

혈당 현장검사의 전산망 연결 경험

박애자 · 김혜련 · 이미경

중앙대학교 의과대학 진단검사의학과교실

Networking Experience of Point-of-Care Test Glucometer

Ae Ja Park, M.D., Hye Ryou Kim, M.D., and Mi Kyung Lee, M.D.

Department of Laboratory Medicine, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

Background : Clinical laboratories are selecting total solutions to point-of-care test (POCT) by handling all aspects of information management ranging from the ordering of the test to the reporting of verified results. Today, many POCT devices can be directly connected to the laboratory information system (LIS) via data management system (DMS). We report here our experience with the networking of POCT glucometers.

Methods : We set up computerization of POCT glucometer (Precision PCx, Abbott, USA) in August, 2004 and established a quality control (QC) system for the portable glucometers on 16 wards in Chung-Ang University Hospital. Precision of the glucometers was assessed by performing 28 replicate tests using quality control specimens containing 5 different glucose concentrations. Turnaround time (TAT) was calculated from the data of 17,796 glucose tests performed during a 5-month period in 2004 before computerization of the glucometers and 31,513 tests performed during the same 5-month period of 2005 after computerization.

Results : In the precision study, within-run and total-run CVs were within 10%. With the networking of POCT glucometers, the TAT from the collection of specimen to the specimen receipt to the LIS was 28.5 ± 17.2 min compared to 43.6 ± 17.5 without the networking ($P < 0.0001$). A staff satisfaction survey received a high score (88%) for an overall satisfaction.

Conclusions : This device significantly expands the data management and networking capabilities of the bedside glucometer. Networking technology should allow for a centralized quality control management. (*Korean J Lab Med 2006;26:294-8*)

Key Words : Glucometer, POCT, DMS (data management system)

서 론

현장검사(point of care testing, POCT)는 중앙 검사실에서 실시되지 않고 환자 자신 또는 의사, 간호사, 임상병리사 등에 의

해 가정, 직장, 외래진료실, 병실, 응급실, 수술실, 중환자실에서 실시되는 검사를 통칭한다[1]. 적절하고 신속한 혈당 조절이 필수적인 당뇨병 환자의 경우, 빠른 검사보고가 중요하므로 많은 병원 에서 현장검사를 시행하고 있다. 그러나, 현장검사는 보통 숙련된 임상병리사가 아닌 비전문인의 손에 의해 시행되고 있어, 사용자의 검사 오류로 인한 부정확한 결과가 나올 수 있다. Worth 등은 환자의 혈당 감시가 항상 정확하지 않은 이유에는 검사 기술 부족, 부정확한 검사법, 사무적 오류에 의한 불일치 등이 있다고 하였다 [2]. 그 중 측정자에 따라서 생길 수 있는 오류는 시험지봉에 충분한 혈액을 적용하지 않거나 판독 시간을 지키지 않았을 때, 시

접 수 : 2005년 7월 25일 접수번호 : KJLM1873
수정본접수 : 2006년 5월 23일
게재승인일 : 2006년 7월 24일
교 신 저 자 : 박 애 자
우 156-755 서울시 동작구 흑석 1동 224-1
중앙대학교병원 진단검사의학과
전화 : 02-6299-2718, Fax : 02-6263-6410
E-mail : ajcp@unitel.co.kr

혈지봉에 혈액 접종 후 제거를 적절하게 하지 못 하였을 때, 혈당 측정기의 이상, 유효 기간이 지난 시험지봉과 정도 관리를 충실히 이행하지 않았을 때에 발생할 수 있다고 하였다[2].

현장검사로써 혈당 검사의 정확성을 높이기 위해서는 측정자에 따른 오류의 빈도를 감소시키고, 수기 입력 과정과 관련된 사무적 오류를 줄이며, 또한 환자의 검사 결과와 정도 관리 결과를 감시하는 체계가 필요하다고 생각한다. 각 병원에서 현장검사가 많이 이용되고 있으나, 검사 결과 관리가 미비하여 검사 결과가 환자의 병록 기록지에는 누락되거나 적절한 추적 검사가 이루어지지 않는 경우도 많다. 또한 정도관리에 대한 지식이 없는 일반인이나 의료인에 의해 사용되므로 정도관리는 거의 시행되지 않는다는지, 시행은 하더라도 정도 관리 결과에 대한 관리가 적절하게 이루어지지 못하는 문제가 지속되어 왔다.

본원에서는 국내 처음으로 혈당현장검사에 전산망(network system)을 도입하여 현장검사로 시행한 혈당 검사 결과가 자동으로 서버(server)에 저장되고 보존되어 진단검사의학과와 검사실 정보계(laboratory information system, LIS)에서 원하는 형태로 출력 가능한 시스템을 2004년 8월부터 사용하고 있다. 이 시스템은 검사결과를 수기로 입력하던 과정을 없애고 자동으로 결과를 저장하여 출력할 수 있어 혈당측정에 있어 검사의 질적 향상과 효율적인 관리에 도움을 주었다.

이에 본원에서 본 시스템을 설치하고 사용한 경험과 문제점, 해결 방안 등을 보고한다.

대상 및 방법

1. 대상

2004년 8월부터 중앙검사실에서 시행하던 전혈 혈당측정 검사를 중앙대학교 병원 16개 병동에서의 현장검사로 전환 시행하고 전산망을 구축하였다. 검사 장비는 Abbott사 제품인 PrecisionTM PCxTM Monitor (MediSense^R, Abbott Laboratories Co., Benford, Massachusetts, USA)를 사용하였다.

검사보고시간(turnaround time, TAT) 평가는 2004년 1월부터 5월까지 중앙 검사실에서 시행한 17,796개의 혈당검사의 검체와 현장검사 실시 후인 2005년 1월부터 5월까지의 검체 31,513개를 대상으로 하였다.

2. 방법

1) 전산망

바코드 스캐너(barcode scanner)가 자체 부착되어 있어 검사 수행 시 환자, 검사자에 대한 정보, 검사 결과를 저장 및 전송할 수 있는 PrecisionTM PCxTM Monitor (MediSense^R, Abbott Laboratories Co., Benford, Massachusetts, USA)은 각 분산사이트

에 설치된 현장검사 정보관리자(Precision NET Terminal Server) Lantronix로 저장된 검사 결과 및 모든 정보를 병원의 근거리 통신망(local area network, LAN)을 통하여 전용 서버에 전송하였다. 현장검사 전용 서버는 진단검사의학과 중앙검사실 내에 설치하였고 전체 시스템의 관리가 가능한 프로그램인 QC Manager 3.0 (MediSense^R, Abbott Laboratories Co., Benford, Massachusetts, USA)에 의해 정보를 검사실 정보계에 원하는 형태로 전송하였다. 서버는 실시간으로 환자의 결과를 국제적인 데이터 표준 포맷인 Extensible markup language (XML) 형태로 제공하여 병원 처방전달 시스템으로 자료를 전송하였다. 현장검사 정보관리자와 병원 처방전달 시스템과 연결하는 프로그램은 Delphi 7.0 (Borland Software Corporation, Capertino, CA, USA)을 이용하여 기기판매자가 선정한 전산담당자와 원내 전산팀이 함께 개발하였다. 또한 모든 검사 결과는 임상화학 담당자에 의해 관리되며 자동검증을 통해 병원 처방전달체계에서 검색, 조회할 수 있는 전산망을 설치하였다.

2) 사용자 교육 및 설문조사

검사자 실무교육은 간호사의 3교대를 고려하여 각 병동별로 3회 연속 시행하였는데, 주 내용은 바코드 스캔, 시험지봉에 환자 검체를 바르게 묻히는 방법 등 검사 수기에 관한 것이었다. 또한, 정도 관리 시행의 중요성과 정도관리 결과의 이상 시 진단검사의학과에 꼭 알려야 함을 교육하였다. 혈당 현장검사 주 사용자 25명을 대상으로 설문 조사를 실시하여 혈당 현장검사 전산망 시스템에 대한 만족도를 알아보았다. 첫 번째 문항은 전산망 연결 후 검사결과에 대한 신뢰도가 연결 이전보다 향상되었는지에 대해 '매우 향상되었다, 향상되었다, 별 변화 없다, 더 나빠졌다'로 하였다. 두 번째는 혈당 현장검사 전산망을 통해 진단검사의학과에서 정도관리 결과를 확인하고 있는 것을 알고 있는지에 대해 '알고 있다, 모른다'로 응답하게 하였다. 세 번째 설문은 혈당 현장검사 기기를 직접 사용하는 것에 대해 '편리하다, 그저 그렇다, 부담스럽다'로 하였다.

3) 정도관리

전용 정도관리 물질(glucose and ketone control solution, MediSense^R)인 2가지 농도의 혈당용액을 이용하여 1일 1회 실시하도록 하였다. 정도관리 결과는 Levey-Jennings chart로 관리되어지며 정도관리 물질의 검사결과가 허용 범위를 초과하였을 시에는 환자 검체 검사가 불가능하여 진단검사의학과 담당자에게 연락하도록 조치하였다.

4) 정밀도

정밀도는 전용 정도관리물질(RNA medical Brand CVC GL4, i-STAT^R Analyzer)인 5가지 농도의 혈당용액을 이용해 National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS)[3]의 지침에 따라 각 농도에 따라 7개의 병동에서 1일 2회, 1회 2번씩 5일간 반복 측정하여 평가하였다.

5) 검사보고시간의 평가

혈당측정기의 전산망 구축 전인 2004년 1월에서 5월까지와 전산망 구축 후인 2005년 1월부터 5월까지 접수된 혈당검사에 대하여, 채혈에서 접수, 접수에서 보고까지로 나누어 검사보고시간을 비교 분석하였다.

결 과

1. 정도관리

각 병동 혈당측정기의 정도관리는 중앙 검사실 임상 화학부에서 관리할 수 있는 시스템이며 결과값은 Levey-Jennings chart로 관리하여 기기의 신뢰도를 확보할 수 있었다.

2. 정밀도

결과값을 알고 있는 5개의 전용 정도관리물질에 대한 검사내 정밀도 및 총 정밀도 변이계수는 10% 이하로 양호한 결과를 보였다(Table 1).

3. 검사보고시간

혈당측정기의 현장검사 실시 후 검체를 검사실로 이동시키지 않고 병동이나 외래에서 직접 접수하므로 채혈하여 검사를 시행하고 결합(docking) 시스템에 접속시켜 접수하는 시간은 43.6 ± 17.5 분에서 28.5 ± 17.2 분으로 의미 있게 감소했다($P < 0.0001$). 또한 현장검사의 전산망이 구축되어 검사 후 결합 시스템에 접속하면 바로 접수되고 자동검증에 의해 보고되므로 접수에서 보고까지의 검사 보고시간도 평균 3.63분에서 0.51분으로 현저한 감소를 보였다($P < 0.0001$)(Table 3).

4. 사용자 설문조사

진단검사의학과와 전산망 연결 후 검사결과에 대한 신뢰도가 연결 전보다 향상되었는지에 대해 응답자의 8%가 '매우 향상되었다', 80%는 '향상되었다'고 응답하였다. 혈당 현장검사 전산망을 통해

진단검사의학과에서 정도관리 결과 확인을 하고 있는 것을 알고 있는지에 대해 76%에서 '알고 있다'로 응답하였다. 혈당 현장검사 기기를 직접 사용하는 것에 대해서는 '편리하다'가 36%, '그저 그렇다'가 60%였고 단지 4%에서 '부담스럽다'라고 응답하였다.

고 찰

전혈 혈당측정기는 눈부신 발전으로 각 병동에서도 손쉽게 혈당에 대하여 현장검사를 시행하게 되었고, 검사실 접수에서 보고까지의 시간과 처방 입력 후 환자 처치까지의 시간 모두 10-15분이 감소하였다는 보고가 있었다[4]. 국내에서 시행한 평가에서도 자가혈당측정기의 분석능에 있어서는 직선성, 정밀성, 상관성이 우수하고 검사수거나 검사자에 의해 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났다[5]. 그러나 이전 혈당측정기의 대부분은 빠르고 정확하나 결과 저장과 전송이 불가능하여, 수기 입력의 오류와 누락 가능성이 있었고, 이런 점을 보완하기 위해 개발된 혈당측정기는 결과 저장과 전송이 가능하고 정도 관리 결과의 내려받기(download)는 가능해졌으나 무류형 컴퓨터(laptop computer)를 사용하여야 하므로 이동이 어렵고 많은 노동력을 필요로 했다. 최근에 개발된 제3세대 혈당측정기는 별도의 컴퓨터가 필요 없이 병동 등에서 시행한 현장검사 결과가 결합 시스템에 쏴기만 하면 중앙검사실 정보계로 쉽게 전송되고 저장되어 편리하게 전산망 구축이 가능하게 되었다[6].

특히, 당뇨병 환자에서는 혈당치를 정확히 측정하여 신속히 처방하고 치료하는 것이 합병증 예방에 중요하므로, 혈당측정이 신속한 검사결과를 볼 수 있는 현장검사로써 점차 많이 시행되고 있다. 그러나, 혈당 현장검사에 대해서도 병원 처방전달체계와의 전산망 구축이 필요하며, 현장검사 기기의 전산망에 있어서는 다음과 같은 사항들을 고려해야 한다. 첫째, 병원 처방전달체계와 현장검사 결과가 정확하고 원활하게 연결되어야 하고, 둘째는 여러 병동에 비치되어 있는 현장검사 기기들의 결과 값과 정도 관리 결과를 중앙 검사실에서 관리할 수 있어야 하며, 마지막으로 과다한 비용이 들지 않으면서 전산망 구축이 가능하여야 한다[7, 8].

작년 8월부터 본원에서 가동 중인 혈당 현장검사의 전산망 시스

Table 1. Precision of QC results relative to the 5 different glucose concentrations (n=28)

Target value (mg/dL)	N	Mean \pm SD (mg/dL)	Within-run CV (%)	Total CV (%)
33	28	33.04 \pm 2.08	4.76	6.30
111	28	109.86 \pm 5.28	4.16	4.80
216	28	208.50 \pm 9.87	4.55	4.73
293	28	280.21 \pm 13.29	3.58	4.74
398	28	416.82 \pm 21.55	5.27	5.17

Table 2. Turnaround time (TAT) of glucometers

Period	N	TAT from collection to the specimen receipt to the LIS (min)		TAT from receipt to the report of LIS (min)	
		Mean \pm SD (min)		Mean \pm SD (min)	
5 months (2004)	17,796	43.6 \pm 17.5		3.63 \pm 19.21	
5 months (2005)	31,513	28.5 \pm 17.2	$P < 0.0001$	0.51 \pm 6.18	$P < 0.0001$

Abbreviations: min, minutes; LIS, laboratory information system.

템에서는 바코드 스캐너가 부착되어 있는 혈당측정기를 이용해 검사 수행 시 환자 정보나 검사자 정보를 검사 결과와 함께 자체 서버에 저장할 수 있다. 저장된 결과는 QC Manager 3.0 (MediSense[®], Abbott Laboratories Co., Benford, Massachusetts, USA)이라는 결과 관리 프로그램에 의해 검사실 정보계로 전송되고 병원 처방전달체계에서 사용자가 원하는 형태로 결과를 검색할 수 있어 결과와 병원 정보 시스템의 연결이 원활하게 이루어졌다. 5가지 농도의 전용 정도관리물질에 대한 검사내정밀도 및 총정밀도 변이계수는 모두 10% 이하로 양호한 결과를 보였다. 정도관리는 정도관리물질에 표기되어 있는 바코드를 인식하여 환자에게 하는 검사 과정과 동일하게 수행하였고, 저장된 결과들은 진단검사의학과에서 관리가 가능하였다. 혈당 현장검사의 전산망 구축은 기기제 공회사에 의해 선정된 정보개발자의 도움을 받았다. 장비를 결합 시스템에 접속시키면 실시간으로 접속되고 전산망에 의해 보고되므로, 검체 채혈에서 접수, 접수에서 보고까지의 검사보고시간이 의미 있는 감소를 보였다.

혈당 현장검사 전산망 구축 후 시행한 설문조사에서 검사결과에 대한 신뢰도가 향상되었다고 응답자의 88%가 응답했고, 기기 사용에도 크게 부담을 느끼지는 않았으나, 진단검사의학과에서 정도관리 결과에 대해 관리하고 있는 것에 대한 인지도는 76%로 정도관리에 대한 교육이 더 필요할 것으로 생각되었다.

위와 같은 전산망을 구축하는 데 발생된 문제점을 살펴보면, 시행 초기에는 간호사들의 기기 사용 미숙에 따른 스캔 오류가 가장 많았고 이는 기기 사용이 익숙해짐에 따라 차차 줄어들었다. 혈당측정기를 결합 시스템에 꽂아 놓아도 결과값이 전송되지 않는 경우가 있었는데 이는 바코드의 불량 등에 의해 정확한 검체 번호가 인식되지 않아 결과값과 검체가 정확한 조합을 이루지 못한 경우로 수기 입력이 불가피하였다.

근거리 통신망을 이용한 현장검사의 전산망 구축은 혈당측정기 외에도 혈액가스 검사를 국내에서 구축한 보고가 있었으며 이는 점점 증가할 것이다[9]. 앞으로는 하나의 기기에 대한 전산망 구축이 아닌 여러 종류의 기기들을 근거리 통신망으로 연결하고 통합적으로 중앙검사실에서 정도관리를 감시할 수 있는 전산망 구축이 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로, 본원의 경험에 의하면, 혈당 현장검사의 전산망 구축을 통해 현장에서 빠르고 신속하게 검사한 결과값을 중앙 검사실에서 관리할 수 있고, 정도 관리에 관한 교육과 통제가 되어 당뇨병 환자의 관리에 도움을 줄 수 있다. 그러나 각 병원에서 전산 시스템 구축 시 반드시 기기 회사에서 제공하는 전산망 시스템과 각 병원의 검사실 정보계/처방전달체계 사이에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 고려하는 것이 중요하다고 사료된다.

요 약

배경 : 검사실은 현장검사의 처방에서 보고까지 모든 과정을 검

증하고 관리할 수 있길 원했고, 최근 현장검사 기기들은 결과 관리 시스템(Data Management System, DMS)을 통해 기기와 검사실 정보계를 직접 연결해줄 수 있게 되었다. 이에 저자들은 혈당 현장검사의 전산망을 구축한 경험이 있어 보고하는 바이다.

방법 : 본원에서는 2004년 8월부터 현장검사 혈당측정기 Precision PCx (Abbott, USA)로 전산망을 구축하였고 Quality Control Manager[™] (QCM) 시스템을 통해 16개 병동의 현장검사 혈당측정기와 검사실 정보계를 연결하였다. 5가지 다른 혈당 농도의 정도관리 물질을 이용해 검사내정밀도와 총정밀도 변이계수를 구하여 정밀도를 평가하였고, 현장검사 시행 전후의 검사보고시간의 차이를 알아보고자 2004년 5개월간 처리한 전혈 혈당검사 17,796건과 2005년의 5개월간 시행한 혈당 현장검사 31,513건을 비교하였다.

결과 : 정밀도 측정에서 검사내, 총정밀도 변이계수 모두 10% 이하로 나타났고, 혈당 현장검사는 검사실 전혈 혈당측정기를 사용할 때보다 채혈에서 검사실 접수까지의 검사보고시간을 43.6 ± 17.5 분에서 28.5 ± 17.2 분으로 의미 있게 감소시켰다($P < 0.0001$). 사용자 설문조사에서 88%의 응답자가 진단검사의학과와 전산망 연결 후 검사결과에 대한 신뢰도가 향상되었다고 응답하였다.

결론 : 혈당 현장검사는 결과 관리 시스템을 이용하여 전산망 연결이 가능하게 되었고 이 전산망으로 정도관리를 중앙검사실에서 감시하고 조절할 수 있게 되었다.

참고문헌

1. Handorf CR. Background-setting the stage for alternate-site laboratory testing. Clin Lab Med 1994;14:451-8.
2. Worth R, Home PD, Johnston DG, Anderson J, Ashworth L, Burrin JM et al. Intensive attention improves glycaemic control in insulin dependent diabetes without further advantage from home blood glucose monitoring: results of a controlled trial. British Medical J 1982; 285:1233-40.
3. National Committee for Clinical Laboratory Standards: Evaluation of precision performance of clinical chemistry devices-2nd ed. Tentative guideline. Document EP5-T2. Vilanova, PA. National Committee for Clinical Laboratory Standards. 1992.
4. Kilgore ML, Steindel SJ, Smith JA. Evaluating stat testing options in an academic health center: therapeutic turnaround time and staff satisfaction. Clin Chem 1998;44:1597-603.
5. Lee SY, Lee SG, Kim JW, Min WK, Park HS. Evaluation of precision Q.I.D[®] glucose testing system. Korean J Clin Pathol 1999;19:425-32. (이수연, 이성규, 김종원, 민원기, 박효순. 자가혈당측정기 Precision Q.I.D[®] 평가. 대한임상병리학회지 1999;19:425-32.)
6. Lewandrowski E, Mac Millan D, Misiano D, Tochka L, Lewandrowski K. Process improvement for bedside capillary glucose testing in

- a large academic medical center: the impact of new technology on point-of-care testing. *Clin Chim Acta* 2001;307:175-9.
7. Halpern NA and Brentjens T. Point of care testing informatics. *Crit Care Clin* 1999;15:577-91.
8. Blick KE. The essential role of information management in point-of-care/critical care testing. *Clin Chim Acta* 2001;307:159-68.
9. Cha CH, Lee WC, Lee YW, Kim YC, Kim YH, Chun SI, et al. Installation of data management system for point of care blood gas analyzers using local area network. *Korean J Lab Med* 2005;25:471-6. (차충환, 이우창, 이용화, 김영철, 김윤희, 전사일 등. 근거리 통신망을 이용한 혈액가스 현장검사 정보관리 시스템 구축. *대한진단검사의학회지* 2005; 25:471-6.)