

의학교육에서 웹 기반 시험의 시행 경험

충북대학교 의과대학 외과학교실

박진우 · 장이찬 · 최재운 · 이상전

= Abstract =

The Experience of Web-Based Test in Medical Education

Jin-Woo Park, MD, Lee-Chan Jang, MD, Jae-Woon Choi, MD, Sang-Jeon Lee, MD

Department of Surgery, College of Medicine, Chungbuk National University

Purpose: Though web-based tests have many advantages, they do not become the main test form in medical education because of their many technical or operational limitations. We have developed a new web-based test system to overcome these limitations and, ultimately, to replace conventional paper and pencil tests.

Methods: We developed a web-based test system using a windows 2000 server, mySQL, visual basic 6.0 and ASP script as developing tools. We applied this system to formal examinations. The system was modified and optimized based on users' demands and problems identified during testing.

Results: Since web-based testing was first administered in 2003 to the third-year students during their clinical practice examinations, it has been used in 51 examinations at the College of Medicine in Chungbuk National University. In 2004, it was used in more than a half of the regular examinations at our medical college. At the beginning, lecturers were reluctant to adopt a new test system because of unfamiliarity and fear of additional workload. Shortly, however, they found that they were able to handle the multimedia contents more easily and obtain much information from results analysis without additional work. Examinees also favored web-based tests in presenting multimedia data but had some difficulties in focusing on the test. Overall, examinees' preference for web based tests was comparable to conventional tests. According to user demand, we improved this test system by verifying question formats and making test analysis.

Conclusion: Web-based tests can replace paper and pencil tests in medical education. Improvement of this testing system is expected with serious and continuous concerns from examiners.

Key Words: Web-based test, Medical education, Multimedia

교신저자: 장이찬, 충북대학교 의과대학 외과학교실, 충북 청주시 흥덕구 개신동 62번지

Tel: 043)269-6037, Fax: 043)266-6037, E-mail: lcjang@chungbuk.ac.kr

* 이 논문은 2005년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

서 론

최근 의학 교육의 큰 방향은 실제적인 지식의 전달과 적절한 평가이다. 실제적인 지식을 전달하기 위해 환자의 모습이나, 신체 검사 소견, 방사선 검사 소견, 수술 과정, 검체의 현미경 소견 등 다양한 멀티미디어 정보가 의학 교육에 동원된다. 또한 적절한 평가를 위해 문항개발과 결과 분석, 피드백 과정 등이 필요하다. 그러나 기존의 필기시험으로 이런 방향을 추구하기는 쉽지 않다. 그림이나 사진을 쓰기 위해 별도의 시간과 경비가 필요하며, 소리나 동영상은 포함시키기 어렵기 때문이다. OMR 카드의 도입으로 보다 쉽게 평가 결과를 분석할 수 있지만, 여전히 시험자의 시간 사용이나 행동 특성 등을 분석하는 데는 어려움이 많다.

최근 컴퓨터와 인터넷의 확산으로 의학 교육에서도 컴퓨터를 이용한 교육(Computer-Assisted Instruction, CAD)이 활발하게 시도되고 있다(노연희 외, 1999; Johnson et al, 2004; Qayumi et al, 2004). 더불어 교육 후 평가와 인증에 있어서도 컴퓨터를 이용한 시험(Computer Based Test, CBT)이 도입되어 그 결과가 기대된다(Thompson et al, 1996; Johnson et al, 2004). 컴퓨터를 이용한 시험은 의학 교육의 평가에서 멀티미디어의 활용, 프로그래밍을 통한 실시간 시험자 감시, 자동화된 결과 분석 등 여러 가지 장점을 가진다.

그러나 실제 우리나라 의학 교육의 평가에서, 2000년 이전까지는 컴퓨터를 이용한 시험을 위해 개발된 상용 프로그램이 거의 보급되지 않았으며, 소수 대학에서 자체 개발한 프로그램을 이용하여 제한적으로 시험을 치루는 정도였다(선우일남, 1995; 박래웅 외, 1998; 송재철 외, 1999). 최근 몇 개 회사들이 컴퓨터를 이용한 시험의 상용 프로그램을 제공하고 있지만, 기존의 지필고사를 완전히 대체할 수 있다는 것과 경제적으로나 교육적으로 더 효율적이라는 것이 증명되지 않으면 도입이 쉽지는 않을 것으로 생각한다. 컴퓨터를 이용한 시험이 의학 교육에서 전면적으로 도입되기 위해서는 우선적으로 시설 투자를 하여야 하고, 출제자의 강력한 의지

와 적극적인 참여가 무엇보다 중요하다고 생각한다. 또한 새로 개발된 컴퓨터를 이용한 시험에서 기존의 시험에 비해 출제자의 행동양식의 변화나, 문항 입력을 위해 추가적인 업무가 최소화 되어야 한다.

이에 저자는 하드웨어 투자가 되지 않는 상태에서 의학 교육에 쉽게 적용 가능한 웹을 기반으로 한 시험 시스템을 개발하여 정규시험에 적용하여 기존의 지필고사를 대체한 과정과 시행상의 문제점과 그 해결과정을 소개하고 출제자와 시험자에게 어떤 장단점이 있는 지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

가. 대상

웹을 기반으로 한 시험은 의과대학 본과 학생을 대상으로 시행하였다. 3학년 실습 시험 등 간이 평가에 먼저 이용하고 모의 고사나 임상종합평가 등 학점이 부여되지 않는 시험에 우선적으로 도입하여 시행 착오를 거친 후 문제가 있으면 수정하고 정규 시험에 도입하였다. 정규시험 도입 후 설문조사를 시행하였다.

나. 프로그램 개발 원칙

웹을 기반으로 한 시험을 위한 하드웨어와 소프트웨어는 이 논문의 교신저자가 직접 개발하고 구성하였다. 그 동안의 교육 경험을 바탕으로 먼저 다음과 같은 프로그램 개발 원칙을 정하였다.

1. 출제자 편의성 존중: 기존의 출제 방식에서 큰 변화가 없어야 한다. 출제된 문제를 자동으로 웹으로 전환시켜, 웹을 기반으로 한 시험에 따른 부가적인 작업을 최소화한다. 이때, 웹으로 표현되지 않는 수식이나 글자, 그림 등이 없어야 한다.

2. 출제 방식의 다양성 유지: 기존의 필기시험에서 출제될 수 있는 모든 형태의 문제가 가능해야 한다.

3. 시험자 편의 존중: 시험 방식의 변화가 시험자의 평가에 주는 영향을 최소화한다. 기존의 필기시험과 같은 정도로 읽고, 이해하고, 집중할 수 있어야 한다.

4. 보안 유지: 해킹이나, 시험문제 유출, 시험자 상호간 혹은 컴퓨터나 인터넷을 통한 부정행위 등에 대비한다.

5. 발생 가능한 문제 예측과 그 대처 방안 확립: 정전이나 네트워크 혹은 컴퓨터의 기계고장으로 시험을 계속 진행하지 못할 때, 컴퓨터 보조 시험 (computer assisted test)이나 지필고사로 전환할 수 있게 대비한다.

다. 프로그램의 개발과 운용 시스템 구축

하드웨어는 Pentium III 1 GHz dual processor, Memory 1GB의 인텔서버를 사용하였고 운영체제는 Windows 2000 server를 사용하였다. 서버에 MS word 2000을 설치하였다.

웹프로그래밍 개발은 ASP언어를 사용하였고 MS information server에서 웹프로그래밍이 가동되었다. database서버는 mysql을 사용하고 web script와 웹페이지 작성은 editplus를 이용하여 작성하였다. 워드로 작성된 문제가 서버로 올라오면 문제를 웹페이지 형태로 전환시켜주는 서버프로그램은 비주얼베이직 6.0에서 작성하였다.

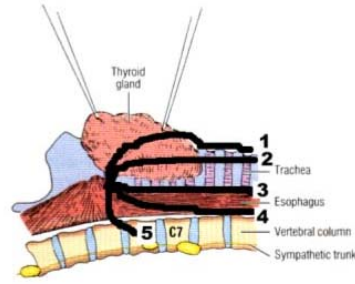
웹을 기반으로 한 시험 체계는 크게 네 부분으로 나누어 개발 하였다. 시험 대상자의 ID와 비밀번호를 발급하고, 시험문제가 규격에 맞는 지를 검사하는 시험 전 관리 프로그램, 시험문제가 로딩되면 자동으로 웹으로 전환하는 서버 프로그램, 시험자가 시험을 치를 수 있게 하는 웹 시험 모듈, 시험자의 성적과 문항 분석 자료를 출력하는 시험 후 분석 프로그램으로 구성하였다. 시험 모듈은 시험을 치는 중에만 사용되며, 학생들의 답안은 서버의 데이터베이스에 암호화하여 기록하였다.

라. 웹을 기반으로 한 시험의 운용

1) 시험 문제의 출제, 취합 및 웹으로 변환

출제자는 마이크로소프트 워드를 이용하여 시험 문제를 출제하였다. 문제의 유형은 기본적으로 기존의 필기 시험과 동일하며 각종 수식, 기호 및 멀티미디어 자료를 그대로 첨부할 수 있게 하였다. 정답은 답가지 다음에 ‘정답 :’이라고 적은 뒤에 기재하

갑상선 우엽을 들어올린 상태이다. Recurrent laryngeal nerve의 가장 흔한 주행 방향은 어느 것인가?



정답 : 3
해설) 70
~~~

**Fig. 1.** A sample question using a figure. Making questions for web-based tests is the same as for conventional tests except for adding a special marker, ‘정답 :’, before answers.

였다. 이 외에도 문제에 대한 정보를 추가로 입력할 수 있는데, ‘해설’, ‘출제자’ 등을 구분자로 이용할 수 있게 하였다. 다음 문제와의 구분은 ‘~~~’을 이용하였다. 출제자는 ‘정답 :’만 표시하면 되게 하였다 (Fig. 1). 출제된 문제를 취합하여 하나의 워드 파일로 합치고, 이를 서버에 올리면 수 분내에 자동으로 웹 문서로 변환되도록 프로그램 하였다.

**2) 시험장의 운용**

시험은 학생 1인당 1개 이상의 개인용 컴퓨터가 갖추어진 멀티미디어실에서 시행하였다. 웹에 접속하기 위한 ID와 비밀번호는 학생의 이름과 학번을 이용한 난수 발생 프로그램을 이용하여 만들고 개인용으로 인쇄하여 보관한 뒤, 시험 시작 직전에 개인별로 배포하였다. 학생들의 좌석은 임의로 배치하였고, 시험 직전에 좌석표를 게시하였다 (Fig. 2).

**3) 시험의 시작과 종료**

준비된 시험문제는 시험 직전에 서버에 올려 웹 형태로 전환하였다. 시험감독이 시험 대상자를 지정

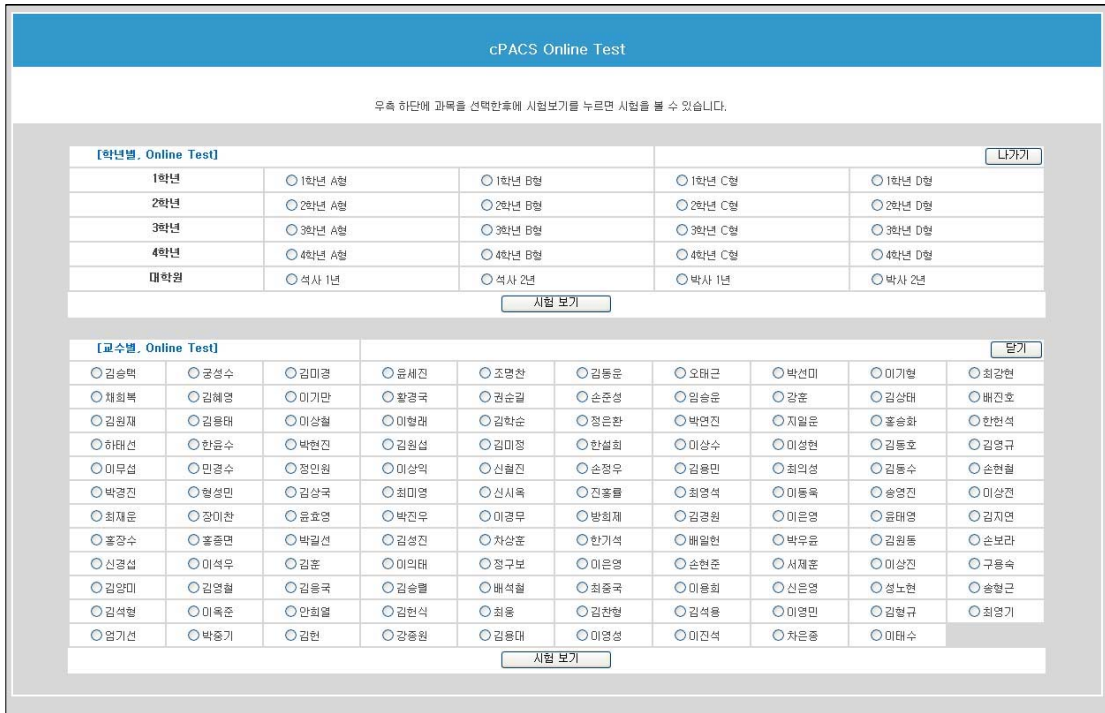


Fig. 2. Screen capture of the program controlling examinees. Examination director can control the status of each examinee using a management program.



Fig. 3. Web-based testing scene. Each examinee and his/her adjacent examinees solve different types of questions at any given time.

하고 시험허가를 하면 비로소 학생들은 배포된 ID와 비밀번호를 이용 웹에 로그인하여 시험을 볼 수 있게 하였다 (Fig. 3, 4). 한번 로그인하여 시험을 보

는 중간에는 같은 ID로 중복해서 시험을 볼 수 없게 하였다. 시험 중 시험자의 실수나 컴퓨터 이상으로 시험이 중단되면, 감독이 해당 시험에 대해 다시 로그인 하는 것을 허용해야만 시험을 계속해서 볼 수 있게 하였다. 이때 학생이 그 시간까지 푼 문제에 대한 답이 복구되도록 하였다. 시험 문제를 다 풀면, 해당 학생은 답안 제출 버튼을 클릭함으로써 시험을 종료할 수 있게 하였다.

#### 마. 웹을 기반으로 한 시험 시스템의 수정 및 보완

시작 단계에서는 시험을 보고 점수만 산출하는 정도에서 출발하여, 점차 기존의 지필고사를 대체하여 웹 기반 시험을 지속적으로 시행하는 단계로 이행할 계획을 세웠다. 개발자가 직접 시험 전 과정에 관여하면서 시행상의 문제점을 보고 느끼고, 출제자, 시험자와 시험 감독자의 의견을 들어 문제점을 도출하고 과내 교수의 조언을 참고하여 개선점을



Fig. 4. Screen capture of main display for examinees. Main display is composed of a question, an answer option-box, a questionnaire, and test information.

찾았다.

## 결 과

### 가. 웹을 기반으로 한 시험의 확대 시행 과정

충북대학교의과대학에서 웹을 기반으로 한 시험은 2003년 처음 시행되었는데, 교과 과정 중 상대적으로 중요도가 적은 시험부터 먼저 시행되었다. 외과 실습 시험을 시작으로 소그룹 실습학생의 평가로 3회 시행하여 시행상 큰 문제가 없음을 확인하고 2003년 4학년 졸업 시험에 도입하여 처음으로 한 학년 전체를 대상으로 실시하였다.

2004년 1학기부터는 마침내 정규시험에 웹을 기반으로 한 시험이 도입되기 시작하였다. 웹을 기반으로 한 시험은 2004년 10회 (1학기 6 과목, 2학기 4 과목), 2005년 27회 (1학기 17 과목, 2학기 10 과목)로 급격히 증가하여 2006년 현재까지 전 학년을 대상으로 51회의 정규시험에서 시행되었다. 2005년 한 해 동안 충북대학교 의과대학의 정규시험은 총

47회였는데, 이들 중 5회의 시험은 타 대학과 연계하여 치루어져 실시가 어려웠던 점을 감안한다면, 전체 42회의 정규시험 중 27회 (64.2%)에서 웹을 기반으로 한 시험이 적용되었다.

### 나. 시행 중 발생한 문제점과 그 해결책

#### 1) 하드웨어 구축

웹을 기반으로 한 시험은 2003년 임상 실습시험에 처음 적용되었는데, 20명 이내의 소그룹으로 당시 개인용 컴퓨터 (Client PC)를 25대 보유하고 있던 의과대학 멀티미디어실을 이용하여 치루어졌다. 그러나 같은 해 4학년 졸업시험에서 처음으로 한 학년 전체를 대상으로 확대 시행하고자 했을 때, 제일 먼저 봉착한 문제는 하드웨어의 부족이었다. 임시로 공과대학 실습관을 빌려 시험을 시행하였는데, Client PC는 Pentium III 800GHZ memory 256M의 컴퓨터로 운영체제는 windows 98이었다. 시험은 2일간에 걸쳐 총 8과목에서 시행되었다. 사용된 컴퓨터 15대에 한 대 꼴로 시험 문제의 그림이 보이지 않아 시

험 중 다른 컴퓨터로 이동하여야 했다. 프로그램의 사용법이 학생들에게 사전에 숙지되지 않아 첫날은 시험 중 사용방법에 대한 문의가 많았다. 둘째 날은 네트워크 장애로 다소 어려움이 있었지만 별 문제 없이 시험이 진행되었다. 이를 계기로 2003년 12월 의과대학 멀티미디어실의 하드웨어를 추가 구매하여 학년 단위의 시험을 수행할 수 있는 여건을 갖추었다. 이후 4학년 임상시험이 별다른 문제 없이 몇 차례 시행되었고, 마침내 2004년 1학기, 2학년 통합강의부터 웹을 기반으로 한 시험이 정규시험에 도입되었다.

## 2) 소프트웨어 보안

웹을 기반으로 한 시험의 시행 초기에 사소한 문제들이 여러가지 발생하였으나, 비교적 쉽게 극복할 수 있었다. 서버의 과부하로 인해 속도 저하가 발생하여 프로그램을 수정하였고, 출제자가 문제를 잘못 출제하거나 편집 중 실수가 발생하는 경우가 있어, 시험문제를 웹에 올리기 전에 점검하는 프로그램을 새로 추가하였다. 시스템의 불안정 또는 시험자의 부주의로 인한 로그아웃 등에 대비하여 실시간으로 시험자의 입력 내용을 백업하는 체계를 갖추었다. 백업된 데이터는 시험자가 그때까지 푼 문제에 연속하여 시험을 재개할 수 있게 해주었다. 시험 시행 초기부터 문항 평가를 위한 문제 분석 모듈을 추가하여 운영하였고, 점차 그 분석 항목을 세분화하였으며, 분석 결과를 출제자에게 되먹임하였다. 시험자의 시험 중 행동 특성을 알아보기 위해 문제 이동에 대한 정보와 사용 시간에 대한 정보를 분석하는 모듈을 추가하였고, 각 문항에 대한 설문 조사 모듈도 추가하였다. 주관식 채점은 웹 상에서 채점하도록 개발되었다가 나중에는 주관식 답안을 엑셀 파일로 출력하게 하여 채점을 용이하게 하였다.

## 3) 보안 대책

시행 초기에 문제를 미리 서버에 올려놓는 방식을 사용하였으나, 해킹의 가능성을 염려하는 출제자가 있어, 시험 직전에 자동화 프로그램을 이용하여 서버에 문제를 올리는 방식으로 변경하였다. 대리

시험의 가능성을 차단하기 위해 웹 접속을 위한 ID와 비밀번호는 별도의 프로그램을 통해 발생시켜 시험 직전에 배포하였다. 좌석 배치표 역시 시험 직전에 게시하였다. 시험자간의 부정행위를 막기 위한 조치로는 일단 답안을 제출하면 감독자의 허락 없이는 다시 로그인할 수 없게 프로그램 하였다. 시험자가 미리 컴퓨터에 파일을 저장하거나 다른 웹사이트를 참조할 가능성이 있는데, 이를 방지하기 위해 시험 전 모든 컴퓨터를 재부팅하고, 이때 하드웨어 보안관이 작동하여 학생들이 저장한 파일을 모두 지우게 했다. 또 시험 화면을 전체 화면 모드로 하여, 시험 중에 전체 화면 모드를 해지하면 부정행위로 간주하였다.

## 4) 시험 중 부정 행위 방지

2004년 1학기, 2학년 통합강의부터 웹을 기반으로 한 시험이 정규시험에 도입되었다. 첫 정규 시험에서는 학생들의 좌석이 가까워 (Fig. 3) 다른 사람의 모니터를 보고 부정행위를 할 수 있다는 가능성이 높게 제기되었다. 이는 같은 문제를 서로 다른 4개 조합으로 재구성하여, 이들 중 2개 조합의 문제를 풀게 하여 해결하였다. 시험자는 각자 2회 웹 서버에 접속하여 문제를 풀게 되는데, 같은 시간에 주위에 앉은 시험자와 서로 다른 조합의 문제를 풀도록 배치하였다. 또한 화면에서 글자크기를 9 pt로 하여 멀리서는 잘 보이지 않게 하였다.

## 5) 시험결과의 분석

별도의 프로그램을 통해 성적, 난이도, 분별도 등의 기본적인 분석 결과와 함께, 각종 문항 분석의 결과를 출력할 수 있게 하였다 (Fig. 5). 또한 시험 데이터베이스에는 학생이 최종적으로 선택한 답안에 대한 정보뿐 아니라 시간 운용에 대한 정보, 답안 수정 정보, 설문에 대한 반응 등 여러 가지 정보가 기록되어 추가의 분석에 사용할 수 있게 하였다.

## 다. 설문 조사 결과

웹을 기반으로 한 시험을 시행 후 두 차례에 걸쳐 시험자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 가독성,

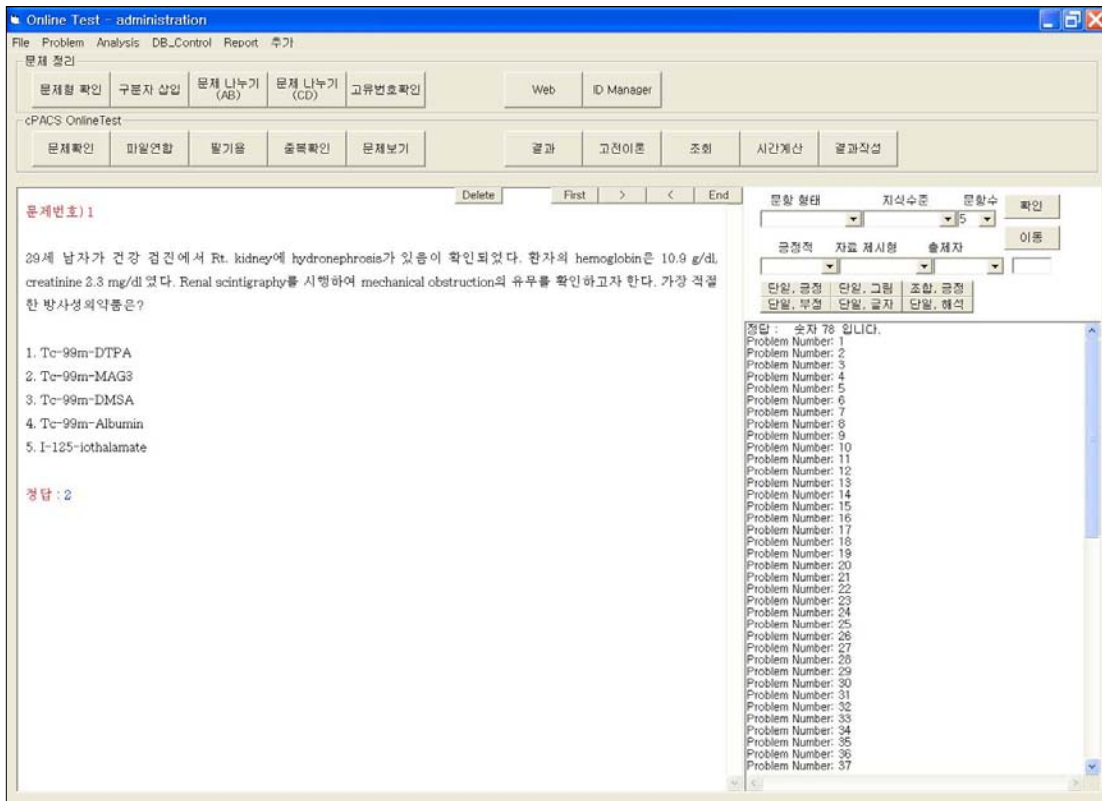


Fig. 5. Screen capture of the program performing test analysis. Test result can be analyzed automatically by a package program.

Table I. Results of Questionnaire Comparing Web-Based Tests with Conventional Tests in 2005 (n=74)

| Web-based tests vs. conventional tests                                         | Yes | Equivocal | No |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|----|
| Read and understand questions more easily                                      | 24  | 19        | 31 |
| Focus on the test more steadily                                                | 10  | 20        | 44 |
| See details of figures and photos more precisely                               | 71  | 2         | 1  |
| Cheat during examination less likely                                           | 35  | 32        | 7  |
| More user-friendly                                                             | 34  | 17        | 23 |
| Would choose a web-based test rather than a conventional test if had a choice. | 33  | 10        | 31 |

집중력, 사용상의 편의와 부정행위에 관한 설문조사를 시행하였다. 기존의 필기시험과 비교해서 가독성에는 큰 차이가 없지만, 집중력은 다소 떨어진다고 대답한 경우가 많았다. 부정행위의 가능성은 필기

시험에서보다 훨씬 적을 것으로 예상하였으며, 특히 그림자료 인식부분에서 매우 우수하다는 대답이 많았다. 기존의 필기시험과 웹을 기반으로 한 시험의 편의성과 선호도는 비슷하였다 (Table I).



## 고찰

컴퓨터를 이용한 시험이 기존의 필기 시험에 비해 멀티미디어의 자유로운 활용, 데이터베이스 프로그램을 이용한 자동화 등 여러 가지 장점에도 불구하고 널리 시행되지 못하는 이유는 크게 두 가지 제약이 따르기 때문이다.

컴퓨터를 이용한 시험의 출발점은 출제자라고 할 수 있는 데, 기존의 필기 고사에 익숙한 출제자에게 컴퓨터 양식에 맞게 문제를 출제하여야 하는 새로운 짐을 지우고 있다. 즉 현재 사용되는 소프트웨어의 대부분은 새로운 출제 방식을 요구하거나, 글자나 수식의 표현이 어렵고 그림이나 사진 등의 자료를 별도로 관리해야 등 기존의 필기 고사 문제를 출제할 때와는 다른 추가의 업무를 요구한다(박래웅 외, 1998; 송재철 외, 1999). 컴퓨터를 이용한 시험에 필요한 상용 소프트웨어로는 exam software (<http://www.examssoftware.com/>), quizmaker2 (<http://www.articulate.com>)가 시판되고 있고, 시험 사이트를 구축해주는 회사로는 Etest (<http://www.etest.co.kr/etest/qbank/index.asp>), Testpro (<http://etsinc.co.kr/>)가 있다. 그러나 이들 시험 시스템에서도 지필고사에 비해 출제자의 입장에서 볼 때 입력의 불편함이 상당히 존재하는 것으로 알려져 있다.

다음으로 컴퓨터를 이용한 시험을 위해서는 하드웨어의 구비가 필수적인데, 이를 충족하기 위해서는 초기 투자비용이 많이 들 수 있다는 것이다. 기본적으로 시스템 서버 뿐만 아니라 최소한 동시 시험자 수 만큼의 개인 컴퓨터가 필요하며 이들이 동시에 시험을 볼 수 있는 공간이 확보되어야 한다. 그러나 컴퓨터를 이용한 시험이 갖는 장점과, 기존의 필기 시험에서 소요되는 인쇄비, 특히 고해상도의 사진이나 그림 자료 인쇄를 위한 추가 비용, 문항 평가를 위해 필요한 추가의 시간 투자를 고려한다면 충분히 투자의 가치가 있다고 생각되며, 이렇게 구비한 하드웨어는 시험 이외의 다른 목적으로도 활용할 수 있어, 초기 투자비용이 더 이상 컴퓨터를 이용한 시험의 장애가 될 수 없다고 생각한다. 따라서 컴퓨터를 이용한 시험의 성공적인 정착은 시스템의 안

정성과 편의성에 달려있다고 할 것이다.

저자들이 컴퓨터를 이용한 시험의 일환으로 웹을 기반으로 한 시험을 설계할 때, 가장 중요하게 생각 하였던 점은 출제자의 행동패턴 변화를 최소화하는 것이었다. 웹을 기반으로 한 시험을 위해 출제자에게 요구한 사항은 문항을 마이크로소프트 워드로 작성하고 각 문항의 끝 부분에 문제구분기호인 ‘정답 :’을 표기하고 그 다음에 정답을 표시하라는 것이 전부였다. 출제자의 입장에서 볼 때, 기존의 필기 시험 문항을 제출할 때와 크게 달라진 점이 없는 것이다. 다만, 한 화면에 한 문제만 표시되므로, 연속 문제의 경우 공통 지문을 반복하여 표기하여야 하고, 불완전한 변환으로 워드의 자동 번호 매김 기능의 사용은 아직 제한되고 있다. 웹을 기반으로 한 시험에서 출제자는 추가로 여러 가지 문항 분석 정보를 받아볼 수 있으며, 이를 추후의 문항 출제나 교육에 활용할 수 있다. 기존의 필기시험과 달리 각 문항마다 설문을 추가할 수 있고, 시험자의 행동을 실시간으로 감시할 수 있다. 즉 시험자가 해당 문항에 소비하는 시간, 답안 수정 여부, 문항간의 이동 패턴 등 모든 행동 패턴을 실시간으로 기록하여 분석할 수 있다. 이러한 기능들을 웹을 기반으로 한 시험을 시행하는 과정에서 여러 출제자들의 요구가 반영된 결과이다. 시험 후에는 별도의 프로그램을 이용하여 난이도, 분별도 등의 고전 분석이론에 따른 기본적인 문항 분석 자료 뿐 아니라 문항 반응이론에 의한 2모수와 3모수 분석을 위한 자료까지 자동화하여 출력하도록 하였다. 이런 문항 분석 자료는 출제자에게 되먹임되고, 학생 지도에 적극 활용되었다. 웹을 기반으로 한 시험 이후 출제자의 문항 출제가 더욱 신중해졌으며 학생 교육이 보다 객관적인 자료를 통해 이루어지게 되었다. 또한 문제의 유출 가능성이 적어 소위 “족보”라고 하는 자주 출제 되는 문항에 대한 사전 정보가 사라지게 되었다. 시험 후 문제 공개는 아직 출제자들의 반대의견이 많아 시행하지 않고 있다. 이런 출제자의 편의성과 추가 정보의 제공은 웹을 기반으로 한 시험의 정착에 최대 걸림돌인 출제자의 부적응 문제를 쉽게 해결해주었다.



웹을 기반으로 한 시험 시스템의 설계에서 출제자 편의만큼 신경 쓴 부분은 시험자의 편의였다. 원칙적으로 새로운 시험 시스템의 도입에 따른 시험자의 불편을 최소화하기 위해 노력하였다. 웹을 기반으로 한 시험의 시행 초기에는 새로운 답안 입력 인터페이스에 익숙하지 않아 다소의 불편을 호소하였으나, 시험자의 대부분이 인터넷 환경에 익숙하여 쉽게 적응하였다. 또한 설문 결과에서 보듯이 시험자의 대부분이 기존의 필기시험과 비교하여 지문을 읽고 이해하는데 큰 차이가 없다고 하였고, 특히 그림자료의 인식성이 탁월하게 우수하다고 대답하였다. 다만 시험 중 집중력은 다소 떨어진다고 대답한 경우가 많았는데, 이는 기존의 필기 시험에서는 문제지에 메모를 하거나 다시 확인해야 할 문항을 자유롭게 표시할 수 있는 데 반해, 컴퓨터를 이용한 시험에서는 화면에 표시를 할 수 없기 때문으로 생각된다. 소프트웨어적으로 메모 기능을 확장하는 방안도 강구하였으나, 프로그램이 상당히 복잡해질 가능성이 높아 프로그램은 수정하지 않고 메모지를 활용하는 것으로 불편을 줄여 주었다.

웹을 기반으로 한 시험에서 부정 행위에 대한 방지 대책은 매우 중요하다(박래웅 외, 1998) 많은 교수들이 우선적으로 보안에 관심을 보였는데 서버에 미리 문제를 올리지 않고 시험직전 학생들이 시험장에 착석 후 시험문제를 서버에 올려 변환하는 것을 알고는 보안에 더 이상의 이익을 제기하지는 않았다. 부정 행위의 가능성 중 실제적으로 가장 문제가 된 것은 다른 사람의 화면을 볼 수 있다는 것이었다. 이상적으로는 칸막이나 정보보호기 등을 이용하여 각각의 모니터를 시험자 외의 다른 사람 시야에서 보이지 않게 하는 것이 좋겠지만, 예산 문제로 시행하지 못하였다. 차선책으로 화면에서 글자크기를 9 pt로 하여 멀리서는 잘 보이지 않게 하였고, 같은 문제를 서로 다른 4개 조합으로 재구성하여, 이들 중 2개 조합의 문제를 풀게 하였다. 초기에는 서로 다른 조합에서 문항의 답까지 순서도 변경하였으나 난이도와 분별도 분석에 어려움이 있어 이 후 답까지 변경은 시행하지 않았다. 시험자는 각자 2회 웹서버에 접속하여 해당 문제를 풀게 되는데, 같은

시간에 주위에 앉은 시험자와 서로 다른 조합의 문제를 풀도록 배치하였다. 이 때 첫 번째 조합의 문제 답안을 제출해야 두 번째 조합의 문제를 풀 수 있는데, 답안을 제출하고 나면 수정이 불가능하게 하였다. 따라서 시험자는 각 조합의 문제에 대해 어떻게 시간 배분을 할 것 인가에 결정하는데 어려움을 가질 수 있다. 그래서 현재는 시험 시간을 충분히 주는 것으로 이를 해결하고 있지만, 장기적으로는 칸막이나, 정보보호기 등의 도입이 필요하다고 생각한다. 이런 일련의 조치로 시험자를 대상으로 한 설문에서 부정행위의 가능성은 기존의 필기시험보다 적을 것으로 예상하였다.

웹을 기반으로 한 시험을 시행하고 정착하기 위해서는 요구되는 하드웨어와 소프트웨어를 갖추고 이를 운용하는 기술을 발전시키는 것이 필수적인데, 이 과정은 시행상의 결함이나, 사용자 요구에 따라 끊임없이 최적화해야 하는 과정이다. 충북대학교의 과대학에서는 웹을 기반으로 한 시험의 장점과 발전 가능성을 믿고 과감하게 투자하여 일찍 필요한 하드웨어를 갖추었으며, 저자가 직접 필요한 소프트웨어를 개발함으로써, 우리 실정에 맞는 최적화가 가능하였다.

네트워크의 안정성은 웹을 기반으로 한 시험에 필수적이다. 서버와 시험자의 컴퓨터가 동일 네트워크상에 있고 네트워크를 연결하는 스위치 허브가 고장이 나지 않게 하여야 한다. 네트워크가 고장나는 경우에 대비하여, 웹을 기반으로 한 시험의 문항을 출력하거나, 파일로 각 학생들 컴퓨터에 분배할 수 있도록 대비하였다.

초기에 웹을 기반으로 한 시험을 시행하면서 발생한 심각한 소프트웨어적인 문제는 시스템의 속도 저하였다. 정규시험에 적용한 세 번째 시험에서 문항간의 이동시간이 너무 느린 경우가 발생되었다. 원인은 시험용 서버를 다른 웹 서버와 같이 사용하는데 있었다. 장기간 서버를 다시 부팅하지 않아 서버의 처리 능력이 떨어져 생긴 문제로 다시 부팅한 후에는 속도가 정상적으로 돌아왔다. 또한 시험자의 답안을 서버에 글자로 기록하던 것을 데이터베이스에 기록하게 함으로 추가의 속도향상을 가져왔다.

이 외에도 소수의 컴퓨터에서 주관식 문항의 답안을 입력할 때 한영 전환키가 잘 작동하지 않거나 문항에 삽입된 그림이나 사진이 보이지 않았다. 이 경우 일단 다른 컴퓨터에서 시험을 보게 하였고, 시험자에게 한영 전환법을 교육하고, 출제자가 마이크로소프트 워드에서 정확하게 그림을 삽입하도록 하여 해결하였다. 컴퓨터의 오류 또는 시험자의 실수로 시험 중간에 로그 아웃되는 경우가 간혹 발생할 수 있는데, 이를 대비하여 프로그램을 보완하였다. 실시간으로 시험자 정보를 서버에 보관하고, 시험 감독이 재 로그인을 허용하면 시험자는 로그아웃 전의 상황에서 연속하여 문항을 풀 수 있도록 하였다. 객관식 문항의 채점은 자동으로 이루어지는데, 출제자의 실수로 같은 문항이 반복되거나, 문항의 정답이 없거나, 잘못 기록된 경우를 대비하여 수정할 수 있도록 엑셀 파일을 추가로 생성하게 프로그램 하였다.

저자가 충북대학교 의과대학에서 웹을 기반으로 한 시험을 시행하고 정착시키면서 가장 어려웠던 점은 대부분의 교수들이 기존의 필기시험을 고수하고 있다는 점이었다. 시행 초기 참여 교수들이 적어 정규 시험에서 3 차례 시행되고 일시적으로 중단되기도 하였다. 그러나 지속적으로 교수들에게 출제의 편의성과 평가의 유용성을 홍보하고, 시험자 설문율 토대로 웹을 기반으로 한 시험의 장점을 설득하여 2004년에서 현재까지, 3년간에 걸쳐 충북대학교 의과대학에서 총 51차례의 정규시험에 웹을 기반으로 한 시험을 도입하였다. 현재 교수와 학생 모두 웹을 기반으로 한 시험의 시행에 긍정적이다. 향후 지속적으로 시험을 시행할 프로그램을 개선해 나갈 계획이다.

웹을 기반으로 한 시험은 기존의 필기시험에서 시행되고 있는 주관식을 포함한 대부분의 문제 유형을 수용할 수 있고, 멀티미디어 자료의 활용이 자유로우며, 보안에도 별다른 문제가 없고 부정 행위에 대하여도 적절한 대책이 마련되어 있다. 웹을 기

반으로 한 시험은 요구되는 하드웨어와 소프트웨어를 갖추기 위해 새로운 투자가 필요하지만, 본 연구의 결과에서 보듯이 출제자와 시험자 모두에게 기존의 필기시험의 단점을 보완하는 만족스러운 대안으로, 특히 교육과정에서 멀티미디어 자료의 활용이 필수적인 의과대학의 학업 성취도 평가에 매우 유용하리라고 생각하며 의학교육에서 웹 기반 시험이 지속적으로 발전하기 위해서는 무엇보다 시험자의 지속적인 관심과 적극적인 참여가 필요하다고 생각한다.

## 참 고 문 헌

- 노연희 외(1999). 웹 서비스를 이용한 문제 중심 학습(PBL)의 시험적 실시. **한국의학교육**, 11(1), 129-140.
- 박래웅 외(1998). 인터넷을 이용한 학습평가. **한국의학교육**, 10(2), 277-284.
- 선우일남(1995). PC를 활용한 신경과 전문의 고사 2차 시험. **한국의학교육**, 7(1), 39-43.
- 송재철 외(1999). 컴퓨터를 이용한 의학과 시험시스템 개발. **한국의학교육**, 11(1), 117-128.
- Johnson, C.E. et al.(2004). Learning management systems: technology to measure the medical knowledge competency of the ACGME. *Med Educ*, 38(6), 599-608.
- Qayumi, A.K. et al.(2004). Comparison of computer-assisted instruction (CAI) versus traditional textbook methods for training in abdominal examination (Japanese experience). *Med Educ*, 38(10), 1080-1088.
- Thompson, W.L. et al.(1996). Using the World Wide Web to train and certify physicians in the safe use of fluoroscopy. *Am J Roentgenol*, 166(6), 1263-1264.