

## “Ubiquitous Health Care System”을 이용한 미래형 당뇨병 관리에 대한 전망

가톨릭의대 내분비 내과

조재형 · 권혁상 · 윤건호

### Perspectives of "Ubiquitous Health Care System" for Diabetes Management

Jae-Hyoung Cho, Hyuk-Sang Kwon, Kun-Ho Yoon

Department of Endocrinology and Metabolism, College of Medicine  
The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

#### - Abstract -

Although clear evidences of the beneficial effects of tight glycemic control on diabetic patients had been already made, the past decade has not seen any noticeable improvement in terms of glycemic control. "Ubiquitous health care system", which is one of the developing fusion technologies of IT, BT and NT, could give us new solutions in future. We established the Internet based glucose monitoring system (IBGMS) and conducted prospective, randomized short-term and long-term clinical trials using the system which can guide the patients with diabetes by mobile technology anytime and anywhere. The mean HbA1c and HbA1c fluctuation index (SD of mean HbA1c) during the whole study period was significantly lowered by the intervention, suggesting more improved state in both HbA1c level and glucose stability. Appropriate physician's advises to the patients' questions and problems at the right time through the IBGMS were the major interventions. Although many unsolved problems still exist, the Internet-based bidirectional communication system developed by the advanced information technology can contribute to the foundations to tomorrow's or ubiquitous medicine (**J Kor Diabetes Assoc 30:87~95, 2006**).

**Key Words:** HbA1c, Internet, Ubiquitous

#### 서 론

의학의 발전을 뒤돌아 보면 최근 100년간의 변화와 발전은 정말 의학의 장래를 예측하기 힘들 정도로 급격하게 변하고 있음을 느낀다. 19세기까지 수만년 인류의 역사 속의 의학을 우리는 “경험의학 (Experienced Medicine)” 혹은 “현상의학 (Phenomenologic Medicine)”으로 정의할 수 있을 것이다. 즉 병의 원인을 이해하여 치료하기 보다는 경험적으로 유용했던 치료법을 전수하거나 혹은 환자의 변화를 관찰하며 임기응변적인 치료법을 구사하던 시기였다. 20세기 들어 급격한 과학의 발전은 수많은 병의 원인을 규명하

게 되었고 이에 기초하여 병의 근본원인을 치료하거나 적어도 과학적인 임상연구를 통하여 그 효과와 안전성이 규명된 치료를 임상에 도입하는 시대가 도래하게 되었다. 우리는 이 시기를 “의과학 (Medical Science)” 혹은 “증거중심주의 의학 (Evidence Based Medicine)”의 시기로 규정할 수 있다. 이 시기는 기초 의과학의 눈부신 발전에 기초한 새로운 치료법의 개발과 과학적인 개념하에 잘 구성된 임상연구들의 결과가 의학의 흐름을 주도하는 현재의 상황이다. 그렇다면 의학에 있어 21세기 의학을 주도할 제3의 물결은 과연 무엇인가? 저자의 생각에 미래의학의 변화를 주도할 새로운 기술 중 가장 눈길을 끄는 것은 “ubiquitous health care

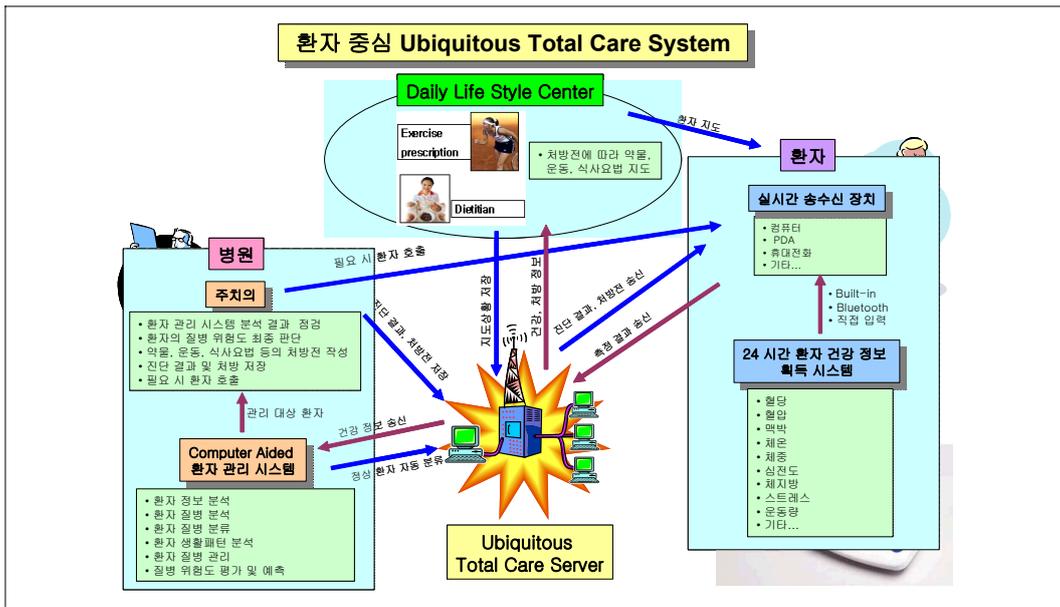


Fig 1. “Ubiquitous health care system”의 구성 요소 및 상호 관계

system”이다. 왜냐하면 이제까지 환자가 원하는 검사를 하거나 질병의 증상을 자각하고 치료를 위하여 많은 불편을 감수하고 병원을 찾아야만 하는 현재의 의료 시스템에 대해 이미 국민들은 대단히 불만족스러워 하고 있기 때문이다. 이러한 국민의 욕구는 현재의 의료시스템을 완전히 변화시켜 시간과 장소에 구애받지 않고 항상 건강상태가 점검되고 시기 적절한 개인별 맞춤형 진료가 실시간으로 구현되는 미래형 의료 시스템의 개발을 염원하고 있다. 이러한 국민들의 바람은 아무리 병원들이 대형화되고 고급화 되더라도 현재의 시스템으로는 절대 만족시킬 수 없는 부분이다.

“Ubiquitous health care system”은 무엇인가? 모든 사람은 인체 내에 삽입되었거나 착용 가능한 다양한 바이오센서를 통하여 하루 24시간 동안 실시간 또는 주기적으로 각종 인체 신호에 대한 검사를 자동 또는 수동으로 시행한다. 측정된 인체 신호는 인터넷 혹은 무선 통신을 이용하여 시간과 공간에 상관없이 실시간으로 통신 네트워크 시스템을 통하여 시스템 서버에 전달된다. 전달된 모든 자료는 인공지능을 갖춘 컴퓨터 엔진이 자동으로 실시간 결과를 분석하고 분석자료 중 의사의 결정이 필요한 문제를 정리하여 최종적으로 의사에게 보고된다. 본 시스템은 관리의사가 보고된 환자들의 질병에 대한 위험도 혹은 관리 상태 등을 평가하여 환자에게 필요한 정보와 약물, 운동, 식이요법 등의 처방을 실시간으로 할 수 있는 BT, NT, IT가 결합된 제3의 의료 시스템이다 (Fig 1). 즉 ubiquitous health care system은 필요한 모든 생체신호를 정확하게 모니터링 할 수 있는 바이오 센서의 개발기술, 측정된 생체신호를 실시간에 정확하게 의료기관에 전달할 수 있는 네트워킹 기술, 수많은 데이터를 안정하게 저장하고, 분석하는 데이터 처리 시스템 및

이러한 자료를 이용하여 표준화된 최상질의 진료서비스를 환자에게 제공하는 전문화된 의료서비스로 구성된다. 물론 현재로서는 극복하여야 할 법적인 문제, 기술적인 문제, 의학적인 문제가 많은 것이 사실이다. 그러나 현재 과학의 발전과 생활의 변화는 그리 멀지 않은 장래에 이를 실용화 할 것이라는 확신을 주고 있다.

특히 당뇨병의 경우는 평생 지속적이고도 철저한 자기관리와 빈번한 의료진과의 접촉이 당뇨병성 만성합병증의 예방과 치료에 필수적인 분야이다<sup>1-4)</sup>. 이러한 조건을 만족시키기 위해서는 현 상태의 진료시스템으로는 명백한 한계가 있는 것을 모두 공감하고 있다<sup>5-9)</sup>. 또한 국외뿐 아니라 국내에서도 당뇨병환자 수가 폭발적으로 증가하고 있는 현 상황<sup>10~14)</sup>에서 다수의 환자의 혈당을 효과적으로 조절할 수 있는 새로운 시스템의 개발은 필연적이라 할 수 있다. 따라서 “ubiquitous health care system”과 같은 새로운 미래형 의료 시스템에 대한 관심과 기대가 가장 큰 분야이기도 하다. 이에 본 글에서는 우리 교실에서 지난 6년간 진행해 온 당뇨병환자를 위한 “ubiquitous health care system”의 구축과 혈당 조절에 미치는 장단기 효과 및 적용 확장에 대하여 소개하고자 한다. 다음 국내외의 연구 및 산업화 동향을 소개하고 향후 나아갈 방향과 문제점을 논해 보고자 한다.

### 1. IBGMS (internet based glucose monitoring system) 구축 및 환자의 순응도

당뇨병환자에서 혈당 관리를 위한 인터넷 시스템의 유용성을 확인하기 위해서 시스템의 개념을 정리하고 (Fig 2) 모든 내용을 포함한 웹차트 (Fig 3)를 구성하였다. 이를 개발한 다음 우선 첫 번째 관문은 과연 이 시스템에 대한 환

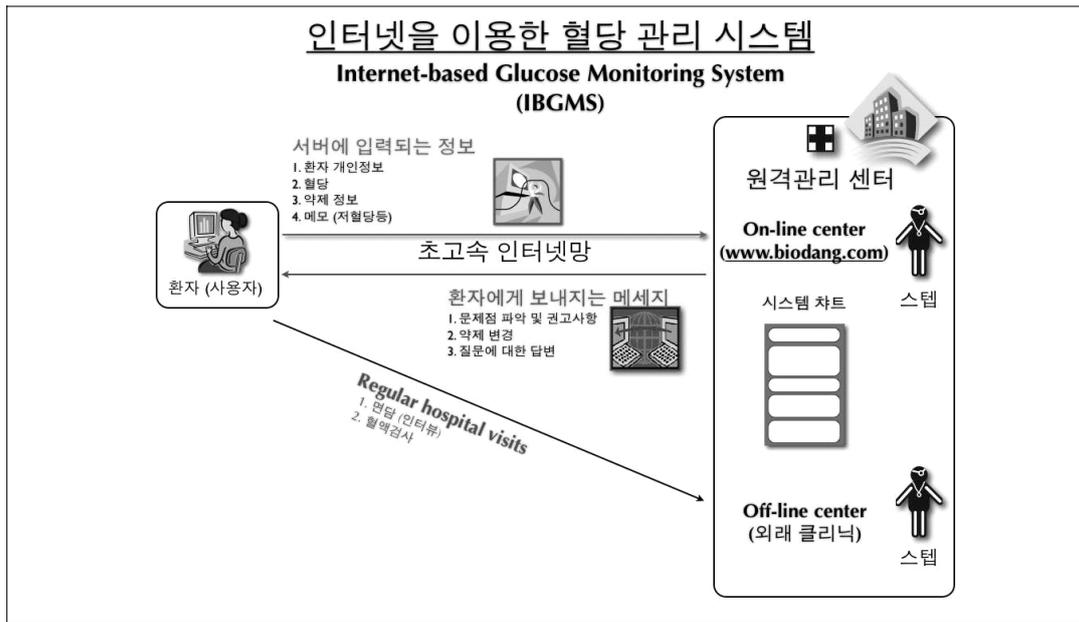


Fig 2. 인터넷을 이용한 혈당 관리 시스템(IGMS: Internet Based Glucose Monitoring System)의 전체 구성 및 흐름도 (가톨릭 의과대학 내분비 내과 개발, 2001).

**Web chart of IBGMS**

**Personal profile**  
- Personal, past, family, social history  
- Complications

**SMBG board**  
- Preprandial  
- Postprandial

**Drug information**  
- Kinds of agent  
- Dose

**Memo**  
- Questions  
- hypoglycemic events, etc.

**Recommendations**  
- problem assessment  
- dose modification  
- answer

DATE	Breakfast		Lunch		Dinner		Step	Blood Pressure	Weight
	Before	After	Before	After	Before	After			
2002-09-24	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2002-09-25									
2002-09-26									
2002-09-27									
2002-09-28									
2002-09-29									
2002-09-30	X	X	X	X	X	X	X	X	X

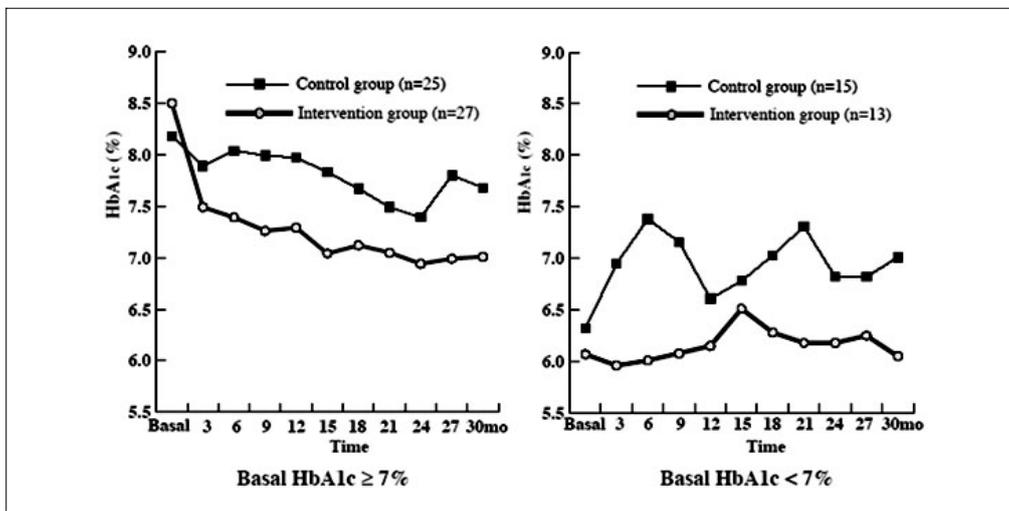
Fig 3. 인터넷을 이용한 혈당 관리시스템의 Web chart 및 구성 (가톨릭 의과대학 내분비 내과 개발, 2001).

자들의 만족감, 시스템에 대한 순응도 및 지속성이었다. 아무리 이론적으로 훌륭한 시스템이라고 해도 환자가 사용에 만족하고 이를 지속적으로 이용할 수 없다면 소용이 없기 때문이다. 이를 위하여 시스템이 구축된 다음 185명의 환자를 전국적으로 모집하여 우선 3개월 동안의 시험 가동을 통하여 환자의 만족도, 순응도 및 지속성을 검증하였으며 전후 혈당의 변화를 관찰하였다<sup>15)</sup>. 84%의 환자가 제2형 당뇨병환자였으며, 16%의 제1형 당뇨병환자들도 참가하였다. 약 80%의 환자들이 서울과 경기 지역에서 참가하였으나 나

머지 20%의 환자들은 제주도를 제외한 전국 각지에서 참가하였다. 참가 연령이 평균 42세였으며 놀라운 것은 참가 환자들의 연령 분포로서 4~79세였다. 이는 본인 자신의 참여가 어렵더라도 가족의 도움으로 프로그램을 진행하기로 하고 참가한 환자들의 참여가 다수 있었던 것이다. 시작 당시 만일 시작한 환자들의 50% 이상이 3개월 이상 IBGMS를 지속적으로 이용하고 이에 대한 만족도 역시 50%를 넘으면 지속해 볼 가치가 있는 것으로 평가하기로 하였다. 결과는 3개월 종료시점에서 환자들의 순응도와 지속도는 72%였으

**Table 1.** 인터넷을 이용한 혈당 관리 시스템의 3개월간의 효과

환자	명 수	HbA1c	P
Total			< 0.001
대조군	50	7.62 ± 0.13	
시험군	51	6.94 ± 0.13	
HbA1c < 7% at baseline			0.046
대조군	26	6.99 ± 0.18	
시험군	18	6.38 ± 0.22	
HbA1c ≥ 7% at baseline			< 0.001
대조군	24	8.12 ± 0.19	
시험군	33	7.38 ± 0.16	



**Fig 4.** 인터넷을 이용한 혈당 관리 시스템 적용 30개월간 당화혈색소의 변동.

며 만족도는 5점 만점에 3.3~3.9점의 높은 만족도를 보였다. 흥미로운 점은 참가가 적극적이고 순응도가 높을 것으로 생각한 젊고 발병기간이 길지 않은 환자들의 경우 오히려 순응도가 낮았으며 가족들의 도움을 받은 환자의 경우 더 적극적인 참여를 보인 점이다. 즉 예상과는 달리 많은 환자들이 IBGMS에 대하여 호의적인 생각을 가지고 있다는 사실을 알 수 있었으며 본인이 어렵다고 하더라도 가족들의 도움으로도 충분히 참여를 지속할 수 있다고 평가되었다. 나아가서 3개월간의 참여로 대부분의 환자들에서 시작 당시보다 유의한 당화혈색소치의 감소가 관찰되어 IBGMS의 임상적 유용성 또한 기대할 수 있었다. 우선 첫 단계의 시도는 매우 성공적이었다고 평가되었으며 이를 바탕으로 다음의 임상연구들을 기획 시행하였다.

**2. IBGMS의 3개월 단기 효과**

우선 1년 이상의 예비연구 기간 동안 IBGMS를 구축하였으며 환자들의 긍정적인 참여의사를 확인하였고, 시스템의 여러 문제점들을 개선하였다. 이후 중요한 의문은 과연

IBGMS가 임상에서 효과적으로 혈당 개선효과를 보일 수 있는가였다. 이를 증명하기 위하여 100명의 환자들을 대상으로 대조군과 실험군으로 임의 배정한 다음 3개월간의 단기효과를 비교 분석하였다<sup>16)</sup>. 그 결과 IBGMS사용군에서 유의한 당화혈색소의 감소를 관찰할 수 있었으며 이는 연구 시작 시점에 당화혈색소치가 높은 환자일수록 효과가 우수하였다 (Table 1). 이 연구를 통하여 본 연구실은 IBGMS의 임상 효과를 확실하게 확인할 수 있었으며 IBGMS 운영에도 상당한 자신감과 확신을 갖게 되었다. 이 다음 과제는 당연히 과연 IBGMS의 사용효과가 얼마간 유지될 것이며, 환자들의 순응도를 장기간 유지할 수 있는 것인가였다.

**3. IBGMS의 30개월간의 장기 효과**

다음 명제는 “IBGMS는 장기적으로도 효과와 순응도를 유지할 수 있을까?”이다. 이 문제를 풀기 위하여 80명의 환자를 대상으로 대조군과 실험군으로 나누어 30개월간 추적 연구를 시행하였다 (Fig 4).

연구시작 후 첫 3개월 동안의 당화혈색소 감소 정도는

단기 연구 때와 비슷하였고 이렇게 감소한 당화혈색소는 연구 종료시점까지 유지되었다. 특히 흥미로운 점은, 당화혈색소의 기저치가 7%이하로 혈당조절이 잘 되고 있었던 환자들이라 하더라도, 대조군은 약 6개월 간격으로 혈당이 좋아짐과 나빠짐을 반복하여 ‘싸인곡선 (sine curve)’의 형태를 보이는 반면에 실험군에서는 당화혈색소가 지속적으로 낮게 유지되고 있음을 알 수 있었다. 또한 IBGMS를 통하여 환자에게 보내어진 권고사항 내용의 분석에서 약제의 종류나 용량의 변경은 12%정도에 불과하였고 대부분이 칭찬이나 식생활 습관 개선을 권장하는 내용이었다. 이로써 IBGMS는 당화혈색소의 감소뿐만 아니라 이를 지속적으로 안정시키는 데에도 큰 역할을 하며 이는 환자에게 자신의 혈당관리를 위한 동기화를 지속적으로 부여할 수 있기 때문인 것으로 생각되었다.

#### 4. IBGMS와 Mobile Devices의 비교

IBGMS는 인터넷을 이용한 시스템으로서 혈당 관리 센터와의 커뮤니케이션을 위해서는 인터넷이 연결된 컴퓨터를 사용해야 하는 공간, 시간적 제한이 따랐다. 최근 휴대폰에 혈당기를 부착하여 혈당을 측정하고 무선통신으로 혈당 관리센터에 자신의 혈당을 입력하며 필요한 메시지를 전달 받을 수 있는 휴대형 혈당기가 개발되어 이의 효과를 이전의 인터넷만을 이용한 IBGMS와 비교하였는데 두 경우에서 혈당 감소효과와 환자들의 만족도는 비슷하였다. 무선 통신을 이용한 경우 시간, 장소에 제약이 줄어들어 편리하였으나 혈당 이외의 다른 정보를 교환하기 어려운 단점이 있었고, 인터넷만을 이용한 경우는 반대로 시간, 공간적 제한이 있는 대신 많은 정보를 전달할 수 있다는 장점이 있었다. 두 시스템에 대한 환자의 선호도는 개인의 특성에 따라 달랐다. 휴대폰을 이용한 혈당 관리 시스템의 효과는 영국 옥스퍼드 대학에서 제1형 당뇨병환자를 대상으로 한 연구에서도 보고된 바 있다<sup>17)</sup>.

#### 5. IBGMS의 확대 적용: 당뇨병 센터-보건진료소-일차의료기관과의 연계

IBGMS가 단기 및 장기적으로 당뇨병환자의 혈당관리에 효과적이다 하더라도, 기본적으로 인터넷을 사용할 줄 알아야 하며 서울과 같이 인터넷 망이 발달된 지역에 국한되어 이용될 수밖에 없다. 또한 이러한 유비쿼터스형 관리 시스템은 무선통신과 on-line상으로서만 존재할 수는 없으며 반드시 off-line적 진료 체계가 동반되어야 한다. 당뇨병 센터와 같은 전문의료기관으로의 접근성이 떨어지고 인터넷 사용 또한 쉽지 않은 지역에서 이러한 시스템을 적용함으로써 대학병원의 진료시스템이 이러한 지역까지 전달될 수 있도록 하는 방안은 없을까? 우리나라는 일차의료기관이 전국 대부분의 지역에 골고루 분포하고 있고 보건소 보건진료소 보

건의료소로 연결되는 공공의료기관망이 잘 발달되어 있어 이들 기관을 이용한다면 상당히 안정적이고 유용한 네트워크를 구성할 수 있을 것으로 생각된다.

이를 시험하기 위하여 본 연구실에서는 3개의 보건진료소에 IBGMS시스템을 설치하고 PDA에 혈당기가 부착된 기기를 이용하여 대량의 혈당정보를 전달할 수 있게 하고 대조군과 비교하는 임상시험을 시행중에 있다. 이러한 시스템은 당뇨병환자는 자신이 거주하는 지역의 보건진료소나 일차의료기관만을 방문하면서도 자신의 혈당 정보에 따른 전문기관의 진료를 받을 수 있도록 하였고, 전문기관의 의견은 진료원을 통하여 환자의 주치의에게 전달됨으로써 실시간 진료를 실현하고 진료의 질을 향상시킬 수 있는 시스템이 개발될 것으로 기대하고 있다.

#### 6. IBGMS의 실용화

위에서 기술한 각각의 시스템은 모두 연구차원으로 이루어진 것들로서 이를 다수의 환자들에게 실제로 적용하기 위해선 아직 풀어야 할 문제가 많이 있다.

##### 1) Health Economics

먼저 사회-의료 비용적 측면이다. 본 교실의 IBGMS뿐만 아니라 외국의 시스템도 마찬가지로 기존의 외래진료시스템에 새로운 관리 프로그램을 더한 것임으로 외래진료만을 보는 경우보다 그 효과가 더 우수하다는 사실은 어찌 보면 당연한 것일 수도 있다. 따라서 남은 문제는 얼마나 비용-효과적인 면에서 적용 가능하느냐는 것이다. 즉 실제로 시스템의 구축과 적용 및 유지 비용에 비하여, 시스템을 적용함으로써 얻게 되는 의료-사회비용 절감 효과가 훨씬 더 크다는 사실을 입증할 필요가 있다. 현재 장기 연구 결과를 바탕으로 IBGMS의 비용-효과를 계산 중에 있다. 미국의 경우 당뇨병 합병증으로 인한 의료비용이 연간 450억 달러가 소요되며 2차적인 장애로 인한 간접 손실이 470억 달러 이르는 것으로 추산하고 있다<sup>18,19)</sup>. 반면 만성 질환을 초기에 적극적으로 치료함으로써 2억 4천 7백만 달러를 절약할 수 있으며 상당수의 환자가 원격진료 (telemedicine)을 이용한다면 4억 5천 7백만 달러를 절약할 수 있을 것으로 추산하고 있다<sup>20,21)</sup>.

##### 2) 인공지능 (Artificial Intelligence)을 이용한 데이터 분석

위에서 기술한 전자 진료 시스템의 또 다른 장점은 모든 정보를 전산화하고 표준화할 수 있다는 점이다. 최근에는 이렇게 체계적으로 축적된 정보를 대상으로 인공지능을 이용하여 다각도로 심층 분석함으로써 새로운 예측인자, 변수를 찾아내려는 노력이 이루어지고 있다. 또한 이러한 데이터 분석을 통해 얻게 되는 결론을 곧바로 임상에 적용하고 그 결과를 관찰함으로써 궁극적으로 시스템의 진화를 가져

올 수 있고 이러한 발전은 자동화 프로그램의 발전에도 크게 기여할 수 있을 것으로 생각되며, 이는 시스템 유지 비용 또한 크게 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 최근 사용하고 있는 다양한 인공지능 프로그램들은 현재까지 사용하는 알콜리즘에 기초한 프로그램에 비하여 다양한 장점과 무한한 발전 가능성이 있다.

### 3) 다양한 센서 및 생활관리 프로그램

지금까지 소개한 연구는 혈당기를 이용한 혈당위주의 관리시스템이었다면, 이를 실제로 임상에 적용해 나가기 위해서는 혈당뿐만 아니라 그 외의 다양한 임상정보를 얻을 수 있는 바이오 센서 (화학적 센서 및 물리학적 센서)와 기기의 개발이 필수적이다. 이러한 기기를 통하여 객관적이고 다양한 정보를 획득할 수 있다면 좀더 자세하고 정확한 관리가 이루어질 수 있기 때문이다. 최근 여러 연구단체와 기업이 이러한 센서 및 기기개발을 위해 노력 중이며 이중 몇 가지를 소개하면 다음과 같다.

#### (1) Calorie Simulator

지금 자신이 먹고 있는 음식의 칼로리는 얼마일까? 당뇨병환자의 혈당관리 중 가장 중요한 것 중 하나가 식사관리 이긴 하지만 실제로 적정 칼로리를 맞추어서 먹기란 매우 어려운 일이다. 이를 위해 여러 통신매체를 이용하여 자신이 현재 먹고 있는 음식의 칼로리를 바로 알아보거나 자신이 목표하는 칼로리에 맞는 식단을 미리 짜볼 수 있는 프로그램들이 개발되고 있다.

#### (2) Activity Tracker

3차원의 움직임과 속도를 인지하는 3D-accelerator의 개발은 이미 다양한 제품에 이용되고 있는데, 이를 만보기에 응용한 activity tracker가 개발되어 사용 중에 있으며 그 효과가 증명되고 있다. 이미 일본에서는 상용화되어 있는 제품으로서, 이용자의 운동상태 (쉬는 중, 걷는 중, 뛰는 중, 매우 빨리 뛰는 중)를 파악하여 이에 맞는 칼로리 소모량을 계산하는 것이다. 이 기기를 이용함으로써 이용자의 실제 생활 운동량을 좀더 객관적으로 파악할 수 있다. 아직 이용에 제한적인 면이 많지만 운동관리가 잘 되지 않는 당뇨병환자에 있어 좋은 효과를 보일 수 있을 것으로 기대된다.

#### (3) Daily Life Planner

다양한 통신매체를 이용하여 자신이 다음날의 생활을 계획하여 입력하면 프로그램은 계획한 생활습관이 잘 지켜질 수 있도록 이를 모니터링하고 동기를 부여할 수 있도록 각종 신호를 제공해주는 프로그램이다.

#### (4) Portable EKG Monitor

언제 어디서나 신체에 부착한 채로 심전도를 측정할 수 있는 휴대형 심전도기가 개발되어 상용화 예정으로 있다.

#### (5) 기타: 스트레스폰, 휴대용 산소포화도 측정기 등

위에서 소개한 다양한 센서 및 기기를 결합함으로써 좀더 발전된 진료시스템이 될 수 있을 것으로 기대한다.

### 7. 국내 및 외국의 연구와 산업화 동향

외국에서는 이미 오래전부터 만성질환 관리를 위해 인터넷을 이용한 각종 시스템 개발에 막대한 연구개발비를 투자해 오고 있으며 최근 서서히 결실을 맺고 있는 상황이다. 미국의 Health Care Financing Administration (HCFA)은 2천 8백만 달러를 투자한 IDEAtel project를 시작하여 뉴욕주 내에 거주하는 1,500명의 저소득층 및 시골지역의 사람들을 대상으로 인터넷과 telecommunication을 이용한 네트워크를 구성하고자 하였다<sup>20,21</sup>. 이 project는 2003년에 향후 4년간 연구를 더 지속하기로 결정된 바 있다. 환자의 자료 분석 시스템 및 조절 프로그램으로서 Gomez 등은 DIABTel, T-IDDM project를 개발하였고<sup>22,23</sup>, Fallucca 등은 DIVA system을 개발하였다<sup>24,25</sup>. 또한 환자의 진료에 적용을 시도하는 시스템으로서 위에 기술한 IDEAtel뿐만 아니라 TeleDocHumalink<sup>26</sup>, AIDA<sup>27</sup>가 소개되었다. 이 외에도 컴퓨터 및 소프트웨어를 이용한 매우 다양한 혈당 관리 및 당뇨 교육 시스템이 개발되어 그 효과를 보고하였다<sup>28-38</sup>. 2005년에는 영국 옥스퍼드 대학에서 제1형 당뇨병환자의 혈당 관리를 위한 Mobile phone telemedicine system을 개발하여 그 효과를 보고하였고<sup>17</sup>, 미국 Brigham and Women's Hospital 및 조지타운 대학에서는 당뇨병환자의 효과적인 혈당 및혈압관리를 위하여 web-based 당뇨병 관리 시스템인 'MyCare Team'을 개발하여 102명의 환자를 대상으로 12개월간의 연구를 수행하여 당화혈색소가 의미있게 감소되는 성과를 보고하였다<sup>39</sup>.

국내에서는 본 교실에서 인터넷을 이용한 혈당 관리 시스템인 IBGMS를 개발하여 2004년 그 단기효과를 보고한 바 있고<sup>16</sup>, 현재 30개월간의 장기효과, 휴대폰 및 무선통신을 이용한 혈당관리 시스템의 효과, PDA를 이용한 농촌지역에서의 혈당 관리 효과, 그리고 IBGMS의 경제적 효과에 대해서 그 결과를 보고할 예정으로 있다. 또한 최근 국내에서는 새로운 흐름으로 여러 U-health care관련 사업단이나 연구단체가 생겨나고 있다. 고려대학교에서는 U-Health care 사업단을 출범하여 활동을 시작하였으며 순천대학교에서는 U-Health care 연구소를 설립하였다. 서울대학교에서는 코오롱 정보통신과 협력하여 U-Health care 시범사업을 수행할 예정으로 있고, 본 교실 또한 한국생명공학연구원 (KRIBB)과 U-Health care에 대한 연구협력센터를 설립

Table 2. 국내 산업화 동향

참여기업 및 연구체	개발내용
헬스피아 및 LG	당뇨폰 (LG KP-8400), 칼로리 트랙커 (헬스피아, 개발중)
인성정보	당뇨폰, 하이케어 (HiCare, 혈당 관리 시스템, 현재 서비스중)
이수유비케어	전자차트, 위의 두 회사와 유사한 내용으로 개발중
삼성종합기술연구원	칼로리 트랙커 (개발중), Porable EKG (개발중), 비만관리시스템
뉴케어	비만관리 시스템 (현재 서비스중)
서울대학교 의공학과	Portable EKG 외 다양한 physical sensors
한국생명공학연구원	다양한 진단용 바이오칩, chemical sensors
LG CNS	의료정보 RFID, 스마트카드 등
중외정보기술	의료정보 RFID
한국전력	전력선통신 (PLC)를 이용한 의료 콘텐츠 제공 사업

할 예정으로 있다.

U-Health Care분야는 이제 단순한 의료차원이 아니라 IT, BT 및 NT부문에 각각 굉장한 산업적 파급효과를 일으킬 수 있어 차세대 성장동력사업으로 발전할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 이에 국내에서는 이미 다양한 기업과 연구체가 산업화를 위해 노력하고 있다 (Table 2). 또한 최근 정보통신부, 산업자원부, 보건복지부등 정부기관에서도 본 ubiquitous health care system의 중요성을 인식하여 의료정보, 바이오센서, 진단기기, 네트워크분야 등에 연구비 지원이 크게 늘어나고 있다.

#### 8. “Ubiquitous Health Care System”의 임상적용 단계에서의 문제점

지금까지 기술한 “ubiquitous health care system”의 밝은 전망에도 불구하고 이 시스템이 임상에서 실용화되기 위해서는 3가지의 큰 장애들을 극복하여야 한다.

첫째, 의료진의 문제이다. 현재 의료시스템에 기반을 둔 교육만을 받은 의료인력들이 특별한 교육이 없이 새로운 시스템에 적응하기란 쉽지 않을 것이다. 또한 현재의 진료시스템에 익숙해져 있는 의사들에게 인터넷을 이용한 진료라는 것은 어색할 뿐 아니라 그 안전성, 신뢰성과 이에서 비롯되는 진료의 책임 소재 및 분쟁의 소지에 대한 불확실성은 상당한 거부감을 불러 일으키기에 충분하다. 또한 의료인들은 상당히 보수적인 성향을 가지고 있는데 반해 이러한 변화는 매우 급격하고 큰 변화로서 적응하기가 쉽지 않은 것이 문제이다.

둘째, 새로운 진료형태가 개발되고 이것이 실용화 되기에 충분한 법규정의 개발과 의료비 산정 및 비용 부담의 주체를 결정하는 것이 매우 중요한 문제이다. 아무리 좋은 시스템이 존재한다고 해도 이를 법령이 뒷받침해 주지 못하고 비용을 지불할 주체가 없다면 이 시스템은 무용지물이기 때문이다. 매우 큰 변화임으로 신중하고 폭넓은 검토를 거쳐

매우 서서히 진행되어야 할 문제로 생각된다.

셋째, 현재 “ubiquitous health care system”에 대한 정부의 투자를 보면 실제 의료에 대한 검토와 준비는 도외시된 채로 바이오센서를 만드는 공학분야와 네트워크의 기반 구축에 집중되고 있다는 점이다. 특히 최근에는 원격진료 혹은 인터넷 건강상담 혹은 관리를 내용으로 하여 몇몇 대기업 및 벤처기업들이 산업화를 시작하고 있다. 그러나 대부분의 프로그램들이 바이오센서와 네트워크에만 집중한 채로 전문화된 의료지식의 기반을 무시한 채 산업화를 서두르고 있는 것으로 보인다. 이러한 성급함은 많은 환자들의 건강을 관리함에 있어 심각한 문제를 유발할 가능성이 있다. 이에 대한 정부차원에서의 적절한 관리와 표준 지침 마련이 매우 중요하다. 이러한 문제점이 발생되게 되는 중요한 이유 중의 하나는 의료인들의 무관심이다. 의료시스템의 새로운 변화의 주체는 반드시 의료의 중심에 있는 우리 의료인들이 되어야 하는 것은 당연한 일이다. 따라서 우리 의료인들은 현실에 안주하지 말고 변화의 적극적인 주체가 되어 의료 시스템의 모든 변화가 올바른 방향으로 진행될 수 있도록 적극적으로 동참하여야 할 것이다.

#### 결론

산적인 어려운 문제점들이 있음에도 불구하고 “ubiquitous health care system”은 당뇨병환자의 진료에 있어서는 상당히 매력적인 분야임에 틀림없다. 기술한 모든 기술들이 동시에 실행되지는 못하더라도 머지않은 장래에 부분적으로는 실제 임상적용이 가능할 것으로 보이며 이는 당뇨병환자의 관리에 상당히 긍정적인 면이 있다. 일단 당뇨병환자에서의 임상적용이 시작되면 이는 곧 고혈압, 고지혈증, 비만 등의 만성질환 관리에 도입될 것이며 이 단계부터 그 파급속도는 우리가 예상치 못할 정도로 가속화될 가능성이 높다.

“Ubiquitous health care system” 기술은 전세계적으로 개발 및 임상연구 단계에 있는 것으로 평가되며, 특히 전세계적으로 가장 강력한 IT 기반을 가지고 있는 우리나라의 경우 가장 쉽게 세계적 경쟁력을 갖추고 급속히 성장할 수 있는 분야로서 향후 국가의 중요한 성장동력이 될 수 있을 것이다.

### 감사의 글

We would like to express gratitude to the software programmer, Young-Hwan Pack, the diabetic nurse Bok-Ryoe Song. This work was supported by Korea Research Foundation Grant (KRF-2004-041-E00148).

### 참고 문헌

1. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group: *Effect of intensive diabetes management on macrovascular events and risk factors in the Diabetes Control and Complications Trial. Am J Cardiol* 75:894-903, 1995
2. Writing Team for the Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Research Group: *Effect of intensive therapy on the microvascular complications of type 1 diabetes mellitus. JAMA* 287:2563-9, 2002
3. UK Prospective Diabetes Study Group: *Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38. UK Prospective Diabetes Study Group. BMJ* 317:703-13, 1998
4. Ohkubo Y, Kishikawa H, Araki E, et al: *Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: a randomized prospective 6-year study. Diabetes Res Clin Pract* 28:103-17, 1995
5. Saydah SH, Fradkin J, Cowie CC: *Poor control of risk factors for vascular disease among adults with previously diagnosed diabetes. JAMA* 291:335-42, 2004
6. Koro CE, Bowlin SJ, Bourgeois N, Fedder DO: *Glycemic control from 1988 to 2000 among U.S. adults diagnosed with type 2 diabetes: a preliminary report. Diabetes Care* 27:17-20, 2004
7. Ubink-Veltmaat LJ, Bilo HJ, Groenier KH, et al: *Prevalence, incidence and mortality of type 2 diabetes mellitus revisited: a prospective population-based study in The Netherlands (ZODIAC-1). Eur J Epidemiol* 18:793-800, 2003
8. Gatling W, Budd S, Walters D, et al: *Evidence of an increasing prevalence of diagnosed diabetes mellitus in the Poole area from 1983 to 1996. Diabet Med* 15:1015-21, 1998
9. Berger B, Stenstrom G, Sundkvist G: *Incidence, prevalence, and mortality of diabetes in a large population. A report from the Skaraborg Diabetes Registry. Diabetes Care* 22:773-8, 1999
10. Boyle JP, Honeycutt AA, Narayan KMV, et al: *Projection of diabetes burden through 2050. Diabetes Care* 24:1936-40, 2001
11. King H, Aubert RE, Herman WH: *Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. Diabetes Care* 21:1414-31, 1998
12. Dunstan DW, Zimmet PZ, Welborn TA, et al: *The rising prevalence of diabetes and impaired glucose toleranc: the Australian diabetes, obesity and lifestyle study. Diabetes Care* 25:829-34, 2002
13. 김정순, 김연준, 박선일, 홍연표: 우리나라 성인인구의 평균 공복혈당치와 당뇨병의 추정 유병률. *예방의학회지* 26:311, 1993
14. 신찬수, 김현규, 김원배, 박경수, 김성연, 조보연, 이홍규, 고창순, 김용익, 신영수, 백희영, 오태근, 박용수, 양병국: 경기도 연천지역에서 당뇨병의 발생률. *당뇨병* 20:264, 1996
15. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, Lee JH, Song BR, Oh JA, Han JH, Kim HS, Cha BY, Lee KW, Son HY, Kang SK, Lee WC, Yoon KH: *Development of web-based diabetic patient management system using short message service. Diabetes Res Clin Pract* 66(Suppl):S133-7, 2004
16. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, Song BR, Ko SH, Lee JM, Kim SR, Chang SA, Kim HS, Cha BY, Lee KW, Son HY, Lee JH, Lee WC, Yoon KH: *Establishment of blood glucose monitoring system using the internet. Diabetes Care* 27:478-83, 2004
17. Farmer AJ, Gibson OJ, Dudley C, Bryden K, Hayton PM, Tarassenko L, Neil A: *A Randomized Controlled Trial of the Effect of Real-Time Telemedicine Support on Glycemic Control in Young Adults With Type 1*

- Diabetes. Diabetes Care* 28:2697-2702, 2005
18. Caro JJ, Ward AJ, O'Brien JA: *Lifetime costs of complications resulting from type 2 diabetes in the U.S. Diabetes Care* 25:476-81, 2002
  19. American Diabetes Association: *Economic consequences of diabetes mellitus in the U.S. in 1997. Diabetes Care* 1998;21:296-309
  20. Starren J, Hripcsak G, Sengupta S, Abbruscato CR, Knudson PE, Weinstock RS, Shea S: *Columbia University's Informatics for Diabetes Education and Telemedicine (IDEATel) project: technical implementation. J Am Med Inform Assoc.* 9:25-36, 2002
  21. Shea S, Starren J, Weinstock RS, Knudson PE, Teresi J, Holmes D, Palmas W, Field L, Goland R, Tuck C, Hripcsak G, Capps L, Liss D: *Columbia University's Informatics for Diabetes Education and Telemedicine (IDEATel) Project: rationale and design. J Am Med Inform Assoc.* 9:49-62, 2002
  22. Gomez E, del Pozo F, Hernando E: *Telemedicine for diabetes care: the DIABTel approach towards diabetes telecare. Med. Inf* 21: 283-95, 1996.
  23. Bellazzi R, Cobelli C, Gomez E, Stefanelli M: *The T-IDDM project: Telematic management of Insulin Dependent Diabetes Mellitus. In: Bracale M., Denoth F. (Eds.), Proceedings HT-95, Ischia pp. 271-6, 1995*
  24. Fallucca F, Di Biase N, Sabbatini A., Borrello E, Sciuillo E, Napoli A.: *Telemedicine in the treatment of diabetic pregnancy. Pract. Diab. Intl* 13:115-8, 1996.
  25. Rosenfalck A.M., Bendtson I.: *The Diva System, a computerized diary, used in young type 1 diabetic patients. Diabete Metab* 19:25-9, 1993.
  26. Albisser A.M, Harris RH, Sakkal S., Parson ID, Chao SCE.: *Diabetes intervention in the information age. Med. Inf* 21:297-316, 1996.
  27. Lehmann ED, Deutsch T, Broad D: *AIDA: an educational simulator for insulin dosage and dietary adjustment in diabetes. Available from: <http://www.2aida.org>, 1996*
  28. Levetan CS, Dawn KR, Robbins DC, Ratner RE: *Impact of computer-generated personalized goals on HbA1c. Diabetes Care* 25:2-8, 2002
  29. Lobach DF, Hammond WE: *Computerized decision support based on a clinical practice guideline improves compliance with care standards. Am J Med* 102:89-98, 1997
  30. Meigs JB, Cagliero E, Eubery A, et al: *A controlled trial of web-based diabetes disease management; the MGH Diabetes Primary Care Improvement Project. Diabetes Care* 26:750-7, 2003
  31. Smith SA, Murphy ME, Huschka TR, et al: *Impact of a diabetes electronic management system on the care of patients seen in a subspecialty diabetes clinic. Diabetes Care* 21:972-6, 1998
  32. Meneghini LF, Goldberg RB, Albisser AM, Mintz DH: *An electronic manager for diabetes control. Diabetes Care* 21:591-6, 1998
  33. Frost D, Beischer W: *Telemedicine in the management of pregnancy in type 1 diabetic women. Diabetes Care* 23:863-4, 2000
  34. Feil EG, Glasgow RE, Boles S, McKay HG: *Who participate in Internet-based self-management programs: a study among novice computer users in a primary care setting. Diabetes Educ* 26:806-11, 2000
  35. McKay HG, King D, Eakin EG, Seeley JR, Glasgow RE: *The diabetes network Internet-based physical activity intervention. Diabetes Care* 24:1328-34, 2001
  36. Glasgow RE, McKay HG, Boles SM, Vogt TM: *Interactive technology, behavioral science, and family practice. J Fam Pract* 48:464-70, 1999
  37. Castaldini M, Saltmarch M, Luck S, Sucher K: *The development and pilot testing of a multimedia CD-ROM for diabetes education. Diabetes Educ* 24:285-6, 1998
  38. Tomky DM: *Developing a computerized diabetes self-management education module for documenting outcomes. Diabetes Educ* 25:197-210, 1999
  39. McMahon GT, Gomes HE, Hohne SH, Hu TMJ, Levine BA, Conlin PR: *Web-Based Care Management in Patients With Poorly Controlled Diabetes. Diabetes Care* 28:1624-9, 2005