가상 현미경을 이용한 병리학 실습 교재의 시험적 제작과 적용

관동대학교 의과대학 병리학교실

송지선 · 이상엽 · 오화은

= Abstract =

Experimental Production and Implementation of the Pathology Laboratory Teaching Material Using Virtual Microscope

Ji Sun Song, MD, PhD, Sang Yeop Yi, MD, PhD, Hwa Eun Oh, MD, PhD

Department of Pathology, Kwandong University College of Medicine, Goyang, Korea

Purpose: Learning the concepts of pathology can be facilitated by repeated learning situations with illustrative pathology images. Virtual microscopes are digital facsimiles of glass slides that can be viewed on a computer screen. This study was designed to evaluate the possibility of using virtual microscopes as a teaching modality in the pathology laboratory.

Methods: The virtual microscope was produced from high resolution images scanned by an exclusive slide scanner from newly made teaching glass slides. The final teaching material was put up on personal computers in the computer laboratory, classroom, and medical library.

Results: This material was easily accessed by exclusive viewers. The students readily adapted to the use of virtual microscopes. The quality of the images in this material was appropriate for viewing. The response from the students displayed highly significant differences between the traditional and virtual microscopes, with the virtual microscope being preferred.

Conclusion: The virtual microscopes in this study were helpful for medical students studying pathology. The results of this implementation suggest that virtual microscope technology may be extended to other educational venues where traditional microscopes and photomicrographs are currently used.

Key Words: Pathology, Laboratory, Virtual Microscope, Computer-assisted Learning, Medical Education

서 론

병리학을 공부하는 학생은 병변의 형태학적 특징을 바르게 알고 이해하여 질병을 총괄적으로 학습하는 것이 중요하다. 대부분의 의과대학에서는 학생들에게 이론강의뿐만 아니라 실습도 강조하여 교육하고, 이론과 실습 모두에 대하여 학습 평가를 시행하고 있다(박대웅 외, 1998; 이상엽, 2001; Marchevsky et al., 2003; Kumar et al., 2004).

학생들은 유리 슬라이드에서 병변을 스스로 찾아내거나 형태학적 특징을 이해하는 데 많은 어려움을 겪는다. 대부분의 대학에서는 실습 강의를 통하여 학생들이 관찰할 유리 슬라이드에 대하여 설명하고 실습에 임하게 하지만, 학생들은 실습 강의 시간에 잠깐 보았던 환등 슬라이드의 내용을 잘 기억하지 못하여 유리 슬라이드에서 관찰해야 할 부분을 제대로 찾지 못하고 혼동하는 경우가 많다(김동석 외, 2000). 게다가 학생들이 자신의 현미경으로 관찰한 소견을 동료 학생들이 관찰하거나 교수가 환등 슬라이드로 비춰 설명한 소견과 연관시키지 못하면 효과적인 토론과 상호작용을 유발하는데 어려움이 있다(Kumar et al., 2004).

현재 의과대학에서 학습과 가르침을 향상시키기 위한 컴퓨터 실습은 흔하며, 학생들도 방과후 시간에 개인용 컴퓨터로 초고속 인터넷에 접속하는 일이 가능하다. 컴퓨터활용수업은 자기 조절이 가능한 학습자료를 제공하며 자세한 설명이 필요할 때마다 다시 접속할 수 있기 때문에 고도의 형태학적 정보가 필요한 병리학 학습에 매우 적합하다. 일부 대학에서는 학생들이 직접 관찰하는 유리 슬라이드의 1:1 사진과 중요한 병변 부위를 단계별로 배율을 높여 촬영한 사진을 포함한 실습 교재를 제작하여 인터넷과 CD-ROM(compact disk read-only memory)을 통하여 제공하고 있다(이상엽, 2001). 학생들은 적절한 육안 표본과 현미경 사진을 사용하여 제작된 상호작용 컴퓨터활용학습 도구를 이용하면 일반적인 병리학의 개념과 임상-병리적인 관련성에 대한 학습을 촉진할 수 있으며(Reid et al., 2000), 자동화된 피드백을 제공하는 전산화된 형성사정을 통하여 그들의

지식과 이해를 평가할 수 있다(Reid et al., 2000; Velan et al., 2002).

그러나 이러한 실습 보조도구에 사용하는 사진은 일부 특정 병변을 촬영한 정지영상으로 장거나 조직에서 발생한 병변의 전체적인 의미를 제대로 파악하기 어렵다는 단점이 있다(Kumar et al., 2004). 또한 최근 수년 동안 많은 의과대학에서 기관바탕 교육과정 등 수직 또는 수평 통합교육과정을 도입하면서 형태학 교육에서 광학 현미경과 유리 슬라이드를 이용한 전통적인 실습시간이 점점 줄어들어 학생들이 병리학 학습에 어려움을 겪고 있다(Kumar et al., 2001).

이런 문제점을 해결하기 위해서는 유리 슬라이드의 전체 영역을 관찰할 수 있는 가상 현미경을 실습 시간, 자율학습시간, 방과 후에 쉽게 사용할 수 있도록 하여 반복 학습 효과를 제공하는 것이 중요하다. 가상 현미경이란 한 장의 유리 슬라이드에서 관찰해야 할 전체영역을 고배율로 스캔하여 제작한 고화질 가상 슬라이드 파일을 전용 뷰어나 인터넷 브라우저를 이용하여 컴퓨터 모니터에서 관찰하는 것이다. 학생들은 가상 슬라이드를 1:1 크기부터 대물렌즈 20배 또는 40배 수준까지 확대하거나 축소하고, 상하좌우로 움직여 관심영역을 관찰할 수 있다. 가상 현미경을 인터넷을 통한 접속이나 전산 실습실을 이용한 실습으로 제공하면 학생들이 병변을 전체적으로 충분히 관찰하고 형태학적 특징을 이해하며 병인과 형태학적 변화를 연계하여 공부할 수 있는 시간을 확보하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다. 현재 해외의 여러 대학이나 기관에서 가상 현미경을 제공하고 있으나(Dee & Leaven, 2004; Lundin et al., 2004), 국내에서는 제작 기술과 재정적 어려움 때문에 가상 현미경을 제작하거나 연구한 보고가 없다.

저자들은 병리학을 학습하는 학생들의 효과적인 병리학 실습에 도움을 주기 위하여 학생들이 실습 시간에 관찰해야 할 증례 중 새로 제작한 5예의 유리 슬라이드를 고배율로 스캔하여 가상 현미경을 제작하고 학생들의 병리학 실습에 적용한 경험을 나누고자 한다.

대상 및 방법

가. 대상

가상 슬라이드는 관동대학교 의과대학 의학과 4학년 학생들이 병리학 실습에서 광학 현미경으로 관찰하는 증례 중 5예(진단명: Amebiasis, Lung cancer, Stomach cancer, Colon cancer, Uterine Cervix cancer)를 선택하여 제작하였다. 각 증례 별로 최근에 대학병원에서 진단된 증례의 파라핀 블록을 선택하고 각각을 박절하여 가상 현미경 스캔용 H&E 염색 유리 슬라이드와 조별로 배부할 광학 현미경 실습용 H&E 염색 유리 슬라이드를 동시에 제작하였으며, 가상 현미경 스캔용으로 1장의 PAS 특수염색 유리 슬라이드(진단명: Amebiasis)를 제작하였다.

나. 방법

1) 유리 슬라이드 스캔 및 가상 슬라이드 파일 제작
라인 스캔방식의 자동 유리 슬라이드 스캐너인 ScanScope[®] Systems (Aperio Technologies, Inc., Vista, CA)를 이용하여 증례의 디지털 영상을 획득하였다. 각각의 유리 슬라이드 표본의 조직 절편이 차지하는 전체영역을 20배 대물렌즈로 스캔하여 여러 개의 떠 모양 고배율 디지털 영상을 획득하였다. 이 영상들을 스캐너에 연결된 컴퓨터를 이용하여 한 장의 영상으로 조합하였으며, 이 파일은 JPEG2000 압축 방식을 이용하여 고품질을 유지하면서 최대한 압축하여 한 개의 가상 슬라이드 파일로 제작하였다. 한 장의 유리 슬라이드를 스캔하는 시간은 약 5분이 소요되었고, 처음에 획득한 고배율 디지털 영상 파일의 크기는 스캔한 부위의 넓이에 비례하여 1~8 GB였으며, 이 파일을 압축하여 300~650 MB로 크기를 줄였다.

2) 광학 현미경과 가상 현미경을 이용한 실습

병리학 강의 및 실습 진행 순서에 해당하는 증례를 선택하여 강의실에서 가상 현미경을 이용한 실습강의를 진행한 다음 학생들이 전산 실습실에서 가상 현미경을 사용하여 실습하도록 하였다. 전산 실습실에 20대의 개인용 컴퓨터가 설치되어 있어서

Fig. 1. Computer laboratory for practical class using virtual microscopes.

전체 학생을 4개조로 나누었고, 학생 1인당 1대의 개인용 컴퓨터를 사용하여 실습을 진행하였다(Fig. 1). 동시에 병리학 실습실에서는 나머지 3개조의 학생들이 각 증례 별로 새로 제작하여 미리 실습 조별로 배부한 유리 슬라이드 중 가상 현미경 실습에 해당하는 증례를 광학 현미경으로 관찰하였다.

학생들은 실습시간, 자율학습시간, 방과 후 시간에 강의실, 전산 실습실, 의학도서관 검색용 컴퓨터에 설치된 전용 뷰어 ImageScope[™] (Aperio Technologies, Inc., Vista, CA)와 가상 슬라이드 파일을 사용하여 증례를 관찰하였다.

3) 실습 후 설문조사 시행

전체 실습을 마친 다음 학생들에게 설문지를 배부하여 무기명으로 설문에 답하도록 하였다. 설문지에는 광학 현미경과 가상 현미경을 사용하면서 시간을 효과적으로 사용할 수 있는지, 사용법이 명확한지, 화질이 선명한지, 원하는 부분을 찾기 쉬운지, 병리학을 학습하기에 유용한지, 접근이 용이한지에 대하여 각각 점수를 부여하도록 하였다. 또한 가상 현미경이 전통적인 광학 현미경 사용과 비교하여 해상도 및 화질이 어떤지, 사용하기에 편리한지, 학생교육에 사용할만한 가치가 있는지 학생의 생각에 따라 점수를 부여하도록 하였다. 각 항목의 점수는 5점 척도로 평가하도록 하였다. 추가로 설문유형을 지정하지 않고 광학 현미경과 가상 현미경 실습을

가상 현미경을 이용한 병리학 실습 교재의 시험적 제작과 적용

통하여 느낀 점을 자유롭게 기술하도록 하였다.

4) 자료 분석

학생들이 설문 문항에 부여한 점수에서 각각 평균과 표준편차를 구하였다. 학생들이 6개의 짝지은 설문 문항에 대하여 광학 현미경과 가상 현미경에 각각 부여한 점수 사이의 관계는 월콕슨 부호 순위 검정법을 이용하여 비교하였다. 통계 분석은 dBSTAT 프로그램(버전 4.1, DBSTAT Co., Chunchon, Gangwon, Korea)을 이용하였으며, p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

가. 광학 현미경과 가상 현미경을 이용한 실습

학생들은 가상 현미경으로 제작된 5층레에 대하여 병리학 실습실에서 광학현미경으로 유리 슬라이드의 병변을 관찰하고 전산 실습실에 설치된 가상 현

미경으로 병변을 관찰하면서 학습하였다.

가상 현미경을 설치한 컴퓨터의 중앙처리장치는 펜티엄 IV 프로세서 (Intel, U.S.A.) 2.4 gigahertz (GHz), 메모리 (random access memory, RAM)는 512 megabytes (MB), 비디오카드는 NVIDIA GeForce4 MX 440 (Samsung, Korea), 모니터는 15인치로 1024×768 픽셀 해상도에 하이 컬러 32비트의 색을 표현하도록 설정하였으며 이 사양의 컴퓨터는 가상 현미경을 사용하는데 전혀 문제가 없었다.

대부분의 학생들은 컴퓨터의 기본 작동법을 숙지하고 있었으며, 전용 뷰어를 사용하여 관심영역의 이동, 확대 및 축소 등의 기능을 사용하는데 큰 어려움이 없었다. 전용 뷰어의 상단에는 미리 설정된 적합 (전체 영상을 화면 크기에 맞춤), 1, 2, 5, 10, 20배 대물렌즈 단추 및 확대-축소 수준 끌어내림 메뉴 외에도 섬세한 배율 조절용 미끄럼 막대를 적용하여, 막대를 마우스로 선택하여 끌면 대물렌즈 0.08배에서 20배 사이의 배율을 자유자재로 확대하거나 축소할 수 있었다. 또한 화면 어느 곳이나 관

Fig. 2. Screenshot of the virtual microscope. The ImageScope viewer shows a histopathologic lesion of the thumbnail at the right upper corner and the magnifier at the center.

Table I. Evaluation Form used for the Survey and Response (Traditional Microscope vs. Virtual Microscope)

Item	Traditional		Virtual	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
1. The method was an efficient use of my time (N=64).	2.59	0.94	4.06	0.91
2. Directions for use of the Microscope were clear (N=64).	3.55	0.99	4.20	0.93
3. Microscopic images were clear (N=62).	3.35	0.87	4.44	0.74
4. Navigation of the slides with the microscope was easy (N=64).	2.73	1.06	4.58	0.64
5. The method optimized the information I needed to learn pathology (N=64).	2.89	0.86	4.02	0.92
6. The microscope was sufficiently accessible (N=64).	2.48	1.22	3.67	1.30

1=Strongly Disagree, 2=Disagree, 3=Neutral, 4=Agree, 5=Strongly Agree, S.D.=standard deviation

십부위로 돋보기 창을 이동하면 그 부위를 현재 배율의 1~10배 (선택사항 설정치에 따름)로 관찰할 수 있으며 관심부위를 더블 클릭하면 최고 배율인 20배로 관찰할 수 있었다. 손바닥 모양의 마우스 커서로 화면을 끌어서 상하좌우로 움직여 관찰하거나, 전체 이미지를 보여주는 우측 모서리의 간단한 그림 창에 있는 네모상자를 움직여 관심영역을 이동할 수 있었다. 또한 현재 관찰하고 있는 배율에서 보이는 이미지를 그림파일로 저장할 수 있어서 학생들이 중요한 조직 소견을 그림으로 저장하여 자신만의 실습도감을 구성할 수 있었다 (Fig. 2).

교수가 가상 현미경 실습을 하기 전에 강의실에서 미리 가상 현미경을 이용한 실습강의를 해서 학생들이 가상 현미경에 비교적 쉽게 적응할 수 있었다. 학생들은 가상 현미경에서 전체 이미지와 함께 선택한 확대 이미지를 볼 수 있어서 전통적인 광학 현미경을 사용할 때 보다 쉽게 컴퓨터 화면에서 궁금한 부분을 찾아 서로 토의하고 교수에게 질문하였다. 다만 전산 실습실이 협소하여 전체학생을 수용할 수 없었기 때문에 4개 조로 나누어 운영하여 실습실 간 이동과 개인용 컴퓨터 자리배치에 시간이 소요되었다.

나. 설문 결과

학생들은 6개의 짝지은 설문 문항에서 광학 현미경 사용에 대한 평가에 사용법이 명확하고 선명하

다는 질문에는 3.55 ± 0.99 와 3.37 ± 0.87 의 점수를 부여하였으나, 그 외의 질문에는 모두 2점 대의 점수를 부여하여 광학 현미경을 사용하는 실습에 불편한 점이 있음을 나타내었다. 반면에 가상 현미경 사용에 대한 평가에서는 대부분의 질문에 4점 대의 평가를 하고, 접근이 용이한지에 대한 질문에만 3.69 ± 1.30 의 점수를 부여하여 현재 인터넷을 통한 가상 현미경의 접속이 불가능한 점을 제외하고는 대체로 가상 현미경의 기능과 용도에 만족하는 것으로 나타났다 (Table I). 학생들이 각 항목에서 부여한 점수는 광학 현미경 사용에 비하여 가상 현미경 사용에서 더 높았으며 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

또한 가상 현미경이 전통적인 광학 현미경과 비교하여 해상도 및 화질에 손색이 없고, 사용하기에 편리하며, 학생교육에 사용할만한 가치가 있는지에 대한 질문에 모두 4점 대의 점수를 부여하여 가상 현미경의 가치에 대하여 긍정적인 평가를 하였다 (Table II).

설문유형을 지정하지 않고 광학 현미경과 가상 현미경 실습을 통하여 느낀 점을 자유롭게 기술하도록 한 질문에서, 학생들은 '유리 슬라이드를 사용하는 실습은 각 조별로 한 세트의 슬라이드 박스를 제공하여 1장의 유리 슬라이드를 여러 명의 조원이 동시에 관찰할 수 없어 다른 학생이 보고 있으면 기다려야 하기 때문에 불편하였으나, 가상 현미경은

Table II. Evaluation Form used for the Survey and Response for Virtual Microscope compared to Traditional Microscope (N=65)

Compared to traditional microscope, the virtual microscope	Mean	S.D.
1. Were of same image quality and resolution	4.29	0.88
2. Were easy to use	4.58	0.66
3. Were useful for student teaching	4.51	0.71

1=Strongly Disagree, 2=Disagree, 3=Neutral, 4=Agree, 5=Strongly Agree, S.D.=standard deviation

모든 학생이 동일한 진단명의 슬라이드 소견을 관찰하면서 서로 토의할 수 있어서 좋다’, ‘유리 슬라이드는 최소 배율에서도 전체 소견이 한 눈에 들어 오지 않아 병변 부위를 찾기 어려웠으나 가상 현미경은 전체를 볼 수 있는 작은 창이 있어서 편리하다’, ‘광학 현미경은 양안을 잘 맞추어야 선명하게 볼 수 있고, 배율을 변경하거나 관심부위를 이동할 때마다 초점을 맞춰야 하지만 가상 현미경은 그렇지 않아도 되어 좋다’, ‘가상 현미경은 관심부분에서 더블 클릭하면 확대되어 관찰할 수 있어서 좋다’, ‘한 명이 한 대의 개인용 컴퓨터를 사용하는 것이 좋다’는 긍정적인 답변과 ‘가상 현미경 화면에 참고표시나 주석을 달아주었으면 좋겠다’, ‘집에서 인터넷으로 접속할 수 있었으면 좋겠다’, ‘병리학 과정이 끝난 다음에도 이용할 수 있었으면 좋겠다’ 등의 개선점을 기술하였다.

고 찰

이번 연구에서 학생들은 가상 현미경을 학습과 가르침을 촉진하는 편리한 도구로서 쉽게 받아들였다. 비록 학생들이 관찰해야 할 전체 증례 중 일부에 대해서만 가상 현미경을 제공하여 결과의 해석에 제한이 있지만 대부분의 학생들이 가상 현미경을 이용한 실습에 긍정적이고 우호적인 반응을 보였고, 개인용 컴퓨터를 활용하는 학습방법과 도구에 거부감을 보이지 않아 장치 가상 현미경이 형태학 학습과 가르침에 유용한 도구로서 사용될 수 있음을 시사하였다.

국내의 많은 대학에서는 컴퓨터를 이용한 학습과

가르침 도구를 개발하여 실습 교육에 이용하고 (이원복 외, 1999; 이상엽, 2001; 차순주 외, 2003; Kumar et al., 2004), 실습 도감 또는 가상 현미경을 인터넷 홈페이지에 게시하거나 (이상엽, 2001; Dee & Leaven, 2004), CD-ROM으로 제작하여 배부하여 학생들의 학습 교재로 사용하고 있다 (김동석 외, 2000; 이상엽, 2001; Klatt, 2004). 천연색 그림과 영상 자료로 구성된 병리학 교재를 사용한 평가에서 학생들은 학습에 대한 관심이 증가하고, 이해력과 기억력이 증가하며 학습 시간이 감소되고, 반복 학습과 연상 작용으로 학습 효과가 뛰어났다 (Kim et al., 1995; 김동석 외, 2000).

가상 현미경은 형태학 분야에서 새롭게 개발되고 있는 학습과 가르침 도구이다. 전통적인 광학 현미경을 이용한 실습에서는 유리 슬라이드가 오래되어 변색되거나 파손되면 새것으로 대체해야 하고, 충분한 교육용 유리 슬라이드 세트를 제작하기 위해서는 한 개의 파라핀 블록에서 다수의 절편을 깎아야 하기 때문에 각각의 유리 슬라이드의 절편이 다양하여 어떤 경우에는 중요한 병변이 소실되어 있는 유리 슬라이드가 제작되기도 한다. 가상 현미경은 증례를 대표하는 중요한 병변을 포함한 유리 슬라이드를 스캔함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있다. 학생 실습을 위하여 특수염색, 면역조직화학염색을 필요한 수만큼 시행하면 많은 비용이 들지만, 가상 현미경은 한 장의 염색된 슬라이드만 스캔하여 가상 슬라이드를 제작하면 무한 복제가 가능하고 자료를 인터넷으로 제공할 수 있으며 전문 프로그램 사용하면 참고표시와 주석을 달 수 있다는 장점이 있다.

광학 현미경을 이용한 실습에서는 학생들이 주위 학생이나 교수와 토의하고 싶어도 자신이 보고 있는 궁금한 소견을 정확하게 보여주는 것이 쉽지 않지만, 가상 현미경에서는 학생들이 같은 영상을 보면서 토론하고 질문할 수 있어서 상호작용 학습에 더욱 좋은 방법이다. 이번 연구에서는 일부 학생들이 1대의 개인용 컴퓨터를 1명이 사용하는 것이 좋다고 답하였으나, 2명이 한 조가 되어 실습하면 학생들이 좀 더 병리학에 흥미를 가지고 협력을 유발하며 증례에 몰입하여 서로에게 유익한 토의를 할 수 있고, 광학 현미경으로 유리 슬라이드를 관찰하였을 때보다 가상 현미경을 사용하였을 때 주어진 시간에 더 많은 복습과 토론이 가능하였다는 보고가 있다 (Kumar et al., 2004). 가상 현미경은 병리학을 공부하는 학생들이 광학 현미경을 사용하는 실습에서 겪었던 문제점들의 일부를 해결하여 학습과 가르침을 촉진하는 편리한 도구로 이용될 수 있을 것으로 생각한다.

많은 의과대학에서 기관바탕교육과정 등 수직 또는 수평 통합교육과정을 도입하면서 광학 현미경과 유리 슬라이드를 이용한 실습시간이 점점 줄어들어 학생들은 병리학에 대한 관심이 적어지고 병리학 학습에 어려움을 겪고 있다. 가상 현미경을 도입하여 학생들에게 양질의 정확한 정보와 훌륭한 학습 자료를 제공함으로써 상호작용을 향상시킨다면, 가상 현미경을 병리학에 대한 새로운 흥미를 유발하고 학습에 도움이 되는 중요한 도구로 사용할 수 있을 것이다 (Kumar et al., 2001; Nash et al., 2001). 가상 현미경 실습과 더불어 증례에 대한 임상정보 등 추가 정보를 인터넷으로 제공하면 증례학습식 실습도 가능해 학생들의 병리학 학습뿐만 아니라 임상-병리 학습이나 문제바탕학습에도 유용한 도구로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

반면에 가상 현미경은 몇 가지 제한이 있다. 가상 슬라이드를 제작하기 위해서는 고가의 장비가 필요하고, 인터넷 접속이 불가능한 경우 파일형태로 학생에게 제공하려면 DVD-ROM (digital video disk read only memory) 등 대용량 저장매체가 필요하다. 가상 현미경은 아직은 기술적인 문제로 광학 현

미경과 같이 초점 레벨을 미세하게 조정하기 어려워 염색 세포를 구분하는 등 병변을 세밀하게 관찰하기 힘들다. 그러나 기술의 발달과 함께 여러 초점 레벨에서 스캔함으로써 미세한 초점 조정을 프로그램상에서 실현하는 기술이 개발되어 시도되고 있으며, 높은 해상도로 고화질을 유지하면서 효율적으로 압축할 수 있는 방법이 개발되면서 가상 슬라이드 파일 크기가 점점 줄고 있어서 가까운 시일 내에 초점 레벨을 조절할 수 있는 가상 슬라이드도 보급될 것으로 기대한다.

컴퓨터를 이용한 학습과 가르침 교재는 기술의 발전 속도가 빠르고 지식의 양이 많으며 영상을 통한 학습이 필요한 의학 분야에는 필수적인 교육 매체이지만 많은 비용과 노동력을 필요로 하고, 새로운 기술의 도입에 대한 저항, 지원의 부족, 전문성의 부족 등으로 인해 개발이 쉽지 않은 실정이다. 이번 연구에서는 기술과 비용 문제 때문에 설문조사에서 많은 학생들이 원했던 참고표시나 주석을 단 가상 현미경을 제공할 수 없었다. 현재 병리학의 광범위한 중요 증례에 대하여 주석을 단 가상 현미경 세트는 Iowa 대학 웹 사이트에서 접속이 가능하다 (Dee & Leaven, 2004). 우리나라에서도 유관 학회와 각 대학간에 정보를 교환하고 협력하여 효과적인 학습 도구를 개발하고, 개발한 학습 교재를 정규 교과과정에 활용할 수 있도록 적극적으로 노력해야 한다 (Chodorow, 1996; 김명혜, 1997; 이상엽, 2001).

이 연구에서는 다음과 같은 경험을 얻었다. 첫째, 가상 현미경을 사용한 대부분의 학생들은 가상 현미경을 학습과 가르침을 촉진하는 편리한 도구로서 쉽게 받아들였다. 둘째, 선택된 증례 별로 새로운 파라핀 블록에서 가상 현미경 스캔용 및 광학 현미경 실습용 유리 슬라이드를 동시에 제작하여 학생들이 비교하여 관찰할 수 있었다. 셋째, 특수 염색 유리 슬라이드는 한 장만 제작하였지만 가상 현미경으로 제작하여 모든 학생들이 관찰할 수 있었다.

또한 이 연구에는 다음과 같은 제한이 있다. 첫째, 이번에 적용한 가상 현미경은 개인용 컴퓨터에 자료를 저장해 놓고 직접 사용하거나 근거리통신망을 통하여 다른 개인용 컴퓨터에 저장되어 있는 파일

에 접속하여 사용하였으며, 인터넷을 통한 접속은 기술적인 문제로 시도하지 않았다. 둘째, 가상 현미경으로 사용한 증례의 수가 5예로 부족하였기 때문에 분석한 학생들의 설문결과가 가상 현미경을 완벽하게 도입한 실습에 대한 결과로 전적으로 해석할 수는 없다. 셋째, 전산 실습실이 협소하고 비치된 컴퓨터의 수가 부족하여 여러 군으로 나누어 실습을 진행하여 진행이 매끄럽지 못하여 학생들이 실습에 불편을 겪었다. 넷째, 가상 현미경에 참고 표시나 주석을 추가하면 학습에 더 많은 효과를 줄 수 있으나 기술 및 재정적 어려움 때문에 시도하지 못했다.

저자들은 병리학을 학습하는 학생들의 효과적인 병리학 실습에 도움을 주고자 학생들이 실습시간에 관찰해야 할 증례 중 일부의 유리 슬라이드를 새로 제작하여 고배율로 스캔하고 디지털 영상으로 제작한 가상 현미경을 개발하였으며, 학생 실습에 적용하고 설문조사를 시행하였다. 대부분의 학생들은 개인용 컴퓨터를 활용하는 학습도구인 가상 현미경을 쉽게 받아들였고, 광학 현미경에 비하여 가상 현미경을 더 선호하는 결과를 보였다. 앞으로 가상 현미경이 병리학 학습과 가르침을 촉진하는 편리한 도구로서 기관방탕교육과정 등 통합교육과정에서 형태학 실습 시간의 제한을 극복하는 방법으로 사용되고, 가상 현미경을 포함하여 잘 구조화된 수업을 진행한다면 병리학에 대한 학생들의 관심을 유지할 수 있을 것으로 생각한다. 저자들은 가상 현미경이 학생들의 효율적인 병리학 실습에 도움이 되고 병리학 학습 효과를 높이는 방법의 하나로 활용할 수 있다는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구를 위하여 유리 슬라이드 스캐너로 가상 슬라이드를 제작할 수 있도록 도움을 주신 The National Surgical Adjuvant Breast and Bowel Project 백순명 선생님과, 아주의대 병리학교실 주희재 선생님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김동석 외(2000). 학생용 병리학 아틀라스 CD-ROM 타이틀의 개발. **대한병리학회지**, 34, 374- 380.
- 김명혜(1997). 의학교육에 있어서의 Computer-assisted Learning(CAL) 프로그램 개발을 위한 이론적 배경. **대한의료정보학회지**, 3, 221-228.
- 박래웅 외(1998). 인터넷을 이용한 학습평가. **한국 의학교육**, 10, 277-284.
- 이상엽(2001). 디지털 사진으로 구성된 병리학 실습 교재의 개발과 인터넷을 통한 제공. **대한병리학회지**, 35, 338-343.
- 이원복 외(1999). 해부학교육에 있어 컴퓨터를 이용한 실습프로그램의 학습효과. **한국의학교육**, 11, 77-81.
- 차순주 외(2003). 교육 및 연구용 디지털 의료영상 저장. **대한PACS학회지**, 9, 27-33.
- Chodorow, S.(1996). Educators must take the electronic revolution seriously. *Acad Med*, 71, 221-226.
- Dee, F.R., & Leaven T.(2004). Virtual Slidebox. from <http://www.path.uiowa.edu/virtualslidebox/>(last accessed on 06/29/2006).
- Kim, M.H. et al.(1995). Development and utilization of Computer Assisted Learning (CAL) program for medical education. *Proceedings of Medinfo* 95, 1173-1176.
- Klatt, E.C.(2004). *WebPath CD-ROM*. Salt Lake City, University of Utah.
- Kumar, K. et al.(2001). Curricular trends in instruction of pathology: a nationwide longitudinal study from 1993 to present. *Hum Pathol*, 32, 1147-1153.
- Kumar, R.K. et al.(2004). Virtual microscopy for learning and assessment in pathology. *J Pathol*, 204, 613-618.
- Lundin, M. et al.(2004). A digital atlas of breast histopathology: an application of web based virtual microscopy. *J Clin Pathol*, 57, 1288-1291.

- Marchevsky, A.M. et al.(2003). Self instructional “virtual pathology” laboratories using web based technology enhance medical school teaching of pathology. *Hum Pathol*, 34, 423-429.
- Nash, J.R. et al.(2001). The teaching of anatomic pathology in England and Wales: a transatlantic view. *Hum Pathol*, 32, 1154-1156.
- Reid, W.A. et al.(2000). Medical student appraisal of interactive computer assisted learning programs embedded in a general pathology course. *J Pathol*, 191, 462-465.
- Velan, G.M. et al.(2002). Web-based self-assessments in pathology with Questionmark Perception. *Pathology*, 34, 282-284.