



# 입원환자의 일반화학 검사 업무 과정 개선을 통한 결과보고시간 단축

## Reducing the Reporting Time by Improving Laboratory Processing for Inpatient Routine Chemistry Tests

조은정<sup>1</sup> · 박경진<sup>2</sup> · 고대현<sup>2</sup> · 홍 훈<sup>2</sup> · 이우창<sup>2</sup> · 전사일<sup>2</sup> · 민원기<sup>2</sup>

Eun-Jung Cho, M.D.<sup>1</sup>, Kyoung-Jin Park, M.D.<sup>2</sup>, Dae-Hyun Ko, M.D.<sup>2</sup>, Hoon Hong, M.T.<sup>2</sup>, Woochang Lee, M.D.<sup>2</sup>, Sail Chun, M.D.<sup>2</sup>, Won-Ki Min, M.D.<sup>2</sup>

가톨릭대학교 의과대학 의정부성모병원 진단검사의학과<sup>1</sup>, 울산대학교 의과대학 서울아산병원 진단검사의학과<sup>2</sup>

Department of Laboratory Medicine<sup>1</sup>, The Catholic University of Korea, Uijeongbu St. Mary's Hospital, Uijeongbu; Department of Laboratory Medicine<sup>2</sup>, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** The returning time of inpatient specimen analysis is usually slow because phlebotomists deliver all the collected specimens at the end of their work cycle. In addition, manual specimen reception further delays the reporting time and imposes a heavy workload on the technical staff, thus compromising effectiveness. Therefore, we have created an automated specimen reception system to tackle testing delays and enhance the efficiency and quality of specimen collection and handling.

**Methods:** In May 2015, the pre-analytical processing of inpatient samples was renovated. We automated the specimen reception in parallel with barcode printing and introduced pneumatic tubes to deliver samples for routine chemistry tests. We compared the reporting time of the automated system with that of the manual system and analyzed the distribution pattern of the specimens according to handling time.

**Results:** The median reporting time was advanced by 41 minutes, from 09:33 AM to 08:52 AM for the manual and automated reception, respectively. Moreover, with the reduction in hands-on time, the blood specimens reached the laboratory immediately after phlebotomy, thereby improving the processing efficiency by spreading out the interval during which the specimens arrived in the laboratory. Additionally, the new system allowed the identification of the phlebotomist who collected the specimens and tracking the specimens from collection to test result.

**Conclusions:** With the introduction of our automatic reception system, the reporting time was considerably reduced. Therefore, the satisfaction of the clinician and the technical staff was improved.

**Key Words:** Automated reception, Inpatient laboratory, Reporting time, Workflow

## 서 론

검사실의 질을 결정하는 요소에는 검사의 정확도, 정밀도 그리고 보고시간의 적시성이 있으며, 특히 검사 결과보고시간은 임상

**Corresponding author:** Won-Ki Min

Department of Laboratory Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Korea  
Tel: +82-2-3010-4503, Fax: +82-2-478-0884, E-mail: wkmin@amc.seoul.kr

Received: July 12, 2016

Revision received: September 1, 2017

Accepted: December 12, 2017

This article is available from <http://www.labmedonline.org>

© 2018, Laboratory Medicine Online

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의의 검사에 대한 만족도를 결정하는 중요한 요소이다[1, 2]. 653개의 기관을 대상으로 한 College of American Pathologists (CAP) Q-Probe Study에 따르면 오전 정규검사의 결과보고시간을 분석한 결과 전체 검사의 50번째 백분위수가 오전 9시 이전에, 90번째 백분위수가 11:30분 이내에 보고되고 있다고 밝힌 바 있다[3]. 또한 138개의 기관을 대상으로 시행한 임상 만족도 설문조사에서는 검사의 질과 신뢰성에는 약 90%에서 우수한 등급의 만족도를 보였지만, 응급(stat)검사와 일반(routine)검사의 검체의 turnaround time (TAT)에 대해서는 낮은 만족도를 보였고, 오전 정규검사 결과 보고시간에 대한 요구도가 매우 높은 것으로 나타났다[4, 5].

저자들의 기관에서는 1998년 외래 채혈실의 분석 전 단계에서의 재조직화를 시행하여 채혈과 동시에 검체가 접수되어 접수부터 검사 결과보고를 한 시간 이내로 하는 'one stop service'를 시행하고 있다. 반면, 병동 검사의 경우 바코드 출력에서 검체 접수까지

의 과정이 수기로 이루어지고 있다. 저자의 검사실의 TAT는 검체의 접수부터 결과보고시간까지로 정의되며, 2015년 3월 한 달 동안 목표 TAT인 60분을 초과하는 비율이 일반화학 검사에서 외래 4.1%인 반면, 입원은 43.4%로 TAT 초과 검사건수가 입원환자에서 높게 관찰되었다. 외래 채혈업무 개선을 통한 TAT 단축으로 외래 검사에 대한 임상과의 환자들의 만족도가 향상된 반면, 입원환자 검사에서 TAT 평균이 64.1분으로 측정되었지만 임상과의 처방시점부터 TAT의 시작시점으로 생각하여 입원환자의 보고시간 단축에 대한 요구가 있었다.

기존 입원환자 검사 업무과정은 병동 간호사가 병동에서 검사 처방목록을 검사정보시스템(laboratory information system, LIS)에서 조회하여 채혈목록과 바코드를 출력하는 것부터 시작되었다(Fig. 1). 이후 채혈원은 검체 시험관에 바코드를 부착한 후 채혈을 시행하고, 담당하는 모든 병동의 채혈이 완료된 후 검체를 모아 검사실로 운반하였다. 검사실에 도착한 검체는 분류기를 통과하여 각 검사항목별로 분류된 후 원심과정을 거친다. 이후 검사실 직원이 수기로 검체를 접수하여 검체 시험관에 접수번호(work number)를 기입한 후 장비에 장착하여 검사를 진행하였다. 따라서 검체 접수와 운반시간에서 많은 시간이 소요되고 있는 실정이었다. 또한 오전시간 약 7,000개의 검체가 집중되어 검사자의 업무부담을 가중시키고, 사무 착오가 발생할 수 있는 문제점이 있었다. 따라서 검사 전 단계에서의 업무개선을 위하여 병동검체 자동접수시스템을 도입하였다.

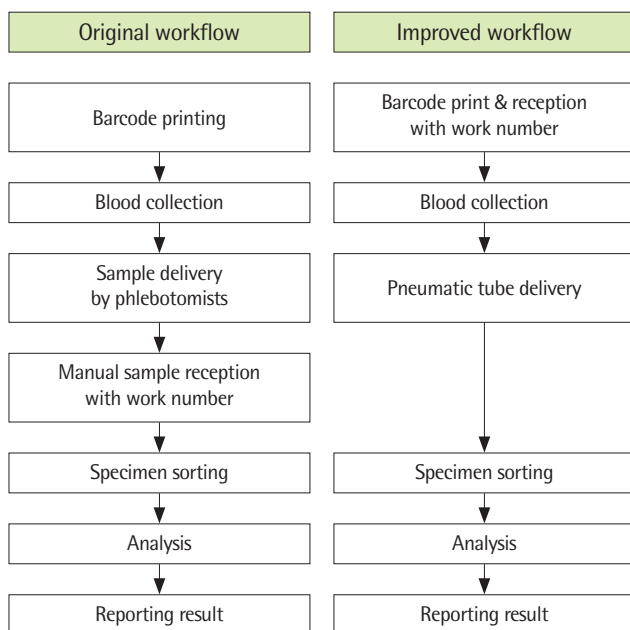


Fig. 1. Improvement of the inpatient specimen processing workflow after the introduction of the automated specimen reception system.

## 연구 대상 및 방법

2015년 5월부터 병동환자의 일반화학검사서에서 바코드를 출력하면 검체가 자동으로 접수되어 바코드 라벨에 접수번호가 생성되는 전산시스템을 개발하여 검체 자동접수를 시행하였으며, 검체의 운반이 기송관을 통하여 병동별로 신속하게 이루어지도록 개선하였다.

먼저 병동 간호사가 병동 전산프로그램에서 검사 처방목록을 확인하여 자동접수 검체목록으로 검체를 지정하면, 채혈원이 지정된 검체들을 채혈목록에서 확인 후, 바코드를 출력하면 동시에 검체가 자동으로 접수되도록 하였다(Fig. 1). 해당 병동의 채혈이 완료 후, 병동 간호사가 기송관을 통하여 검체를 검사실로 전송하도록 하였다. 검사실에 도착한 검체는 분류기 통과 후 분류되어 각 검사분야로 분산되어 검사가 진행되게 된다. 분류기 스캔 후 검체 접수시각이 바코드 출력시각에서 분류기 통과시각으로 바뀌게 되어 최종 접수시각으로 전산시스템에 갱신(update)된다. 또한 환자의 채혈 거부 또는 부재 등의 사유로 채혈이 실시되지 않은 미채혈 검체의 경우 채혈원이 검사정보시스템의 자동 접수 취소 프로그램을 통하여 채혈 미실시 환자의 바코드를 스캔하면 자동으로 접수가 취소가 되도록 하였다.

## 결 과

병동검체 자동접수시스템의 도입으로 병동 및 검사실 업무가 개선되었다. 첫째로, 결과보고시간이 앞당겨졌다. 자동접수시스템의 도입으로 수기 접수에 걸리는 시간과 기송관의 도입으로 검체 운반에 소요되는 시간이 단축되었다. 검체 한 개를 수기로 접수하는 시간은 약 6초 정도 소요되어 오전에 병동환자 1,000개의 검체를 접수하는데 약 100분이 소요되었으나 자동접수 도입으로 수기 접수 업무에 소요되는 시간이 사라졌다. 또한 검체 운반이 한 개의 병동에서 채혈이 완료된 후 기송관을 통하여 이루어져 채혈원이 담당하는 여러 병동의 채혈이 모두 완료된 후 이뤄진 것과 비교하여 검체 운반시간은 단축되었다고 할 수 있다. 검체 자동접수 시행 전과 후 한 달 동안의 결과보고시간을 분석한 결과 자동접수 이전 보고시간의 중앙값(사분위간 범위)은 오전 09:33(오전 08:39~10:29)이었으며, 도입 후에는 오전 08:52(오전 07:55~09:58)으로, 보고시간이 약 41분 단축되었다(Table 1).

## 고 찰

자동접수 시행 이전의 경우 수기로 검체가 접수된 후 검체가 분류기를 통과하면 분류기 통과시간이 최종 접수시간으로 바뀌게

**Table 1.** Comparison of the average turnaround time between manual (from March 1, 2015 to March 31, 2015) and automated (from June 1, 2015 to June 30, 2015) specimen reception system for routine chemistry relative to reporting time

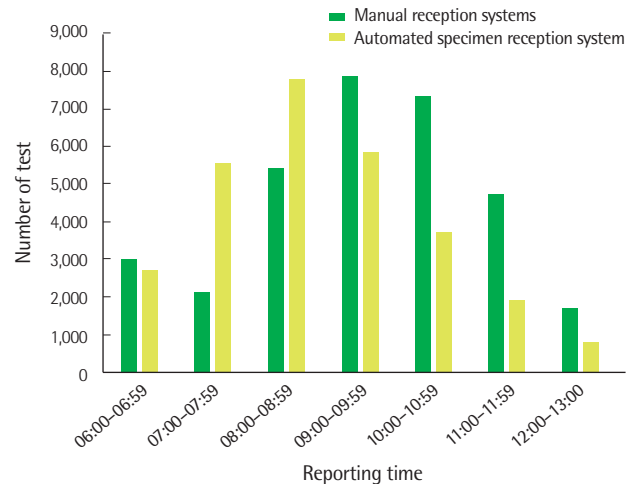
Reporting time	Manual specimen reception		Automated specimen reception	
	No. of tests (%) <sup>*</sup>	TAT (min)	No. of tests (%) <sup>*</sup>	TAT (min)
05:00-05:59	3,544 (6.0)	52.6	2,658 (5.2)	50.6
06:00-06:59	2,984 (5.1)	52.6	6,345 (12.5)	50.3
07:00-07:59	4,807 (8.1)	57.7	11,158 (22.0)	64.5
08:00-08:59	14,155 (24.0)	66.2	6,751 (13.3)	72.4
09:00-09:59	8,969 (15.2)	81.1	3,554 (7.0)	62.2
10:00-10:59	3,461 (5.9)	57.6	2,251 (4.4)	47.2
11:00-11:59	2,098 (3.6)	45.4	1,049 (2.1)	41.7

<sup>\*</sup>Percentages are calculated as "number of tests in a specific reporting time frame/total number of tests in one month".

Abbreviation: TAT, turnaround time.

되어 현재의 전산시스템에서 계산된 TAT는 오히려 자동접수 도입 후가 더 길어진 것처럼 보여졌다. 이는 자동접수시스템의 도입 후에는 검사실에 도착한 검체가 바로 분류기를 통과하므로 검체의 최종 접수시간은 분류기 통과시간이 되어 이전과 비교하여 접수 시간이 늦어진 것처럼 관찰되기 때문이다. 그러나 자동접수 시행 이후에도 채혈이 이루어지는 시간은 기존과 동일한 시간에 이루어 지므로 보고시간이 앞당겨짐에 따라 채혈부터 결과보고시간까지 가 단축되었다고 판단할 수 있다. 또한 자동접수 시행 전과 후 결과 보고시간대별로 검체가 집중되는 시간대 분포의 차이를 보였으며, 자동접수 시행 후 오전 6:00-9:00에 정규검사의 약 50%의 결과가 보고되었다(Table 1, Fig. 2). 두 번째로 검체 시험관에 작업번호를 잘못 기입하는 사무오차와 검사자의 업무부담이 감소되었다. 세 번째로 채혈자 확인과 검체의 추적이 가능해졌다. 채혈자가 직접 검사정보시스템의 채혈 프로그램을 통하여 바코드를 출력하기 때문에 검체 정보에 채혈자의 정보가 입력되어 채혈자 확인이 가능해졌다. 또한 분류기의 활용으로 검체 도착 확인을 하여 검체 분실 여부를 추적할 수 있게 되었다. 6월 한 달 동안 입원환자의 검체 추적(specimen tracking)을 모니터링한 결과 미채혈로 자동접수가 취소된 일반화학 검사건수는 402건(0.8%)이었다. 자동접수된 검체가 검사실로 운반된 후 분류기를 통과하지 않은 경우는 294건(0.6%)이었다. 이 경우의 대부분은 소아의 microtube 검체 또는 바코드 불량으로 분류기 스캔이 되지 못한 경우였으며, 기송관을 통한 검체 전송실패가 일부 존재하였다. 또한 분류기 스캔 후 검사실 내 검체의 분실은 약 0.02%로 확인되었다.

결론적으로 병동환자 검체 자동접수시스템의 도입으로 검사실의 업무가 개선되어 보다 효율적인 검사실 업무처리가 가능해졌으며, 또한 결과 보고시간이 앞당겨짐으로써 임상과의 검사자의 만족도를 향상시킬 수 있었다고 사료된다.



**Fig. 2.** Changes in the reporting time in terms of number of tests between the automated specimen reception system (from June 1, 2015 to June 30, 2015) and manual reception system (from March 1, 2015 to March 31, 2015).

## 요 약

**배경:** 병동검체의 처리과정은 채혈원이 담당하는 병동 채혈이 모두 완료된 후 검체를 운반하여 운반시간의 지연이 문제가 되고 있었다. 또한 검체의 수기접수과정은 결과보고시간을 지연시키고 검사자의 업무부담을 가중시켜, 검사시스템의 효율성 저하를 야기하고 있었다. 따라서 저자의 검사실에서는 결과보고 지연을 해결하고, 검체의 채취 및 처리과정의 효율성과 질을 향상시키기 위해 병동검체 자동접수시스템을 도입하였다.

**방법:** 2015년 5월부터 병동 환자 검사의 분석 전 단계에서 업무개선을 하였다. 일반화학 검사에서 바코드를 출력하면 검체가 자동으로 접수되어 바코드 라벨에 접수번호가 생성되는 전산시스템을 개발하여 검체 자동접수를 시행하였으며, 검체의 운반이 기송관을 통하여 이루어지도록 개선하였다. 자동접수 전과 후의 검사결과보고시간을 비교하였으며, 시간대에 따른 검체의 분포양상을 분석하였다.

**결과:** 검사 결과보고시간의 중앙값은 자동접수 도입 이전과 이후 각각 오전 09:33과 오전 08:52으로 결과보고시간이 기존과 비교하여 평균 41분 단축되었다. 수기접수 업무가 사라지고, 개별 병동 채혈이 완료된 후 검체가 운반되어 검사실에 검체가 도착되는 시간대가 분산됨으로써 검체 처리업무의 효율성이 향상될 수 있었다. 또한 채혈자 확인과 채혈부터 결과보고까지 검체의 추적이 가능해졌다.

**결론:** 자동접수시스템의 도입으로 일반화학 검사에서 응급검사를 시행하지 않더라도 보고시간이 단축되었다. 따라서 임상과의 검사자의 만족도를 향상시킬 수 있었다.

## REFERENCES

1. Breil B, Fritz F, Thiemann V, Dugas M. Mapping turnaround times (TAT) to a generic timeline: a systematic review of TAT definitions in clinical domains. *BMC Med Inform Decis Mak* 2011;11:34.
2. Pati HP and Singh G. Turnaround time (TAT): difference in concept for laboratory and clinician. *Indian J Hematol Blood Transfus* 2014;30:81-4.
3. Steindel SJ, Jones BA, Howanitz PJ. Timeliness of automated routine laboratory tests: a College of American Pathologists Q-Probes study of 653 institutions. *Clin Chim Acta* 1996;251:25-40.
4. Jones BA, Bekeris LG, Nakhleh RE, Walsh MK, Valenstein PN. Physician satisfaction with clinical laboratory services: a College of American Pathologists Q-probes study of 138 institutions. *Arch Pathol Lab Med* 2009;133:38-43.
5. Novis DA and Dale JC. Morning rounds inpatient test availability: a College of American Pathologist Q-Probes study of 79,860 morning complete blood cell count and electrolyte test results in 367 institutions. *Arch Pathol Lab Med* 2000;124:499-503.