

【ショートレター】

バーチャル・リアリティを活用した診療参加型臨床実習†

江角亮*^{#2}・川本英嗣*^{#2}・今井寛*^{#2}・島岡要*

三重大学大学院医学系研究科 分子病態学*

三重大学大学院医学系研究科 救急災害医学*^{#2}

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界的流行に伴い、医学部教育の診療参加型臨床実習の醍醐味である患者診察の機会が奪われ、多くの時間が見学型臨床実習になることで、実践的な臨床能力を身につけることが難しくなっている。近年、仮想現実感 (バーチャルリアリティ: VR) 技術の急速な進歩によって、臨床技能の獲得や、低頻度の重症症例の経験など様々な状況の学習で VR が応用され、知識や技術習得の有効性に注目が集まっている。我々は、このような VR の持つ教育効果に着目し、従来から知られるシミュレーション教育と組み合わせたハイブリッド VR 教育を取り入れた経験をふまえ、コロナ禍でも対応できる臨床実習教育について報告する。

キーワード: 臨床実習, バーチャル・リアリティ (VR), シミュレーション教育, コロナ禍

1. はじめに

2020 年に全日本医学生自治会連合の行ったアンケート調査で、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界的流行に伴い、臨床実習において 88%の医学生が患者と接する機会を制限されたと報告されている。(全日本医学生自治会連合, 2020 年)

特に感染リスクの高い救急医療現場では依然として見学型臨床実習にとどまっている。その結果、救急臨床実習で望まれる、より実践的な臨床能力を身につける診療参加型臨床実習 (クリニカル・クラークシップ) が救急医療現場では実施できない状態が続いている。

三重大学救命救急センターでも同様に、2020 年 4 月以降、いわゆるコロナ第 2 波より病院での臨床実習は一時中止となり学生の病院への立ち入りは制限された。そのため、救急外来においては、医学生が経験すべきチーム医療型診療に携わることがまだできていない。

近年の VR 技術の急速な進歩によって「医用画像解析による手術支援」「手術トレーニング・シミュレーション」など、様々な形で VR が医学教育に用いられている。

(Leanne C et al.2019) 本稿では、新たに VR を取り入れた、より実践的なコロナ禍に対応できる臨床実習教育について自らの経験を踏まえて報告する。

2. 新型コロナ感染症が及ぼした医学教育への影響

COVID-19 の流行下では、医学生は臨床実習現場で症状のないまま周囲へウィルスを拡散するリスクや、逆に周囲からウィルスを獲得するリスクがある。そのため、

我々は医学生の教育方法を抜本的に変えなければならなくなった。

新型コロナウイルスが出現して以来、教育現場では様々な変化が起こってきた。新型コロナウイルスの感染予防としてはお互いに社会的な距離を取ることが最も効果的な予防策であるとされ、(Carlos del Rio et al.2020) これにより多人数が 1 つの部屋に集まる講義は縮小された。また医学生から評価の高かった臨床講義の中で、ひとつの問題を小グループに分かれて双方向的に協議して問題解決を行う PBL-tutorial 教育は ZOOM を用いたオンライングループミーティングに置き換わった。さらに診療参加型臨床実習の醍醐味である入院患者や外来患者に学生が対面で診察する機会は制限された。特に COVID-19 患者の受け入れ窓口である救急外来では患者数の増加に伴い、個人防護服 (Personal protective equipment :PPE) の供給不足が明らかとなり、医学生は患者と接触する機会を持てなくなった。そのため多くの学びのきっかけとなる“生きた教科書”である患者に接することができず、見学主体の臨床実習 (見学型臨床実習) が主流となり、医師として求められる実践的な臨床能力を身につけることが難しくなっている。このように COVID-19 の流行は医学部の教育全体に大きな影響を与えている。

3. 教材としてのシミュレーターの利点と欠点

教育者は医学生に対して、できる限り現場に即した実践的な臨床能力を身につける機会を提供することを心が

けてきた。1分1秒を争う救急医療現場を模倣したシミュレーション教育、ベッドサイドで実際に患者に対して行う超音波（エコー）検査の見学と実施、医師がファシリテーターとなり実際の症例を提示したスモールグループでの議論などを実践してきた。特にシミュレーション教育は、1960年代初頭から心肺蘇生方法や点滴確保など臨床能力向上のため、繰り返し患者に害を与えることなくシミュレーター（実物大マネキンや血管を模したプラスチックモデルなど）を利用して知識の保持、臨床的推論および学習に対する学生の満足度を向上させることができるとされ、医学教育の現場で使用されてきた。シミュレーション教育では批判的思考なしにシナリオをこなすだけの教育になりやすいという批判はあるが、実際の臨床現場でも重要視される多人数で実際の臨床現場で必要なチーム医療を学ぶ機会を提供できる点はシミュレーション教育の利点と言える。（Jette Led Sorensen et al.2017）

またシミュレーション教育では学習内容が実際の臨床現場の状況に近いほど学習効果が高いとされているため、熟練した指導医が多人数の医学生に向けて、現場に近い学習環境を提供できる点は座学では学ぶことのできない大きな利点である（Jette Led Sorensen et al.2010）。三重大学医学部救急災害医学講座では2012年頃よりこのようなシミュレーターを用いた教育プログラムを2週間のクリニカルクラークシップに組み込み、院内急変のシミュレーション教育を行ってきた。（図1 シミュレーション教育の様子）



図1 スモールグループによるシミュレーション教育
数名の学生に対して教育を行っている様子

また三重大学医学部附属病院5階にはシミュレーションラボ（スキルズラボ）が常設され、平日だけでなく週末夜間も医学生、看護学生が自由に使用可能であり、救急災害医学講座以外にも多くの医学部臨床系講座が年間を通して、多人数を対象としたセミナーを活発に行ってきた。これは多くの大学病院でのシミュレーションに関する研究によれば、臨床現場に近い場所で行われたシミュレーション教育は臨床および教育の両方に正の効果をもたら

し、関係する臨床部門はケアの改善に役立つ情報を得ることが可能であると示されているためである。（Denise Ellis et al.2008）

このように三重大学医学部では、現実感をできるだけ忠実に模倣したシミュレーション教育を医学部教育に取り入れ医学生に有意義でリアリティーのある教育を提供してきた。しかし、コロナ禍では密を避けなければならないという制限により多人数が参加する従来のシミュレーション教育ができなくなってしまった。そのため、教育者はマネキンなどのシミュレーターを使った従来のシミュレーション教育とは別の形でリアリティーのある患者存在感を教育現場に提供することで、マネキンでは表現できない臨場感の中で、より実践的な学習方法を新しいテクノロジーを用いて検討する必要がある。

4. 市販 VR 教材の導入と効果

近年、教育効果が期待されている没入型のバーチャルリアリティ（VR）が医学教育現場を変えつつある。

VR教育では、リアルな仮想世界に没頭させるヘッドマウントディスプレイを学生に装着させ、多感覚で没入型の臨床体験を学生に提供することが可能になった。医学生は、自分自身の存在場所を物理的な世界ではなく、シミュレートされた臨床環境で現実的な患者の診療に携わり、繰り返し医療者としてチームで共同作業し、さらに仮想空間の患者を診察してその反応をみることも可能になった。（Jock Pottle.2019）

2020年より我々は「救命救急VR」(JOLLY GOOD!™)の提供するVRプラットフォームを用いて医学生に教育を行っている。このVRプログラムではバーチャルな病棟、インタラクティブな患者、同僚医師、看護師など、現実の世界と同様の多職種診療の関わり合いが含まれている（図2「救命救急VR」で登場するバーチャルな医療従事者たち）。

たとえば救急外来に心肺停止の患者が運ばれてきたシナリオでは、学習者はバーチャルな救急外来にいて、仮想の心肺蘇生法を行い（または同僚の側で見学し）、気道確保のために、看護師から気管挿管チューブを受け取りながら気管挿管を経験することが可能である。

生態情報を表示する警告音の中で医学生は現場の雰囲気を感じることができることで患者診療へリアルタイムに感情移入して、患者が心停止になればストレスを感じることができる。このようにVRを用いた教育は我々のいままで行ってきたシミュレーション教育では与えられない没入感を医学生に提供できる。またVRは狭いスペース（2×2m）でも5分以内にセットアップが完了し、救急患者の心肺蘇生プログラムを提供することができる。



図2 「救命救急VR」で登場する医療従事者たち
自分もチームの一員として医療に参加できる。

「医学教育・コアモデル」に記載されている、他職種とのコミュニケーション能力とチーム医療の実践が VR を用いた現実感をできるだけ忠実に模倣したシミュレーション教育により可能になった。このようにコロナ禍であってもスペースを取らずに複数名が離れた箇所で VR プログラムに没入することが可能になり、コロナ禍の教育方法としてメリットが大きい。

一方 VR の欠点としては触覚まで提供することはできないので、腹部の触診を教えるのには適さない。マネキンシミュレーターの腹部の感触の方がよりよい情報を医学生に提供すると考えられる。

図3は医学生及び医療スタッフ26名(学生9名, 初期研修医6名, 専攻医2名, コメディカル9名)の救命救急VR体験後のアンケート結果である。(図3)被験者96%から高い評価を受け、その90%が現場の臨場感を体験できたためとしていた。他職種の動きや診療の流れに関する回答が28%, 手技に関する回答が20%であった。これらの回答から現場の臨場感を体験できるVRの強みを生かし、診療の流れの中で手技を習得できる方法を検討した。

5. VR とシミュレーターを組み合わせた授業実践の提案とその効果

シミュレーターとVRの利点の双方を取り入れたハイブリッドVR教育は可能だろうか?シミュレーターにVRを組み合わせたハイブリッドVRの没入感が効果的な体験学習をもたらすことが、数多くの証拠によって証明されはじめた。(John Vozenilek et al.2008)たとえば、外科の分野では、医学の中でも早くハイブリッドVR教育を取り入れていて、スクリーンを使った学習よりも、没入型の環境を使った学習の方が知識の獲得率が格段に高いことが分かっている。現在では多くの手術プログラムに導入され、優れた成果を上げている。(Justin D Bric et

救命救急VRを体験した感想 (一部抜粋)
職種上見ることのできない目線で詳細にイメージができた。自分がそこにいるような気分になり緊迫感が伝わった。
実際の現場の空気感や診療の流れを体験できたことが良かった。特に蘇生処置の動画では複数の処置が同時進行で進んでいく様子を見渡すことができたため、自分が現場にいたら次に何を準備すべきかなど考えながら見る事ができた。
見たい手技を見たい時に見れる。自分が始点となって周囲の様子も見れるので救急時における全体の雰囲気も感じることができた。
俯瞰的に現場の流れ、またVRのため、一点ではなく周りの医療者がどのような動きをしているかも見ることができたため自分がどのように動いたらいいか考えることができた。
本当に処置の現場に居るかのような臨場感があった。また視界が動かせるので手元だけでなく周囲の動きなどにも注目できた。

図3 被験者アンケート結果 (一部抜粋)

al.2016) 心肺蘇生法についても論理的思考や胸骨圧迫の質に効果をあげている。

VRを用いた救急医学の分野では心肺蘇生法のトレーニングにも効果的で、他職種の動きもVRプログラム内で閲覧できるためコミュニケーションスキルの向上、批判的思考の強化、臨床的意思決定の改善につながる可能性がある。(Johan Creutzfeldt et al.2016) (Susan.2017) (Cual M Harrington et al.2018)

我々はクリニカルクラークシップで救命センターをローテーションする医学部4-5年生に対し、心肺蘇生教育と尿道バルーン挿入の実技教育においてハイブリッドVR教育を組み込んだ。

(図4 VR技術を用いた救急臨床実習への利用例)

我々の心肺蘇生方法教育のプログラムでは、医学生はVRのみで実際の心肺蘇生現場を確認する。VRは医療チームの一員としてどのように心肺蘇生に携わることが必要か全体の流れを示してくれる。次に実際のシミュレーターを用いて心肺蘇生を体感し、胸部圧迫の深さや速度をシミュレーターで客観的に評価される。実際の医療現場を疑似体験した直後に自分自身もシミュレーターで手技を振り返る。従来は現場とシミュレーションに時間の隔たりが生じ、シミュレーションから現場を連想しにくい部分があった。しかしVR技術の進歩がこの隔たりを埋めた。このようなステップを踏むことで、医学生の心肺蘇生への理解を促進できると感じている。実際、心肺蘇生を行っている臨床現場に医学生を連れて行くと、彼らは実際に心肺蘇生を経験はできないが、医学生の心肺蘇生に対する熱意を感じることができる。尿道バルーン挿入についてもシミュレーターに対する手技のみでなく、診療の流れの中で手技の習熟を図っている。VRはある特定の技術を習得する上で有用であることは前述の通りである。また特定の手技が、どのような場面で必要となるかを提示してくれる点でも有用と考えている。

1 心肺蘇生法 (CPR) への応用

<現在の心肺蘇生教育の課題>
 ・蘇生率を向上させるにはCPRの質を向上させる必要がある。
 ・蘇生率の向上のために、今まではマネキンシミュレーターを使ってグループで行う対面式のトレーニングが行われてきた。



2 基本的臨床手技習得への応用

<現在の救急臨床実習の課題>
 ・COVID-19の影響により感染リスクの高い、救急医療現場での臨床実習が困難となっている。
 ・シミュレーターを使ったトレーニングでは現場の臨場感を体験できない。

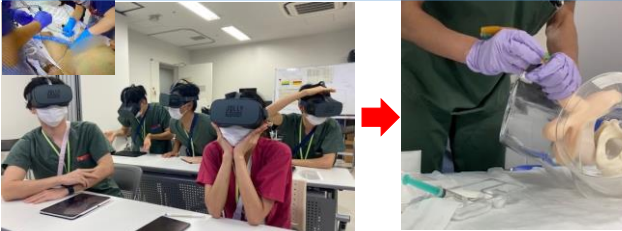


図4 VR技術を用いた救急臨床実習への利用例

6. おわりに

コロナ禍でも VR を用いることで実際の医療現場を疑似体験し、より実践的な臨床能力を医学生は身につけることができる可能性がある。またニューノーマル下でも時間の制約のため経験できなかった臨床実習も VR 教育は補ってくれる可能性がある。救急における医学生に対する教育ではシミュレーターに VR 組み合わせることで実践的な臨床実習教育をより飛躍させる可能性がある。

謝辞

本稿を作成するにあたり、所属する救急災害医学講座および、ご支援いただいた分子病態学講座の関係者の皆様にはこころより感謝申し上げます。

参考文献

全日本医学生自治会連合 (2020) 『医学生の声が届ける！コロナ時代の意識と生活の実態調査<第 1 回>分析速報 (<https://www.igakuren.jp/igakuseidata/2020/10/702.html>) (2020 年 10 月 20 日)
 Leanne C et al.(2019).The Past, Present, and Future of Virtual Reality in Pharmacy Education. *Am J Pharm Educ.*83(3):7456.

Carlos del Rio et al.(2020).

2019 Novel Coronavirus-Important Information for Clinicians.*JAMA.*323(11):1039-1040.

Jette Led Sorensen et al.(2017).Design of simulation-based medical education and advantages and disadvantages of in situ simulation versus off-site simulation. *BMC Medical Education*17,20

Jette Led Sorensen et al.(2010).The implantation and evaluation of a mandatory multi-professional obstetric skills training program.*Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica.* Vol.88,Issue10,1107-1117.

Denise Ellis et al.(2008).Hospital,Simulation Center, and Teamwork Training for Eclampsia Management. A Randomized Controlled Trial *Obstet Gynecol.*111(3):723-31.

Jock Pottle.(2019).

Virtual reality and the transformation of medical education. *Futute Health Care Journal Vol 6 No3*:181-5.

John Vozenilek et al.(2008). See one,do one,teach one:advanced technology in medical education. *Acad Emerg Med.*11(11):1149-54.

Justin D Bric et al. Current state of virtual reality simulation in robotic surgery training :a review. *Surg Endosc.*30(6):2169-78.

Cristina Cerezo Espinosa et al.(2019).Virtual reality in cardiopulmonary resuscitation training:a randomized trial.*Emergencias.*31(1):43-46.

Johan Creutzfeldt et al.(2016).Cardiopulmonary Resuscitation Training by Avatars:A Qualitative Study of Medical Students'Experiences Using a Multiplayer Virtual World.

*JMIR Serious Games.*16:4(2).

Susan M Burke(2017).Cultivating Critical Thinking Using Virtual Interactive Case Studies.

*J Pediar Nurs.*33:94-96.

Cuan M Harrington et al.(2018).Development and evaluation of a trauma decision making simulator in Oculus virtual reality. *Am J Sug.*215(1):42-47.

†ESUMI Ryo *, KAWAMOTO Eiji*, IMAI Hiroshi, and SHIMAOKA Motomu* : Clinical clerkship with Virtual Reality

* Mie University Graduate School of Medicine 2-174 Edobashi, Tsu 514-8507, Japan