مجله افق توسعه آموزش پزشکی
دوره ۴ - شماره ۱
تابستان و پاییز ۸۹

Horizons of Medical Education Developement
Vol.4, No.1
December 2010

شبیه سازی و واقعیت مجازی؛ روشی نوین برای بهبود کیفیت آموزش پزشکی

مقاله مروری

سید محمد رضا مهاجری[۱،*]، سید امیر رضا مهاجری[۱]
دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۱- دانشجوی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

*مشهد- پردیس دانشگاه فردوسی- دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تلفن: ۹۱۵۵۰۵۰۶۳۵ - ۹۸+

Email: MohajeryMR851@mums.ac.ir

چکیده

پزشکی همواره در جوامع مختلف از اهمیت بسیاری برخوردار بوده است که به دلیل نقش مهم دانش‌آموختگان این رشته در جامعه میباشد. این اهمیت سبب شده است که همیشه بهترین و کاراترین آموزشها برای تعلیم دانشجویان این رشته به کار بسته شود تا بدین وسیله خطاها در بالین بیمار به حداقل برسد. یکی از روشهای کم کردن این خطاها بیشتر شدن آموزشهای عملی دانشجویان همراه با بالاتر بردن کیفیت آموزش میباشد. در شیوه‌های سنتی آموزش، دانشجو جهت فراگیری علم مستقیما در یک موقعیت واقعی و بر بالین بیمار قرار میگیرد که خطرات زیاد و محدودیت‌های بسیاری را به همراه دارد. از جمله راهکارهای قابل تامل، ایجاد فضاهای مجازی با کیفیت فضاهای واقعی و حتی بالاتر جهت آموزش میباشد. از جمله تکنولوژیهای جدید قابل استفاده در این زمینه شبیه سازی و واقعیت مجازی است. مزایای آموزش پزشکی از طریق شبیه سازی عبارتند از: افزایش سلامت و امنیت بیمار، کاهش خطاهای پزشکی و کاهش هزینه درمان. مطالعه حاضر به مرور موضوعات آموزش پزشکی که شبیه سازی و واقعیت مجازی می تواند در آنها کارایی داشته باشد، تکنولوژی‌های زیر شاخه واقعیت مجازی و مشکلات و محدودیت‌های آنها می پردازد.

واژه‌های کلیدی: آموزش پزشکی، شبیه سازی و واقعیت مجازی

مقدمه:

پزشکی همواره در جوامع مختلف از اهمیت بسیاری برخوردار بوده است که به دلیل نقش مهم دانشـآموختگان این رشته در جامعه میباشد. این اهمیت سـبب شده است که همیشـه بهترین و کاراترین آموزشها برای تعلیم دانشجویان این رشـته به کار بسته شود تا بدین وسیله خطاها در بالین بیمار به حداقل برسـد. در رابطه با میزان اهمیت خطاهای پزشکی در سـلامت بیماران پژوهشی در سـال ۱۹۹۹ در آمریکا صورت گرفته اسـت. در نتایج این بررسی اینگونه بیان شده است که از ۹۸۰۰۰ مرگ افراد در بیمارسـتان، ۴۴۰۰۰ مورد آن به دلیل خطاهای پزشـکی روی داده اسـت که میتوان از وقوع آنها پیشگیری کرد (۱). این بررسی نشان میدهد که اشـتباهات پزشـکی میتواند صدمات جبران ناپذیری را برای بیماران و جامعه ایجاد کند.

همواره خطاهای پزشکی، مسـئلهای قابل توجه بوده. یکی از روشهای کم کردن این خطاها بیشتر شدن آموزشهای عملی دانشجویان همراه با بالاتر بردن کیفیت آموزش میباشد. در شیوههای سنتی آموزش، دانشجو جهت فراگیری علم مستقیما در یک موقعیت واقعی و بر بالین بیمار قرار میگیـرد که خطرات زیادی را به همراه دارد (همچون آموزش کشـیدن مایـع نخاعـی[1] بر بالین بیمار) و همچنین محیطهای آموزشـی سـنتی محدودیتهای بسـیاری به همراه دارد (مانند آموزش آناتومی بدن انسان در سالن تشریح). از این رو در شیوههای نوین آموزش خط سیر این گونه ترسیم شده است که محیطهایی جهت آموزش ایجاد گردد که مشکلات و محدودیتهای محیطهای پیشـین را نداشته باشد. از جمله راهکارهای قابـل تامل، ایجـاد فضاهای مجازی با کیفیـت فضاهای واقعی و حتی بالاتر جهت آموزش میباشـد. از جمله تکنولوژیهای جدید قابل استفاده در این زمینه شـبیه سـازی و واقعیت مجازی[2] می باشد. شبیهسازی و واقعیـت مجازی موقعیـت بیهمتایی را جهت تجربـه و کاوش در یک فضای گسـترده غیرواقعی فراهم میآورند. دانشجو در یک موقعیت فعال و زنده[3] میتواند اشـیا، متغیرها و فرآیندها را مشاهده کرده، با آنها ارتباط برقرار کرده و با محیط کنش و واکنش داشته باشد(۲). نکته مهم و قابل توجه آن اسـت که در شـیوههای نوین آموزش پزشـکی شبیهسازی و واقعیت مجازی دو مقوله بدون ارتباط به یکدیگر نیستند و در بسیاری از زمینهها تلفیقی از هر ۲ تکنولوژی جهت ایجاد محیط آموزشـی استفاده میشود.

امروزه از شـیوههای آموزشـی نوین در اکثر دانشـگاههای معتبر جهان استفاده می شود. از جمله این دانشگاهها میتوان به دانشگاه Stanford اشاره کرد که در مرکز CISL (Center for Immersive and Simulation based Learning) خـود از این تکنولوژی جهت آموزش بهره برده است.

شبیه سازی و واقعیت مجازی در پزشکی:

واقعیت مجازی تکنولوژیی است که می تواند یک دنیای مجازی مشابه دنیای واقعی ایجاد نماید (۳). به عبارتی واقعیت مجازی پلی میان دنیای طبیعی و دنیای ذهنی است. بوسیله این تکنولوژی یک محیط سه بعدی مجازی خلق می شـود. در این محیط فرد می تواند پیرامون فضا سـه بعدی مثلا در یک اتاق ICU جابجا شود[4]. همچنین فرد می تواند اشیا موجـود در صحنه را انتخاب و دسـتکاری نماید[5] مثـلا در اتاق ICU دکمههای دستگاهها را فشار دهد.

هدف اصلی از واقعیت مجازی ایجاد احساس حضور کاربر در یک فضای مجازی می باشد. باید فضای ایجاد شده قابل باور بوده و به مقدار کافی دارای خاصیت تعاملـی (Interaction) در مقابل انجام اعمال خاص ازسوی کاربر باشد.

از جمله عرصههای علم پزشـکی که شـبیه سازی و واقعیت مجازی در آنهـا کاربـرد دارد می توان به جراحی، درمانهای توانبخشـی و آناتومی اشاره کرد.

در "جراحی مجازی" سـخت افزارها این اجازه را به پزشـک می دهند که پزشـک فرآیند مربوطه را بارها تمرین کرده و مهارت خود را در یک فضـای مجازی ارتقا دهد و به این ترتیب پیش از اینکه وارد اتاق عمل شـود بر روی یـک بیمار مجازی عمل جراحـی را انجام دهد. مطالعات نشـان داده اسـت که اسـتفاده از "جراحی مجازی" به طـور معناداری کیفیت عملکرد پزشـک را در اتاق عمل بـالا می‌برد (۴)، بخصوص در عملهای جراحی حساس همچون گلوکما و جراحیهای مغز.

شـبیه سـازی و واقعیت مجازی همچنین می تواند در زمینه بازتوانی بر پایـه فیزیوتراپی و همچنین درمانهای روانی (همچون درمان ترسـهای مرضی[6]) کاربرد داشـته باشد. یکی از کاربردهای واقعیت مجازی در این زمینـه در بازتوانی بیماران پس از وقوع سـکته در آنها می باشـد. این درمان به افراد مواجه شده با سکته کمک می کند تا مهارتهای از دست رفته خود را (به دلیل آسـیب بخشی از مغز) دوباره بیاموزند. از جمله این مهارتها می توان به هماهنگ ساختن حرکات دستها یا پاها در زمان راه رفتن اشاره کرد.(۳)

ترسـهای مرضی نیز می تواند به طور موثری با اسـتفاده از در معرض قرار گرفتن تدریجی در برابر عامل ایجاد کننده ترس، درمان شوند. (۳) هـدف اصلی در همه این سیسـتمها، بهبود کیفیـت آموزش مهارتهای پزشکی جهت کاهش حوادث در طول اعمال جراحی، تجویزها و تمرین معاینه بالینی[7] میباشد.

در ابتـدا به دلیل محدودیت در تکنولوژی و اطلاعات پزشـکی شـبیه سـازی در پزشکی یک شـیوه آموزش قابل قبول در جوامع علمی نبود. ولی با پیشرفت تکنولوژی و پایه گذاری استانداردهای پزشکی، آموزش از طریق شبیه سازها جای خود را در میان شیوههای آموزش پیدا کرد.

میزان کارایی شبیه سازی و واقعیت مجازی:

مطالعات بسیاری در رابطه با کارایی این سیستمهای آموزشی نشان داده اند که این شـیوه آموزش از سوی دانشـجویان پذیرفتهتر از شیوههای قدیمی میباشـد(۵) و همچنین استفاده از آنها دارای نتایج مثبت از لحاظ بهبود عملکرد دانشجو و پزشک میباشد(۶).

بعضی از موضوعات آموزش پزشـکی که شبیه سازی و واقعیت مجازی میتواند به آنها بپردازد، عبارتند از:

- Advanced Cardiac Life Support simulators
- Partial Human Patient Simulator
- Human Patient Simulator
- Hands-on Suture Simulator
- IV Trainer to Augment Human Patient Simulator

1- Lumbar Puncture
2- Virtual reality
3- Real Time
4- Navigation
5- Interaction
6- Phobia Treatment
7-General Practice

- Pure Software Simulation
- Anesthesiology Simulator
- Minimally Invasive Surgery Trainer
- Bronchoscopy Simulator
- Battlefield Trauma to Augment Human Patient Simulator
- Team Training Suite

در رابطه با میزان موفقیت و کارایی استفاده از این سیستمها در آموزش پزشکی (بالاخص واقعیت مجازی و شبیه سازی) نیز تحقیقات جامعی صورت گرفته است. در تحقیقی که به بررسی کارایی شیوه‌های مختلف آموزش پرداخته است به طور اختصاصی آموزش بر مبنای شبیه سازی را بررسی کرده است. نتیجه این بررسی به این صورت است که گروهی که با استفاده از شبیه سازی (و تلفیق با سیستم واقعیت مجازی) آموزش دیده اند نتایج بهتری را در تستها به نسبت گروهی که فقط از شیوه‌های قدیمی بهره برده اند کسب نموده اند (۷).

مطالعه Jeffrey بخشی از مزایای آموزش پزشکی از طریق شبیه سازی را به این صورت بیان نموده است:

افزایش سلامت و امنیت بیمار

کاهش خطاهای پزشکی

کاهش هزینه درمان؛ که این ۳ مورد از ارکان اصلی در درمان بیماران است (۸).

در مجموع Nicole Strangman & Tracey Hall با بررسی تحقیقات مختلف در این زمینه به این نتیجه رسیده اند که تجربیات کسب شده از طریق آموزش با استفاده از شبیه سازی و واقعیت مجازی بسیار مفیدتر از تجربیات آموزش به شیوه‌های قدیمی می باشد. همچنین دانشجویان نیز احساس بهتری هنگام استفاده از این ابزار آموزشی خواهند داشت. همچنین نتایج این بررسی حاکی از آن بود که این شیوه نوین آموزش می تواند به دانشآموختگان کمک کند تا با تصورات غلط خود روبرو شده و به تصحیح آنها بپردازند و بدین ترتیب فرد آموزش بیننده می تواند مهارت خود را بهبود بخشد. در پایان، این تحقیق بیان کرده است که آموزش از طریق شبیه سازهای کامپیوتری بسیار موثرتر از شیوه‌های پیشین آموزش می باشد (۲).

نمونه‌هایی از پروژه‌ها در این زمینه:

تاکنون پروژه‌های مختلفی در این زمینه توسط دانشگاه‌های مختلف جهان انجام شده است. از جمله آنها میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-پروژه Virtual colonoscopy در SUNY Stony Brook (۹)

۲-پروژه EndoScope توسط Biomedical Imaging Resource at Mayo Clinic (10)

۳-پروژه‌های Virtual bronchoscopy، Virtual Surgery، Simulation، Liver Tumor Visualization و... در Institute Biotechnology Delaware (۱۱)

۴ - Eye surgery simulator در مرکز Georgia Tech (۱۲)

۵-انجام پروژه arthroscopy training simulator و nasal endoscopy simulator توسط Fraunhofer Institute (۱۳,۱۴)

۶-شبیه‌ساز Craniofacial Surgery توسط Erlangen Institute آلمان (۱۵)

۷-طراحی Virtual Liver، Virtual Bronchoscopy و Virtual Nerve Block در Toronto General Hospital (۱۶)

Augmented Reality:

به نوعی میتوان این تکنولوژی را از زیر شاخه‌های واقعیت مجازی به حساب آورد. در زبان ساده این تکنولوژی به این معنا است که به محیط اطراف فرد به صورت real time، اطلاعاتی افزوده میشود، یعنی متصل کردن دنیای واقعی و مجازی به یکدیگر از طریق افزودن اجسام مجازی به دنیای واقعی.

برای استفاده از این تکنولوژی یکی از روشها که اکثرا در رشته پزشکی و جراحیها از آن استفاده میشود، استفاده از عینکهای مخصوص آن میباشد که علاوه بر عبور نور اطراف و نمایش تصاویر روبرو، قابلیت نمایش اطلاعات اضافی را نیز بر روی شیشه عینک دارد.

همانطور که اشاره شد شبیه سازی و واقعیت مجازی بیشتر میتواند در آموزش پزشکان مورد استفاده قرار گیرد اما Augmented Reality حتی میتواند در بالین بیماران نیز مورد استفاده قرار گیرد، که این ویژگی باعث اهمیت ویژه آن شده است. به عنوان مثال در عملهای جراحی با استفاده از این تکنولوژی میتوان علائم حیاتی بیمار را همزمان در جلوی چشم جراح قرار داد تا هر لحظه در جریان آنها باشد. یا همزمان با جراحی تومورها میتوان با استفاده از این تکنولوژی به جراح نشان داد که تومور در کجای بدن قرار دارد و تیغ جراحی در کدام نقطه بدن و کدام منطقه نسبت به تومور قرار دارد.

نمونه‌هایی از پروژه‌ها در این زمینه:

تاکنون پروژه‌های کمی با استفاده از Augmented Reality در پزشکی انجام شده است. از جمله آنها میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-پروژه Augmented Reality در Neurosurgery توسط دانشکده پزشکی دانشگاه Harvard (۱۷)

۲-پروژه Laparoscopic Adrenalectomy در دانشگاه Louis Pasteur (۱۸)

۳-پروژه استفاده از Augmented Reality در جراحی ENT در دانشگاه Innsbruck و موسسه ARTMA Biomedical Inc اتریش (۱۹)

--پروژه بیوپسی سوزنی Breast با استفاده از Augmented Reality؛ با همکاری ۳ دپارتمان Computer Science، رادیولوژی و Biostatistics دانشگاه North Carolina at Chapel Hill (۲۰)

۵-دستگاه EYESi ophthalmoscope ساخت شرکت VR magic آلمان (۲۱)

مشکلات:

یکی از نکاتی که در طراحی سیستمهای شبیه‌ساز کمتر به آن توجه می‌شود و تبدیل به یک جنبه منفی این گونه وسایل کمک آموزشی شده، تمایل به ظاهر و ساختار پیچیده در طراحی آنها میباشد. دانشجویان با زمینه علمی ناکافی و یا مهارت کم در استفاده از کامپیوتر جهت استفاده از این شبیه سازها با مشکل مواجه میشوند(۲۲). ازین رو نیاز است که یک شبیهساز محیطی ساده و کاربر پسند و مشابه با واقعیت داشته باشد تا پیچیدگیهای فنی شبیه ساز بر کیفیت آموزش دانشجو و رغبت او جهت استفاده از این وسایل تاثیر منفی نداشته باشد.

مشکلات طراحی و استفاده از این سیستمها در ایران:

از دلایلی که باعث شده این سیستمها در دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران کمتر مورد توجه قرار گیرد اینست که اولا اکثر اساتید و متخصصان هنوز در رابطه با کارا بودن اینگونه وسایل اطلاعات کافی بدست نیاوردهاند و همچنین اطلاعات کافی در این رابطه نیز در اختیار آنها قرار نگرفته است. همچنین از نظر اقتصادی در نگاه اول ساخت اینگونه سیستمها هزینه بالایی را به دانشگاه‌ها تحمیل میکند که از نظر آنها اینکار صرفه اقتصادی ندارد –هرچند که در دراز مدت با تولید این سیستمهای آموزشی، فواید علمی زیادی و غیرقابل مقایسه با هزینه صرف شده برای دانشگاه‌ها به ارمغان خواهد آورد–. از مشکلات دیگر در این راه نیز کمبود نیروهای متخصص فنی برای طراحی این سیستمها و همچنین ارتباط کم دانشگاه‌های مهندسی با دانشگاه‌های علوم پزشکی است. ذکر این نکته در این مکان ضروری به نظر میرسد که افرادی که در رشته مهندسی پزشکی مشغول به تحصیل میباشند ارتباط کمی با موضوع واقعیت مجازی دارند و برای توسعه اینگونه سیستمها اغلب نیاز است که حتما متخصصین واقعیت مجازی داخل شوند.

نتیجه گیری:

شبیه سازی و ایجاد فضاهای مجازی با کیفیت بالا راهکار قابل تاملی است برای محدود کردن خطرات زیاد آموزش به شیوه‌های سنتی، که علاوه بر افزایش سلامت و امنیت بیمار، منجر به کاهش خطاهای پزشکی و هزینه درمان خواهد شد.

References:

1-Kohn L, Corrigan J, Donaldson M. To Err Is Human: Building a Safer Health System. Committee on Quality of Health Care in America; 2000.
2- Strangman N&HT. Virtual Reality/Simulations. National Center on Accessing the General Curriculum 2003.
3-Mario A, Gutiérrez A, Vexo F, Thalmann D. Stepping into Virtual Reality. Springer; 2008.
4- Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O›Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance: Results of a Randomized, Double-Blinded Study. Annals of Surgery 2002;236(4).
5-Chakravarthy B. Medical simulation in EM training and beyond. Newslett Soc Acad Resid 2006 Jan 1.
6-Kincaid J, Hamilton R, Tarr R, Sangani H. Simulation in education and training. Applied system simulation: methodologies and applications. Kluwer Academic Publishers; 2003. p. 437-56.
7-Salas E, Cannon-Bowers JA. The science of training: a decade of progress. Annu Rev Psychol 2001;52:471-99.
8- Jacqueline Jeffrey. Medical Simulation: A Growing Medical Teaching Method and Field of Research. Journal of Hospital Librarianship 2007;7(4).
9-3D Virtual Colonoscopy - Publications.Available from: URL: http://www.cs.sunysb.edu/~vislab/projects/colonoscopy/colonoscopy.html
10- Robb RA. Virtual endoscopy: development and evaluation using the Visible Human datasets. Comput Med Imaging Graph24(3):133-51.
11-Delaware Biotechnology Institute | 3D Visualization.Available from: URL: http://www.dbi.udel.edu/visual.html
12- IMTC Projects: Eye Surgery Simulator.Available from: URL: http://www.imtc.gatech.edu/projects/archives/eye.html
13- Bockholt U, M¡¼ller W, Voss G, Ecke U, Klimek L. Real-time simulation of tissue deformation for the nasal endoscopy simulator (NES). Comput Aided Surg 1999;4(5):281-5.
14-M¡¼ller W, Bockholt U. The virtual reality arthroscopy training simulator. Stud Health Technol Inform 1998;50:13-9.
15-Keeve E, Girod S, Girod B. Craniofacial surgery simulation. 1996. p. 541-6.
16- PIE: Biomedical Communications: Virtual Liver, Virtual Bronchoscopy, Virtual Nerve Block.Available from: URL: http://pie.med.utoronto.ca/PIE/PIE_whatWeDo_BMC.html
17-Archip NF, Clatz OF, Whalen S FAU - Kacher D, Kacher DF, Fedorov FAU, Kot FAU, et al. Non-rigid alignment of pre-operative MRI, fMRI, and DT-MRI with intra-operative MRI for enhanced visualization and navigation in image-guided neurosurgery.
18- Marescaux J, Rubino F, Arenas M, Mutter D, Soler L. Augmented-Reality-Assisted Laparoscopic Adrenalectomy. JAMA 2004 Nov 10;292(18):2214-b.
19- Freysinger W, Truppe M, Gunkel A, Thumfart W, Pongracz F, Maierbaeuerl J. Interactive telepresence and augmented reality in ENT surgery: Interventional Video Tomography. 1997. p. 817-20.

20- Michael R, Gentaro H, Jeremy A, Kurtis K, Etta DPM, Michael J, et al. Augmented reality guidance for needle biopsies: A randomized, controlled trial in phantoms. 2002.
Ref Type: Generic
21- Schuppe O, Wagner C, Koch F, Manner R. EYESi ophthalmoscope - a simulator for indirect ophthalmoscopic examinations. Stud Health Technol Inform 2009;142:295-300./
22- Spector M, Merrill D, Merrienboer J, Driscoll P. Handbook of Research on Educational Communications and Technology. 3rd ed. 2007.