid analysis에서 구역 A와 구역 B에 위치(구역 A: 100%)하였으며(Fig. 8), slope 1.02, intercept 6.28 mg/dL,  $r = 0.98$ ,  $sy.x = 14.19$  mg/dL로 참고치와 높은 상관관계를 보였다.

Bland-Altman analysis에서  $4.51 \pm 17.74\%$ 의 측정차 범위를 보여 임상적 유용성을 확인하였다(Fig. 9).

#### 4. 채혈 시 통증의 정도

전완부와 손가락 끝에서 채혈 시 발생한 통증정도를 VAS를 통하여 비교한 결과, 전완부에서 측정한 경우 통계적으로 유의한 통증 감소를 보였다(전완부 VAS,  $10.1 \pm$

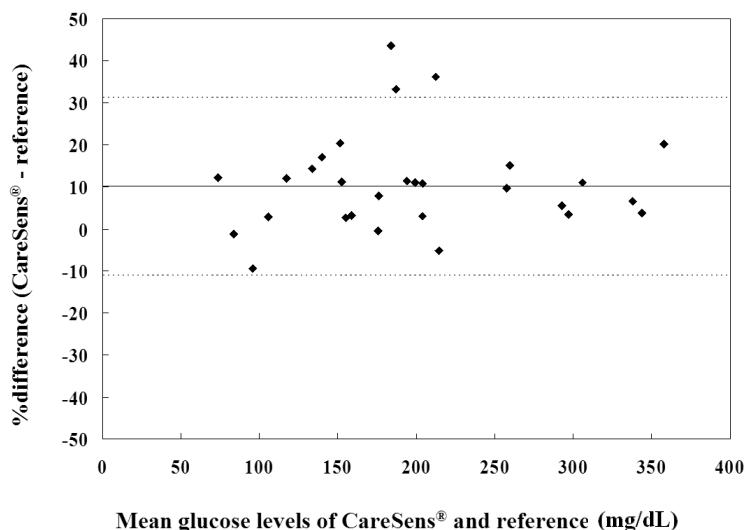


Fig. 7. Bland-Altman analysis of postprandial 2 hour glucose measurements at the forearm by CareSens® with reference method ( $n = 30$ ). The mean difference (solid line) and limits of agreement (mean  $\pm$  2SD, dotted line) are shown ( $10.18 \pm 21.18\%$ ).

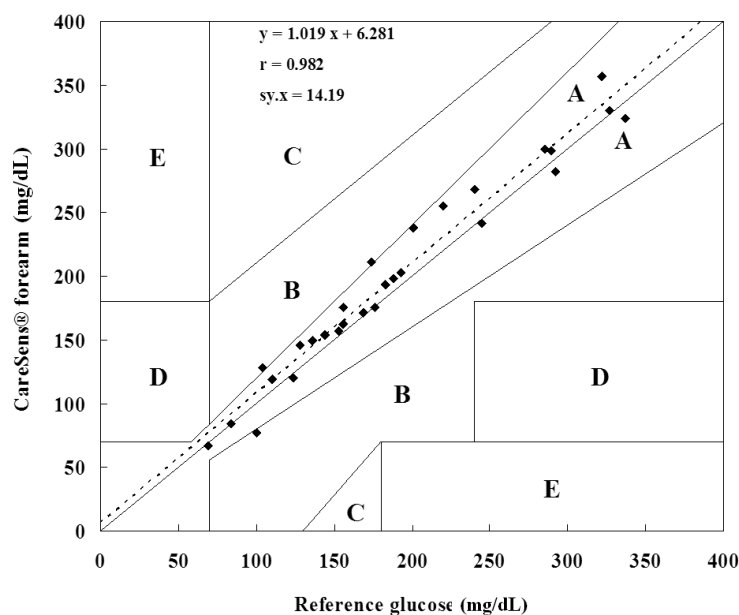


Fig. 8. Comparison of postprandial 2 hour glucose measurements at the finger tip by CareSens® with the reference method (venous sampling) using the Clarke error grid analysis ( $n = 30$ ); 100% of measurements were within zones A and B (100% within A).

11.2 mm; 손가락 끝 VAS,  $35.2 \pm 20.1$  mm; 대응차  $-25.1 \pm 18.1$  mm,  $P < 0.05$ ). 전완부 채혈 시의 통증 정도에서 VAS 0 mm를 표시한 환자가 39.6%였으며, VAS 10 mm 이하로 표시한 환자가 35.3%로서 총 74.9%의 환자가 극히 미미한 정도의 통증을 느낀 것으로 나타났다(Fig. 10).

## 5. 기기 작동 용이성의 비교

전완부와 손가락 끝에서 채혈할 때 채혈기기 사용의 용이성을 비교한 결과, 진공 흡입형 채혈기를 이용한 전완부의 채혈방법이 손가락 끝에서의 채혈방법보다 어렵게 느끼는 경향을 보였다(전완부 VAS,  $23.4 \pm 20.3$  mm; 손가락 끝 VAS,  $16.3 \pm 14.4$  mm;  $P = 0.04$ ).

## 고 찰

이 연구는 자가혈당 측정의 대체부위로서 전완부 혈당 측정에 대한 임상적 유용성을 조사하기 위해 시행되었으며, 환자의 정상적인 치료 과정 중에 진행하였다. 환자는 평소처럼 식사를 하고 인슐린을 투여 받는 상태에서 아침 공복 혈당과 식후 2시간 혈당을 측정하였다. 연구 결과 전완부의 혈당 농도가 정맥에서 채혈한 참고치와 비교하여 Clarke error grid analysis에서 구간 A와 B에 속해 임상적 유의성을 보여주고 있었다. 채혈 시 느끼는 통증 정도는 손가락 끝과 비교하여 유의한 통증감소 결과를 보였고, 심한 통증을 느끼지 못한 환자가 대부분(74.9%)이었다.

그러나 채혈기기 작동 용이성에 있어서 손가락 끝에서의

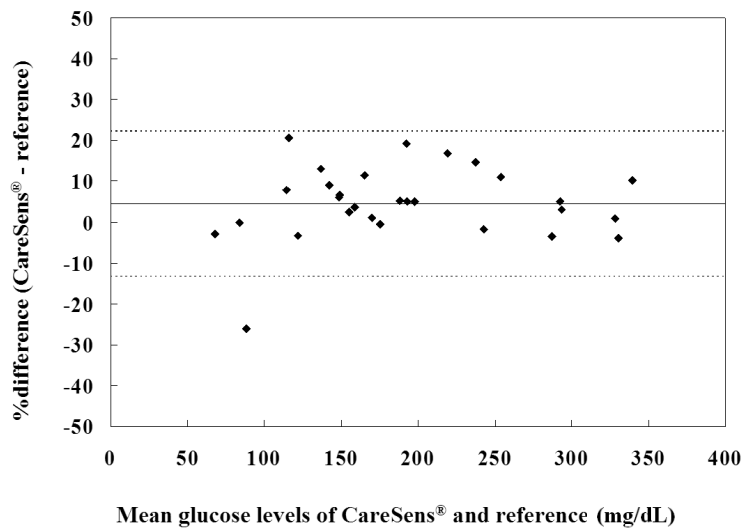


Fig. 9. Bland-Altman analysis of postprandial 2 hour glucose measurements at the finger tip by CareSens® with reference method (n = 30). The mean difference (solid line) and limits of agreement (mean  $\pm$  2SD, dotted line) are shown ( $4.51 \pm 17.74\%$ ).

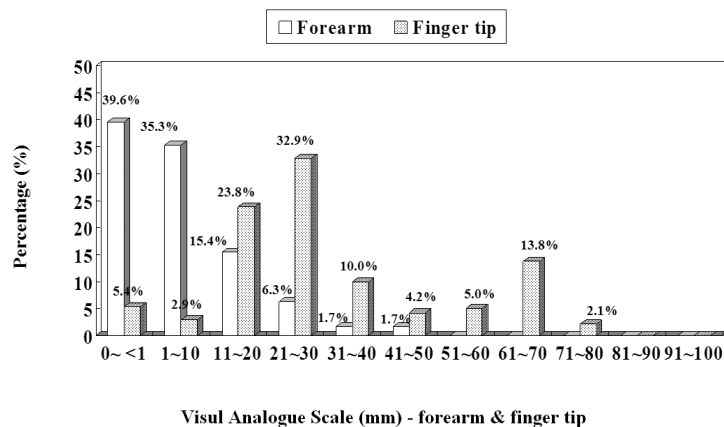


Fig. 10. Distribution of pain levels according to VAS at the forearm and finger tip.

방법에 비하여 어렵게 느끼는 경향을 보였다. 이는 자가 혈당측정이 처음인 환자를 대상으로 하였고, 대상 환자의 평균 연령이 52.6세로 비교적 높고, 전완부라는 다소 생소한 부위에서 측정한다는 점과 혈당 측정 시에 진공으로 흡입하는 과정이 포함된 진공 흡입형 채혈기의 숙련된 사용을 위한 연습기간이 부족하였기 때문일 것으로 생각된다. 그러나 대상 환자 모두에서 자가 혈당의 측정은 가능한 정도였다.

당뇨병 환자에서 자가혈당 측정은 혈당 관리에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 혈당 조절의 향상을 유도한다[15]. 그러나 병원이 아닌 일상생활에서 정기적으로 혈당을 측정하는 것은 쉽지 않은데, 이처럼 자가 혈당 측정의 순응도를 저하시키는 주요 원인 중 하나가 혈당 측정 시 동반되는 통증이다[5,8]. 최근에는 이러한 통증을 줄여 순응도를 높이려는 노력들이 시도되고 있으며, 손가락 보다 통증이 덜한 대체부위에서의 혈당 측정이 모색되고 있다. 특히 자가혈당 측정기기의 발달로 소량의 혈액으로도 혈당 측정이 가능해지면서 여러 대체부위에서의 혈당 측정의 가능성을 높여 주고 있다.

대체부위의 혈당 측정에 있어 가장 중요한 점은 기존의 손가락 끝에서 측정한 혈당농도에 비해 얼마나 정확한 값을 나타내느냐에 있다. 이전의 연구에서 전완부에서의 혈당농도가 손가락 끝에서의 측정치보다 낮은 농도를 보여, 전완부에서 측정 시에는 측정부위의 피부마사지후 혈류량을 증가시킨 다음 측정하는 방법이 모색되기도 하였다[16,17]. 본 연구에서 전완부에서 진공 흡입형 채혈기를 이용하여 측정한 혈당은 손가락 끝에서 측정한 혈당과 평균 10.0 mg/dL 차이를 보였으며, 정맥혈의 참고치와는 평균  $7.98 \pm 28.62\%$ 의 차이만을 보여 유용성을 확인 할 수 있었다(Fig. 3, 5). 또한 극히 소량의 혈액량으로 측정이 가능하였으며, 필요한 혈액량을 확보하기 위해 음압을 발생시켜서 진공으로 흡입하는 시간으로 인하여 혈류의 증가를 위한 피부마사지는 필요하지 않았다.

전완부에서의 혈당측정에 있어 또 하나 고려할 점으로 혈당이 일정하게 유지될 때는 전완부에서의 혈당농도가 비교적 정확한 값을 보이지만, 혈당이 급격하게 변할 때(식후 빠른 속도로 혈당이 올라가거나 인슐린 주사 후 빠른 속도로 혈당이 감소하는 경우)에는 혈당의 급격한 변화를 잘 감지해 내지 못하고 혈당 변화에 지연 반응(delayed response)을 보인다는 보고가 있다[6,10,16]. 즉 식후 혈당이 급격하게 상승할 때에는 전완부의 혈당치가 참고치보다 낮게 측정되고, 인슐린 주사 후 혈당이 하강할 때에는 참고치보다 높게 측정된다는 것이다. 그러나 본 연구에서 식후 2시간 전완부 혈당치의 경우, 손가락 끝 및 정맥혈 참고치를 고려해 볼 때 지연반응은 관찰되지 않았으며 임상적으로 유용한 범위 내에 있었다(Fig. 6). 이는 본 연구가 이전의 실험적인 연구(당부하 후 연속적으로 혈당을 측정하고 다시 인슐린을 투여한

후 연속적으로 혈당을 측정)하는 방법과 달리, 실제생활과 동일하게 인슐린 투여 및 식사를 하면서 진행되었기 때문으로 생각된다. 그러나 혈당이 급변하는 상황에서도 민감한 변화에 대한 반응여부는 본 연구에서 확인하지 못하였기 때문에 향후 이런 상황에서의 측정결과에 대한 분석이 필요하다고 생각된다. 또한 본 연구는 30명이라는 적은 수를 대상으로 진행되어 다양한 연령 및 조건에 따른 결과의 차이를 확인하지 못하여서 이를 보충한 연구를 진행한다면 그 유용성을 좀더 정확히 평가할 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구에서 전완부의 공복 혈당과 식후 2시간 혈당농도는 error grid analysis 방법을 이용한 분석에서 모두 임상적으로 유용한 범위내에 있었다(Fig. 2, 6). Bland-Altman analysis에서 전완부의 공복 혈당이  $7.98 \pm 28.02\%$  (Fig. 3), 식후 2시간 혈당은  $10.18 \pm 21.18\%$  (Fig. 7)의 측정차 범위를 보였으며 다른 보고와 유사한 결과를 보였다.

결론적으로 전완부에서의 자가 혈당 측정은 그 정확도에 있어 정맥혈의 참고치와 비교했을 때 임상적인 허용 범위 안에 있고, 손가락 끝에서의 혈당측정에 비해 통증경감의 장점이 있으며, 진공 흡입형 채혈기의 사용에 있어 기존의 손가락 끝에서의 채혈방법보다 다소 어려운 것으로 보였지만 기기 사용을 못할 정도는 아니 것으로 생각된다. 따라서 당뇨병 환자들의 자가 혈당 측정에 대한 순응도를 높여서 혈당 조절의 향상에 도움을 줄 것으로 생각된다.

## 요 약

**배경:** 자가 혈당 측정은 당뇨병의 관리에 중요한 역할을 한다. 전통적인 손가락 끝의 채혈을 이용한 혈당 측정 방법은 필연적으로 통증을 동반하고 순응도 저하를 야기할 수 있다. 통증경감이 가능한 대체부위를 이용한 방법이 순응도의 향상에 도움이 될 것이라 생각되고 있다. 본 연구는 국내에서 개발된 대체부위 자가혈당 측정기 케어센스®(i-Sense, Inc. Korea)를 이용하여 전완부에서의 혈당 측정의 유용성 및 편의성을 알아보려고 하였다.

**방법:** 내분비 내과에 입원 중인 30명의 당뇨병 환자를 대상으로 하였다. 공복 및 식후 2시간 혈당을 진공 흡입형 채혈기를 이용하여 전완부에서 채혈하고, 동시에 손가락 끝에서 채혈하여 케어센스® 혈당 측정기를 이용하여 혈당을 측정하였다. 또한 정맥혈을 채혈하여 실험실에서 측정하고 3개의 측정값을 비교하였다. 또한 각 채혈 시의 통증 정도 및 기기 사용의 용이성을 visual analogue scale을 사용하여 비교하였다.

**결과:** 전완부와 손가락 끝에서 채혈한 혈당농도는 실험실 방법의 값과 좋은 상관관계를 보였다. Error grid 분석결과 모든 측정치는 임상적으로 유용한 결과를 보였다. 전완부에서의 채혈방법은 손가락 끝의 채혈방법보다 기기사용에 있



어 번거로움은 있었지만( $P = 0.04$ ), 채혈 시 통증은 유의하게 감소된 결과를 보였다( $P < 0.05$ ).

**결론:** 전완부에서의 혈당측정 방법은 손가락 끝에서의 측정 방법을 대신할 수 있는 유용한 방법으로서, 순응도를 높여 혈당조절 향상에 도움이 되리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group: Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 352:837-853, 1998
2. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group: Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in over-weight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). *Lancet* 352:854-865, 1998
3. The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 329:977-986, 1993
4. American Diabetes Association: National standards for Diabetes Self-Management Education programs and American Diabetes Association review criteria. *Diabetes Care* 18:737-741, 1995
5. Ary DV, Toobert D, Wilson W, Glasgow RE: Patient perspective on factors contributing to nonadherence to diabetes regimen. *Diabetes care* 9:168-172, 1986
6. Evans JM, Newton RW, Ruta DA, MacDonald TM, Stevenson RJ, Morris AD: Frequency of blood glucose monitoring in relation to glycaemic control: observational study with diabetes database. *BMJ* 319: 83-86, 1999
7. Rhee SY, Kim YS, Oh S, Choi WH, Park JE, Jeong WJ: Diabcare Asia 2001-Korea country report on outcome data and analysis. *Korean J Intern Med* 20:48-54, 2005
8. Greenhalgh S, Bradshaw S, Hall CM, Price DA: Forearm blood glucose testing in diabetes mellitus. *Arch Dis Child* 89:516-518, 2004
9. Ellison JM, Stegmann JM, Colner SL, Michael RH, Sharma MK, Ervin KR, Horwitz DL: Rapid changes in postprandial blood glucose produce concentration differences at finger, forearm, and thigh sampling sites. *Diabetes Care* 25:961-964, 2002
10. Jungheim K, Koschinsky T: Glucose monitoring at the arm: risky delays of hypoglycemia and hyperglycemia detection. *Diabetes Care* 25:956-960, 2002
11. Peled N, Wong D, Gwalani SL: Comparison of glucose levels in capillary blood samples obtained from a variety of body sites. *Diabetes Technol Ther* 4: 35-44, 2002
12. Clarke WL, Cox DJ, Gonder-Frederick LA, Carter W, Pohl SL: Evaluating clinical accuracy of systems for self-monitoring of blood glucose. *Diabetes Care* 10: 622-628, 1987
13. Dedrick RF, Davis WK: What do statistics really tell us about the quality of the data from self-monitoring of blood glucose. *Diabet Med* 6:267-273, 1989
14. Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 327:307-310, 1986
15. American Diabetes Association: Self-monitoring of blood glucose. *Diabetes Care* 17:81-86, 1994
16. Bina DM, Anderson RL, Johnson ML, Bergenstal RM, Kendall DM: Clinical impact of prandial state, exercise, and site preparation on the equivalence of alternative-site blood glucose testing. *Diabetes Care* 26:981-985, 2003
17. McGarraugh G: Response to Jungheim and Koschinsky: Glucose monitoring at the arm (letter). *Diabetes Care* 24:1304-1306, 2001