



Omurga cerrahisi eğitiminde sanal gerçeklik simülasyonu

Virtual reality simulation in spine surgery education

Ufuk Aydın¹, Kürşat Kar²

¹Liv Hospital Vadistanbul, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, İstanbul

²İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Dünya çapında cerrahi eğitimde tek tipleştirme henüz yoktur, bu nedenle birçok komplikasyon yetersiz eğitim ve uygulama ile ilgili olabilir. Bu komplikasyonlar çoğu zaman hastalarımız için istenmeyen sonuçlar doğurmaktadır. Tıp alanında en eski kurallardan biri olan “*Primum non nocere*” yani “Önce zarar verme”nin uygulanabilmesi için yeterli eğitim ve tecrübenin sağlanması şarttır.

Simülasyon, yeni bir buluş olmayıp 1980’lerden beri pilotların eğitiminde başarılı şekilde kullanılmaktadır. Bu tip sanal gerçeklik (*virtual reality, VR*) ve dokunsal uyaranlı simülatörler sayesinde cerrahlar, pedikül ya da servikal lateral kitle vidası uygulamasını sınırsız sayıda tekrarlayabilir. Bu sayede gelecekte cerrahi komplikasyonların önemli bir kısmını engelleyebiliriz.

Anahtar sözcükler: omurga; sanal gerçeklik; dokunsal geri bildirim

There is no standardization in surgical training worldwide, thus many complications can be related to insufficient training and practice. These complications often lead to undesirable results for our patients. In medicine, there is an ancient rule; “*Primum non nocere*” meaning “First, do no harm”, while attending a patient. For this rule to be effective, it is essential to get the necessary training and experience.

Simulation of the work environment and instrumentation is not a new invention, well known for pilots training with simulators since the 1980s. The surgeons using this simülator with virtual reality (VR) and haptic device can do pedicle screw, lateral mass screw placement in posterior cervical spine with unlimited repetition. In this way, we can prevent a significant portion of surgical complications in the future.

Key words: spine; virtual reality; haptic device

Ortopedi ve travmatoloji alanı ile omurga cerrahisine bağlı komplikasyonlar hem hayatlara mal olmakta hem de ömür boyu süren kalıcı sakatlıklar yaratabilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri’nde yılda oluşan ortalama 1 milyon ortopedik eğitime bağlı komplikasyonun mali yükümlülüğü 5 milyar dolardır. Dünyada tek tipleştirilmiş bir cerrahi eğitim şekli yoktur ve muhtemelen oluşan komplikasyonların bir bölümü yetersiz eğitim ve yetersiz pratik kaynaklıdır. Tıp eğitiminde ölçüm ve değerlendirme objektif olarak yapılamamaktadır. Bu konuda standart bir ölçme metodu yoktur. Yapılan çalışmalarda bize öğretilen şeylerin %80’ini ilk üç gün sonrası unutmaktayız. Bunu asistanlar için de geçerli saymalıyız çünkü her zaman öğrendikleri şeyleri tekrar etmek mümkün olmamaktadır.^[1-3]

Çalışma ortamının ve cihazların simüle edilmesi yeni bir şey değildir. 1980’den beri bu yöntem pilot eğitimlerinde kullanılmaktadır. Yirmi birinci yüzyılda

teknolojideki ilerlemeler; tıp eğitiminde kolay ulaşılabilir, maliyeti uygun, taşınabilir özelliğe sahip sanal gerçeklik ve geri tepkimeli simülatörlerin kullanımına imkan vermektedir.^[3-5] Bu durumun avantajı, ekstra para ve vakit harcamadan kendi hastane ortamında bu pratik egzersizleri defalarca tekrarlayabilmesidir.^[6-9]

Sanal gerçeklik, kullanıcıyı ortama iyice konsantre eden görsel üç boyutlu algılama ve ses iletişimi sağlamaktadır. Kullanıcı, üç boyutlu derinlik algılaması da yaparak kendine sunulan ortamda rahatça hareket edebilmektedir. Gözlükle başınızı hareket ettirdikçe gerçek hayattaki gibi sanal ortamda gezinebilirsiniz. Her bir kullanıcı, aynı ortamı aynı sanal gerçeklikte algılayabilmekte olup video görüntü seyretmekten çok daha fazlasına sahip olur.

Sanal gerçeklik (VR)’in en önemli yönü uzaysal izlemidir. Başlığın uzaydaki konumu ve dönüşü üç boyutlu olarak izlenir. Bu, ya harici sensörler ya da içeriden

İletişim / Contact: Prof. Dr. Ufuk Aydın¹ • **E-posta / E-mail:** aydinliufuk@gmail.com

ORCID iD: Ufuk Aydın¹, 0000-0001-8729-4715 • Kürşat Kara, 0000-0002-2058-6534

Geliş / Received: 31 Ekim 2021 • **Kabul / Accepted:** 16 Aralık 2021

dışarıya kulaklığın kendisinde yer alan sensörler tarafından yapılır. Kullanıcılar kafalarını hareket ettirdikçe konum ve dönüş verileri izlenir ve her bir gözün görmesi gerekeni kopyalamak üzere bir kamera 3B ortamda konumlandırılır. Bu kameralardan alınan görüntü, 10 ms'den daha kısa bir gecikmeyle, gerçek zamanlı olarak oluşturularak her bir gözün önündeki ekranlarda gösterilir. Böylece kullanıcı sanal ortamda uyumlu bir görsel betimleme deneyimler.

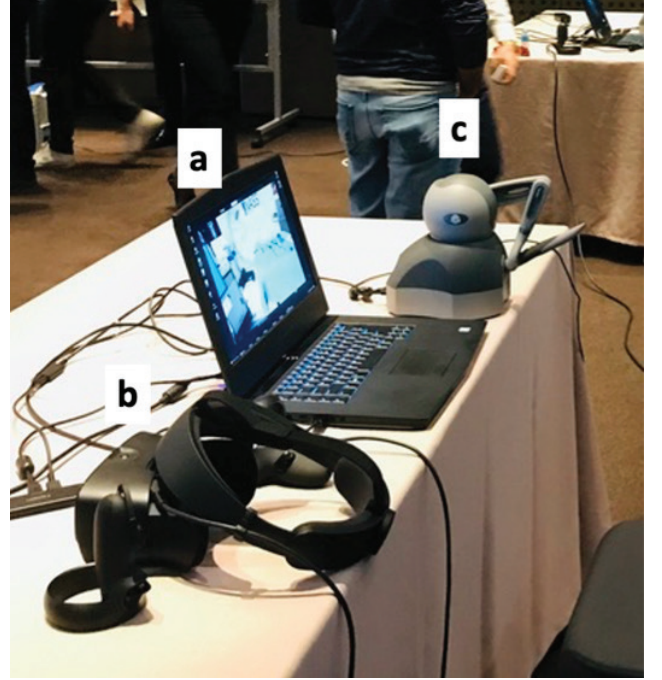
Bu sarmalayıcı deneyim başlangıçta görseldir ancak işitsel geri bildirim kullanılarak daha da geliştirilir. Modern, başa takılan sanal gerçeklik sistemleri de 3B ses işlemeyi destekler. Sinemadayken çok hoparlörlü çevresel ses sistemleri, gerçekçi bir ses deneyimi yaratır. VR başlık ile ortam sesleri her bir kulak için ayrı ayrı oluşturulur. Size sunulan derinlikli görüntüler gibi, stereo ses de başınızı hareket ettirme şeklinize tepki verir.

Cerrahi simülasyonlarda, gerçek hayattaki bir cerrahi operasyondaki sesleri duyabilirsiniz, örneğin; cerrahların birbirleriyle konuşmaları ya da ameliyathanedeki ortam sesleri gibi. Aynı zamanda gerçek zamanlı veriler ses olarak sunulabilir; solunum hızı, kalp atışı ses ile ifade edilebilir ve kullanıcıya hastanın durumu hakkında bilgi akışı sağlanabilir. Buna bir de kullanılmakta olan tıbbi aletlerin etkileşimli seslerini, delgi uğultusunu, testerenin vınlamasını, tornavidanın sesini, tepsiye bırakılan aletlerin sesini ekleyin, böylece ameliyathaneyi görür, duyar ve hissedersiniz.

Bilgisayarların işlem kapasitesindeki ilerlemelerle, ortopedik cerrahi ve beyin cerrahisindeki sanal gerçeklik (VR) ile simülasyonun eğitim amaçlı, ameliyat öncesi planlamada ve ameliyat sırasında kullanımı da gelişmeye devam ediyor.^[2,10] VR; dokunma, titreşim ve hareketler oluşturmak suretiyle birçok duyuya hitap eden, sarmalayıcı bir deneyim sunmak üzere görsel ve işitsel çağrılar dokunma duyusuyla birlikte kullanan ve başa takılan bir ekranı olan bir bilgisayar işlem birimi kullanmaktadır.^[3-5]

SANAL GERÇEKLİK (VR) SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Simülatör yazılımı (Noya Enterprise, İstanbul, TÜRKİYE), uygun grafik donanımına sahip standart bir dizüstü bilgisayarda çalışabilmektedir. VR gösterimi için *Oculus Rift* (*Oculus VR, Facebook Technologies, CA, ABD*) başlık kullanıldı. Dokunsal simülasyon için *Touch* (*3D Systems, CA, ABD*) haptik cihazı kullanıldı (Şekil 1). Yazılım, kemik gibi sert dokular ile yağ, kas ve deri gibi yumuşak dokuları simüle edebilmektedir. Haptik sistem, psikomotor becerileri geliştirmek için değil, dokunsal geri bildirim kullanılarak üç boyutlu bir ortam yaratmak için kullanılmıştır.



Şekil 1.a-c. Kullanılan cihazlar; bilgisayar (a), *Oculus Rift* gözlük (b) ve geri tepkime cihazı (c).

Cerrahlar üzerinde yaptığımız çalışmanın en önemli bulgusu, arka servikal vida yerleştirme operasyonundan önce VR tabanlı ve haptik destekli simülasyon ile alıştırmaya yapanlarda servikal pedikül vidalarını hatalı yerleştirme oranının önemli ölçüde düşük bulunmasıydı. Sıfır hipotezimiz kolayca kabul edilmiş sayılabilir; şöyle ki servikalde posterior vida yerleştirmeden önce VR simülasyonu ile alıştırmaya yapmış olanlarda daha iyi bir vida yerleşimi gözlemledik. Omurga cerrahisinde VR temelli eğitimleri değerlendiren yeni bir sistematik inceleme de VR tabanlı eğitimin önemine dikkat çekmiş ve omurga cerrahisinde eğitim için kullanılmasını önermiştir.^[9]

Haptik özellikli simülasyon ile gerçekleştirilen VR tabanlı eğitimin başlıca avantajı, eğitim için tümüyle sarmalayan, birçok duyuya hitap eden bir ameliyathane ortamı sağlamasıdır. Bu simülatörü kullanan bir cerrah, posterior servikal omurgada pedikül vidası, lateral kitle vidası yerleştirmeyi sınırsız tekrarlar yapabilir. Tıpta hastayı tedavi etmekle ilgili eski bir kural vardır; "*Primum non nocere*", yani "Önce zarar verme". Bu kuralın uygulanabilmesi için gerekli eğitim ve tecrübenin kazanılması şarttır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), cerrahi komplikasyonların %60'ının cerrahi protokollere uyulmamasından kaynaklandığını bildirmektedir. Bu kadim kuralı bozmamak için cerrahların yoğun ve kapsamlı bir şekilde eğitilmeleri gerekmektedir. Tıp çalışanlarının, adım adım uygulanması gereken tıbbi prosedürleri birçok kez tekrarlayarak hafızalarına kazıyacak şekilde eğitilmeleri

gerekmektedir. Bu nedenle pratik, ulaşılması kolay ve düşük maliyetli bir eğitim yöntemine ihtiyacımız vardır.^[10] Mesleki gelişim, her meslekte süregiden bir süreçtir. Birçok meslekten farklı olarak, tıp eğitimi ve öğretimi sadece büyük bilgi birikimini değil, aynı zamanda hastalarla etkileşimi de gerektirir. Kısacası, eğitim/öğretim, belirli yetkinliklerin kazandırılması veya edinilmesi ve geçerliliğinin denetlenmesine yönelik eylemler ve sistemli bilgi verme sürecidir. Bu öğrenilen yetkinlikler, hastanın tedavisine yönelik olgusal bilgiler, teknik bilgiler, cerrahi beceriler ve genel tutumdan oluşmaktadır.

Tekrar, öğrenmenin çok önemli bir parçasıdır. Tekrar yeni becerileri pekiştirir, hızı artırır, güveni artırır ve beyindeki bağlantıları güçlendirir. Hepsinden önemlisi, dikkati küçük ayrıntılar üzerinde toplar. Bu nedenle alıştırmayı yapmak, aklınızda tutmanız ve gerektiğinde hatırlamanız gereken verileri pekiştirmenin en iyi yoludur. Omurga cerrahisinde erken intibak döneminde rapor edilen yüksek komplikasyon oranları, cerrahları bu işlemleri yapmaktan kaçınmaya sevk edebilir. Bu alandaki simülasyon eğitim tekniklerinin başarılarıyla ilgili bulgular arttıkça, bu mevcut uygulama ve eğitim davranışlarındaki zaafı tersine çevirebilecektir.^[2] Bu tür simülatörler ticari olarak temin edilebilir olmalı ve kişiye özel olmalıdır. Simülasyona dayalı eğitim, her aşamada mükemmelliğe ve becerilerde yüksek hassasiyete ulaşmak için gerekli görüldüğü sıklıkta kişisel öğrenme ve yeniden öğrenme deneyimine imkân verir. Yöntemsel yetkinliğe dayalı daha ileri eğitimler için kursiyerlerin filtrelenmesi ve seçilmesi mümkündür. Simülasyona dayalı tıp eğitimi, sağlık çalışanlarının bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirirken hastaları da gereksiz risklerden korur. Gelecekteki çalışmalar, bu simülasyon eğitim tekniklerinin standartlaştırılmasına, klinik sonuçlara yönelmeli; omurga cerrahisi alanında kullanılan simülatörler üzeri-

ne iyi yürütülmüş rastgele yapılan çalışmalar desteklenmelidir. Bu sonuçlar, radyografik parametrelerin hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütleriyle nicelleştirilmesi ile de birleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Aim F, Lonjon G, Hannouche D, Nizard R. Effectiveness of virtual reality training in orthopaedic surgery. *Arthroscopy* 2016;32:224-32. [Crossref](#)
2. Lohre R, Wang JC, Lewandrowski KU, Goel DP. Virtual reality in spinal endoscopy: a paradigm shift in education to support spine surgeons. *J Spine Surg* 2020;6:208-23. [Crossref](#)
3. Lohre R, Warner JP, Athwal GS, Goel DP. The evolution of virtual reality in shoulder and elbow surgery. *JSES International* 2020;4:215-23. [Crossref](#)
4. Kalun P, Wagner N, Yan J, Nousiainen MT, Sonnadara RR. Surgical simulation training in orthopedics: current insights. *Adv Med Educ Pract* 2018;9:125-31. [Crossref](#)
5. Lohre R, Bois A, Athwal G, Goel DP. Improved complex skill acquisition by immersive virtual reality training. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102:26. [Crossref](#)
6. Bernardo A. Virtual reality and simulation in neurosurgical training. *World Neurosurg* 2017;106:1015-29. [Crossref](#)
7. Konakondla S, Fong R, Schirmer CM. Simulation training in neurosurgery: advances in education and practice. *Adv Med Educ Pract* 2017;8:465-73. [Crossref](#)
8. Oliveira LM, Figueiredo EG. Simulation training methods in neurological surgery. *Asian J Neurosurg* 2019;14:364-70. [Crossref](#)
9. Pfandler M, Lazarovici M, Stefan P, Wucherer P, Weigl M. Virtual reality-based simulators for spine surgery: a systematic review. *Spine J* 2017;17:1352-63. [Crossref](#)
10. Vaughan N, Dubey VN, Wainwright TW, Middleton RG. A review of virtual reality based training simulators for orthopaedic surgery. *Med Eng Phys* 2016;38:59-71. [Crossref](#)