Přehledový článek | Review article

Virtuální realita ve vzdělávání zdravotnických profesionálů v kardiologii na počátku roku 2021

(Virtual reality in education of healthcare professionals in cardiology at the beginning of 2021)

Otakar Jiravský[a,b], Filip Jiravský[c], Jan Hečko[a], Miroslav Hudec[a,b], Radim Špaček[a], Jan Chovančík[a], Libor Škňouřil[a], Martin Fiala[d]

[a] *Centrum sportovní kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice AGEL Třinec-Podlesí, Třinec*
[b] *Lékařská fakulta Masarykovy Univerzity, Brno*
[c] *Polské gymnázium – Polskie Gimnazjum im. Juliusza Słowackiego, Český Těšín*
[d] *Odděleni kardiologie, Centrum kardiovaskulární péče, Neuron Medical s.r.o., Brno*

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:
Vložen do systému: 15. 1. 2021
Přijat: 2. 2. 2021
Dostupný online: 27. 7. 2021

Klíčová slova:
Elektronická média
Virtuální realita
Vzdělávání

SOUHRN

Elektronická média přebírají dominantní roli ve vzdělávání, jedné z klíčových odpovědností zdravotnických profesionálů. I profesní vzdělávání dnes využívá webové stránky, blogy, videoblogy a mobilní aplikace. Virtuální zobrazování je další, nově dostupnou technologií. Přináší prožitky podobné realitě, což může být přínosem k zachycení, zpracování, zapamatování a následnému použití informací uživatelem. Navzdory relativně krátké uživatelské dostupnosti virtuálního zobrazování je nyní k využití celá řada hardwarových možností a souběžně i obsahu, který je primárně cílem k vzdělávání zdravotnických profesionálů.

© 2021, ČKS.

Keywords:
Education
Electronic media
Virtual reality

ABSTRACT

Electronic media are picking over a dominant role in education, one of the key responsibiliies of healthcare professionals. At present, even professional education uses websites, blogs, video blogs, and mobile applications. Virtual imaging is another newly available technology. It offers reality-like experiences, which can be useful for picking up, processing, memorizing, and subsequent utilizing of information by the user. Despite relatively short availability of virtual imaging, some hardware options can be now employed together with content primarily aimed at educating healthcare professionals.

Úvod

Narůstající tempo moderní doby přináší obrovské množství informací. Ve světě nejenom vědy je nutné udržet „prst na pulsu" proudu dat. Zažíváme přechod od knižních a časopiseckých zdrojů k elektronickým. Zažili jsme přechod od „jak se dostanu ke zdroji informací" k „jak se zorientuji v záplavě informací".

Možnost simulovat reálné prostředí k nácviku je v kardiologii známá a řada technologických firem ji přináší ve snaze zlepšit tržní uplatnění svého produktu. Jedná se však o finančně náročná či tržně nedostupná jednorázová/jednoúčelová zařízení. Například k simulaci a tréninku práce v koronární katetrizační laboratoři je aktuálně dostupná celá řada firemních produktů (tabulka 1).

Tabulka 1 – „VR" simulátory práce v katetrizační laboratoři

Produkt	Výrobce	Link
CATHIS	Cathi GmbH	www.cathi.de
VIST	Mentice	www.mentice.com
CathLabVR	CAE	www.cae.com
ANGIO Mentor	Simbionix	www.symbionics.com
SimSuite	MSC	www.medsimulation.com

Adresa pro korespondenci: MUDr. Otakar Jiravský, Centrum sportovní kardiologie, Kardiocentrum, Nemocnice AGEL Třinec-Podlesí, Konská 453, 739 61 Třinec, e-mail: otakar.jiravsky@npo.agel.cz
DOI: 10.33678/cor.2021.020

Tento článek prosím citujte takto: Jiravský O, Jiravský F, Hečko J, et al. Virtuální realita ve vzdělávání zdravotnických profesionálů v kardiologii na počátku roku 2021. Cor Vasa 2021;63:481–485.

Rozvoj technologií nově přináší metody zobrazení dat v prostoru stereoskopickým způsobem, které přispívají k prostorovému vnímání zobrazených informací.

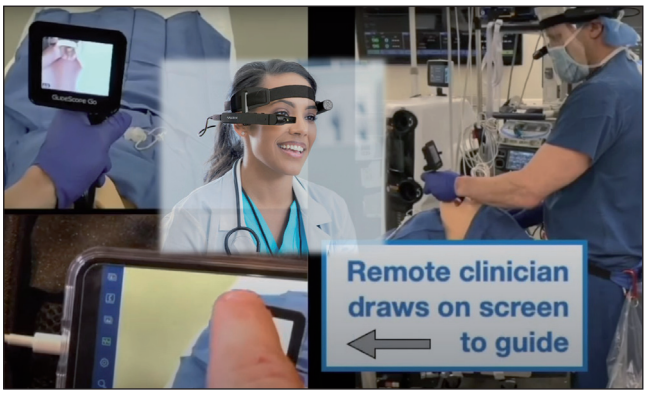
Mezi nová elektronická média se nově zařadila:

1. Augmentovaná realita – *augmented reality* (AR),[1] v češtině užívaná jako „rozšířená realita", je pojem používaný pro obraz reálného světa, do kterého je promítán virtuální, počítačem vytvořený objekt.
2. Virtuální realita – *virtual reality* (VR)[2] je v prostoru počítačově simulovaného prostředí, ve kterém se uživatel může svobodně pohybovat a případně interagovat s virtuálním prostředím. Pro vstoupení do virtuální reality slouží „virtuální brýle", nazývané taky „VR brýle". VR brýle mohou být propojeny s VR ovladači, které simulují ruce ve virtuálním prostředí. Některé virtuální brýle dokážou snímat samotné ruce uživatele a jsou vnímány jako VR ovladače. Je nutno podotknout, že tato technologie je poměrně nová a snímání rukou není většinou zcela přesné. Použití VR je všestranné, od rekreačního k profesionálnímu použití. Virtuální realita je nejvíce rozvinutá část virtuálního průmyslu, má nejvíce obsahu, podpory a rozvoje.
3. Smíšená realita – *mixed reality* (MR)[3] – je spojení AR a VR, kdy jsou do reálného světa promítány počítačem vytvořené objekty, se kterými uživatel může interagovat. Pro zobrazení MR slouží „MR brýle". Interakce probíhá pomocí ovladačů nebo rukou. Snímače rukou jsou v MR většinou přesnější než ve VR. Mixed reality je spíše mířená pro profesionální použití. MR brýle, také jako obsah pro mixed reality, jsou výrazně dražší než pro VR.

VR/AR/MR dostupné technologie

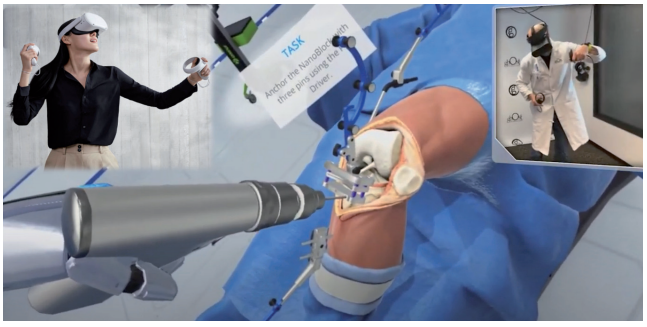
V segmentu AR jsou reálně dostupným modelem s přesahem do medicíny brýle Vuzix (https://www.vuzix.com/solutions/telemedicine). Jejich využití je spíše vedeno k online mentoringu či telemedicíně než k edukaci. Dle modelu cena za hardware kolísá mezi 1 000 a 2 700 USD (obr. 1).

VR a MR technologie jsou nejlépe využitelné k edukaci. V dostupnosti však MR zaostává. Důvodem je vysoká cena MR brýlí. MR brýle od firmy Microsoft Hololens 2



Obr. 1 – AR brýle Vuzix užity při online mentoringu při nácviku intubace

Obr. 2 – MR brýle Hololens 2 firmy Microsoft ve vývoji perioperačního zobrazování ve spolupráci s firmou Philips



Obr. 3 – VR brýle Occulus Quest 2 firmy Facebook Technologies, LLC a prezentace programu Wraith VR Surgical Simulator k nácviku endoprotézy kolene

Tabulka 2 – Přehled dostupných VR brýlí

Dostupné VR brýle	Cena v USD	Systémové nároky
Oculus Quest 2	Model 64 Gb – $299 / model 256 Gb – $399	Může být použit i bez počítače a připojit k počítači se může i event. bezdrátově.
Oculus Rift S	$299	K použití nutný počítač. Má nejmenší systémové požadavky.
Hp Reverb G1/G2	Generace 1 – $550 / generace 2 – $600	K použití nutný počítač. Má nejlepší rozlišení z vyjmenovaných VR brýlí. Má nejvyšší systémové požadavky.
Valve Index	$999	K použití nutný počítač. Pro lokalizaci ovladačů vyžaduje snímací stanice. Nejlepší snímání a nejvyšší obnovovací frekvence.
HTC Vive Cosmos	$699	K použití nutný počítač. Malá adopce mezi producenty softwaru.
HTC Vive Pro	$899	K použití nutný počítač. Hrozí konec sériové produkce a podpory. Nejhorší poměr cena/výkon.
Pimax Artisan	$978	K použití nutný počítač. Pro lokalizaci ovladačů vyžaduje snímací stanice. Největší zorné pole z dostupných modelů.

(https://www.microsoft.com/cs-cz/hololens/hardware) stojí cca 3 500 USD. Je ovšem pravda, že MR brýle jsou určené pro profesionální použití v komerčním sektoru (obr. 2).

V současné době jsou na našem trhu reálně fyzicky a cenově dostupné modely pouze VR brýlí. Tato tržní dostupnost spolu s nízkou cenou je souběžně také základním faktorem masivního rozšíření technologie a prudkého rozvoje aplikací pro tuto technologii vyvíjených. Jejich přehled včetně klíčových parametrů je shrnut v tabulce 2. Mezi top 2 produkty v kontextu poměru cena/výkon je možno řadit Oculus Quest 2 firmy Facebook Technologies LLC (obr. 3) a Reverb G2 firmy Hewlett-Packard.

Technologické požadavky na zobrazení VR

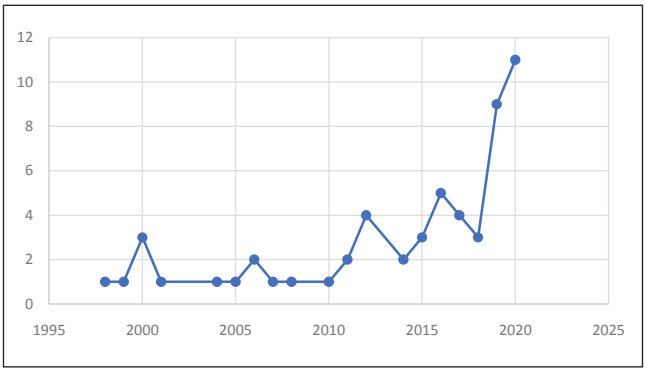
Virtuální zobrazování jakožto poměrně nová technologie vyžaduje větší výpočetní výkon. AR a MR většinou nepotřebují externí počítač k provozu, mají vlastní výpočetní hardware. Na druhou stranu VR používá výpočetní výkon externího počítače k provozu. Vyplývá to z množství dat, která musejí být k zobrazení ve vysokém rozlišení a rychlé obnovovací frekvenci zpracována. Cena nejnižších doporučených systémových požadavků stolního počítače začíná od 15 000 Kč. Pro bezproblémový hladký provoz se však cena pohybuje od 25 000 Kč výše, v případě této sestavy v notebooku ceny budou začínat od 30 000 Kč. Díky rychlému vývoji počítačové techniky bude cena počítačových sestav schopných provozovat VR klesat. Výjimkou jsou VR brýle Oculus Quest 2 firmy Facebook. Ty mají totiž možnost provozovat některé aplikace bez externího počítače.

Minimální systémové požadavky jsou rozdílné dle jednotlivých technologií VR brýlí, zjednodušeně je představena v tabulce 3, kde jsou prezentovány typové sestavy při minimální a optimální úrovni, prezentována je i úroveň s výhledem stability do blízké budoucnosti.

Technologicky odlišnou cestou je VR pomocí mobilního telefonu a cardboard zobrazovače. Jedná se o kvalitativně slabé provedení, avšak všeobecné rozšíření mobilního telefonu z této technologie dělá potenciálně dostupnou. Existuje např. aplikace Lifesaver VR app, která pomocí hry v VR učí základům kardiopulmonální resuscitace (KPR). The Lowlands Saves Lives study porovnala masovou výuku KPR klasicky a pomocí Lifesaver VR app. Definitivní výsledky prozatím nebyly publikovány, ale uspořádání a protokol studie je inovativní.[4] Naznačuje jednu z cest, kam se může edukace ubírat. Její výhodou je relativní masivní dostupnost technologie, byť za cenu kvalitativního kompromisu.

Přehled reálně dostupných aplikací pro VR edukaci ve zdravotnictví

K datu 1. 1. 2021 byl proveden dotaz databází: MEDLINE/PubMed, Google Scholar a internetu pomocí portálu Google.com na klíčové pojmy: virtual reality & cardiology & education. PubMed prezentuje 51 prací v časovém rámci od roku 1998. Od roku 2014 je možné pozorovat razantní nárůst četnosti prací, rok 2020 pak byl publikačně nejúrodnější s 11 pracemi. Google Scholar odkazuje bez časového ohraničení na 12 500 publikací, v rozmezí let 2014–2020 pak na 7 510 (obr. 4).



Obr. 4 – Počet vědeckých publikací o VR v edukaci v kardiologii v letech 1998– 2020

Publikované práce a prezentované nástroje byly uživatelsky testovány. Mezi nejzdařilejší a nejpřínosnější po stránce informační i grafické se řadí následující čtyři.

1. Medical Holodeck (https://www.medicalholodeck.com/)

Zcela jednoznačně nejlepší aktuálně dostupná aplikace pro vzdělávání. Jedná se o platformu, která aktuálně nabízí tři aplikace: Anatomy Master XR, Dissection Master XR a Medical Imaging XR.

Anatomy Master je anatomický vzdělávací program, který na grafickém modelu člověka ve VR přináší možnost pochopení prostorových souvislostí. Nejlepší dostupné ovládání, podrobný popis anatomie. Nevýhodou je pouze anglické názvosloví a cena.

Dissection Master XR je opět anatomický vzdělávací program. Je založen na 3D scanu reálného anatomického preparátu hlavy a hrudě člověka. Je dostupných 7 hloubek anatomických vrstev. Preparát je ve VR volně otočný ve všech představitelných osách volnosti. Popisky jednotlivých anatomických struktur jsou v angličtině.

Medical Imaging XR je program, který přináší možnost prohlížení DICOM souborů ve VR. Jedná se spíše

Tabulka 3 – Konfigurace počítače k zobrazení VR obsahu

	Minimální počítačová sestava	Optimální počítačová sestava	Počítačová sestava připravená na budoucí obsah pro VR
Procesor	Intel Core i3-10100	Intel Core i5-8600/AMD Ryzen 5 3600	Intel Core i9-10850K/AMD Ryzen 9 5900X
Grafická karta	Nvidia GTX 1060 6 Gb/AMD RX 580	Nvidia RTX 2070 SUPER/AMD RX 5700 XT	Nvidia RTX 3070/AMD RX6800-XT
Operační paměť	8 Gb	16 Gb	32 Gb +

o program vhodný k reálnému provozu pracoviště zobrazovacích metod a hlavně k předoperačnímu plánování anatomicky složitějších operací. Jeho reálné využití v předoperačním plánování v kardiochirurgii bylo s úspěchem testováno v klinické studii.[5]

Cenová politika není aktuálně veřejná, je možné ji získat včetně měsíčního zkušebního přístupu na info@medicalholodeck.com. Ve třetím čtvrtletí 2020 byla ještě veřejně dostupná institucionální cena (předplatné) za cca 1 000 eur/rok.

2. Anatomy Viewer VR (https://store.steampowered.com/app/925830/VR_Anatomy/)

Anatomický vzdělávací program. Založený na 3D grafickém modelu těla, který je možné ve VR prohlížet podle orgánových soustav nebo dle anatomických vrstev. Ovládání je jednoduché a intuitivní. Nevýhody: anatomické označení pouze v angličtině a anatomické názvosloví se ohraničuje na větší struktury (celý sval, nikoli jeho hlavy) + rychlé pochopení. Zdarma na platformě Steam VR.

3. Medical Imaging VR (https://store.steampowered.com/app/1471980/MedicalImagingVR/)

Základní anatomický vzdělávací program, který je založen na možnosti prohlížení DICOM CT scanu hlavy a hrudníku, avšak bez bližšího vysvětlení, popisků. Program je v rané fázi vývoje.

4. 3D Organon VR Anatomy (https://www.3dorganon.com/)

Výborný anatomický vzdělávací program. Možnost studovat anatomické souvislosti v prostoru ve VR na grafickém modelu. Anatomie je zde rozdělena dle orgánových soustav. Ke každé anatomické struktuře je na volitelné tabuli bližší popisek o anatomii, souvislostech a funkci. Plná verze v ceně 75–150 USD roční licence (dle platformy), v základní dostupné pouze kosti a svaly.

K vizualizaci autoři vytvořili kanál na Youtube VR Medical apps, kde je prezentován náhled jednotlivých aplikací při jejich použití. https://1url.cz/Kz9T4 QR kód v obrázku 5.

Obr. 5 – QR kód pro přístup k YouTube kanálu VR Medical apps.

Mezi prezentované koncepty bez reálné uživatelské dostupnosti, avšak s publikovanými prvotními daty patří:

1. The Stanford Virtual Heart (https://www.stanfordchildrens.org/en/innovation/virtual-reality/stanford-virtual-heart). Jedná se o projekt The Stanford University v Kalifornii, USA. Je primárně zaměřen na dětskou kardiologii a vrozené vývojové vady. K zařazení mezi primární testovací uživatele je možno žádat přístup na mailu: daxelrod@stanford.edu.
2. HoloAnatomy (https://case.edu/hololens/). Jedná se o koncept výuky anatomie Case Western Reserve University, Cleveland, USA. Dostupná jsou promo videa s prezentací předností výuky v rozšířené realitě pomocí brýlí Hololens 2 firmy Microsoft.

Další možnosti VR v kardiologii

Kromě využití VR pro edukaci se samozřejmě vyvíjí i nasazení v předoperační přípravě,[6] v periprocedurálním zobrazení[7,8] či periprocedurální podpoře operatéra a zřejmě v pooperační rehabilitaci pacienta.[9]

VR se také v pilotních projektech začíná využívat pro edukaci pacientů. Ve studii OCULUS[10] byla VR využita s úspěchem k edukaci pacientů o riziku embolických komplikací u fibrilace síní a nutnosti pečlivé antikoagulační léčby. Pacienti edukovaní v VR vykazovali vyšší míru porozumění a compliance.

VR byla také využita k edukaci pacientů před katetrizační ablací pro fibrilaci síní v multicentrické studii na Tchaj-wanu.[11] Je prezentováno zvýšení efektivity edukačního procesu při použití VR.

V nizozemské práci byla MR realita využita k edukaci pacientů po proběhlém infarktu myokardu.[12] Jako hlavní přínos je zmiňováno zeefektivnění přenosu informací od zdravotníků k pacientovi, a to zvláště o farmakologické léčbě.

Závěr

Rozvoj technologie virtuální reality, postupný pokles ceny a očekávané masové rozšíření činí z této technologie silný nástroj pro vzdělávání zdravotnických profesionálů. Tato technologie je vhodná i pro další nasazení v medicíně, např. pro předoperační plánování, perioperační zobrazování či edukaci pacientů. V současné době se začínají objevovat první reálně použitelné technologie. K dosažení klíčového cíle, kterým jistě bude masivní škálovatelnost výuky, je nutné vyčkat či pracovat na dostupnosti využitelného obsahu. Budeme také svědky rozvoje podoboru elektronických, virtuálně realitně změřených, knihovnických služeb.

Literatura

1. Rozšířená realita. In: Wikipedie [Internet]. 2020 [citován 26. prosinec 2020]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Roz%C5%A1%C3%AD%C5%99en%C3%A1_realita&oldid=19118403
2. Virtuální realita. In: Wikipedie [Internet]. 2020 [citován 3. leden 2021]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtu%C3%A1ln%C3%AD_realita&oldid=19262174
3. Mixed reality. In: Wikipedia [Internet]. 2021 [citován 3. leden 2021]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mixed_reality&oldid=997870982
4. Nas J, Thannhauser J, Vart P, et al. Rationale and design of the Lowlands Saves Lives trial: a randomised trial to compare CPR quality and long-term attitude towards CPR performance between face-to-face and virtual reality training with the Lifesaver VR app. BMJ Open 2019;9(11):e033648.
5. Napa S, Moore M, Bardyn T. Advancing Cardiac Surgery Case Planning and Case Review Conferences Using Virtual Reality in Medical Libraries: Evaluation of the Usability of Two Virtual Reality Apps. JMIR Hum Factors 2019;6(1):e12008.
6. Chan F, Aguirre S, Bauser-Heaton H, et al. Head tracked stereoscopic pre-surgical evaluation of major aortopulmonary collateral arteries in the newborns. In: Radiological Society of North America 2013 Scientific Assembly and Annual Meeting. 2013.
7. Link Mark S, Olshansky Brian, Cannom David, et al. Abstract 17736: ICD Lead Performance in Athletes: Long-term

Results of a Prospective Multinational Registry. Circulation 2016;134(suppl 1):A17736–A17736.
8. Bruckheimer E, Rotschild C, Dagan T, et al. Computer-generated real-time digital holography: first time use in clinical medical imaging. Eur Heart J – Cardiovasc Imaging. 2016;17:845–849.
9. Silva JNA, Southworth M, Raptis C, Silva J. Emerging Applications of Virtual Reality in Cardiovascular Medicine. JACC Basic Transl Sci 2018;3:420–430.
10. Balsam P, Borodzicz S, Malesa K, et al. OCULUS study: Virtual reality-based education in daily clinical practice. Cardiol J 2019;26:260–264.
11. Chang SL, Kuo MJ, Lin YJ, et al. Virtual reality (VR) informative aids increase residents' atrial fibrillation (AF) ablation procedures-related knowledge and patients' satisfaction. J Chin Med Assoc 2021;84:25–32.
12. Hilt AD, Mamaqi Kapllani K, Hierck BP, et al. Perspectives of Patients and Professionals on Information and Education After Myocardial Infarction With Insight for Mixed Reality Implementation: Cross-Sectional Interview Study. JMIR Hum Factors 2020;7:e17147.