

Derleme

Nöroşirürjikal Modellemenin Cerrahi Eğitim ve Uygulamalara Katkıları

Contributions of Neurosurgical Modeling to Surgical Education and Practice

Balkan ŞAHİN¹, Şahin HANALIOĞLU², İlhan AYDIN³, Halil Olgün PEKER⁴

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sultan Abdülhamid Han Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye

³Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Van Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Van, Türkiye

⁴Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Van, Türkiye

ÖZ

Beyin ve sinir cerrahisi pratiği ve eğitimi süreklilik gerektiren, uygulamaların tekrarıyla pekişen zorlu bir süreçtir. Bu süreçte hasta güvenliği ve eğitim arasında yadsınamaz bir bağ bulunmaktadır. Günümüzde hızla ilerleyen teknolojik gelişmelerin cerrahi pratiğimize katkıları olduğu gibi cerrahi eğitim sürecimize de katkıları olacaktır. Gelişen modelleme teknikleri ise cerrahi eğitimimizde önemli yer tutacaktır. Teknolojik gelişmelerin etkisiyle beyin ve sinir cerrahisi eğitim ve pratiğinde fiziksel ve sanal modellerin kullanımı hızla artmaktadır. Modeller, cerrahi prosedürler güvenli ortamda birçok kez tekrar edilerek eğitim hedeflerinin gerçekleşmesini ve cerrahi becerilerin pekişmesini sağlamaktadır. Özellikle yeterli tecrübeye sahip olunmayan veya yüksek riskli cerrahi teknikleri gerçek hayatta uygulamadan önce modeller üzerinde pratiğinin yapılması, cerrahin fiziksel ve mental olarak hazırlanmasını sağlayacaktır. Derlemede, nöroşirürjikal modelleme ve üretilen modellerin kullanımının eğitime ve cerrahiye katkıları gözden geçirilecektir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Cerrahi, Eğitim, Model, Pratik, Simülasyon

ABSTRACT

The practice of neurosurgery and education is a challenging process that is repeatedly reinforced by the need for continuity. There is an undeniable link between patient safety and education in this process. Today, technological advances that are advancing rapidly contribute to our surgical practice as well as contributing to our surgical education process. Emerging modeling techniques will have an important place in our surgical education. With the advent of technology, physical and virtual models have been increasingly used in neurosurgical training and practice. These models allows for achieving training objectives and consolidating surgical skills by repetitive practice of surgical procedures in a safe environment. The practice of modeling before the practice in real life, especially if the surgeons are not experienced enough or if the surgical techniques have a high degree of risk, will provide the physician with the necessary physical and mental preparation. This article will review the neurosurgical models and their contributions to the neurosurgical education and practice.

KEYWORDS: Surgery, Education, Module, Training, Simulation



Yazışma adresi: Balkan ŞAHİN

E-posta: balkansahin@gmail.com

■ GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile yaşanan değişimlerden belki de en fazla faydalanan tıp alanı olan nöroşirürjinin bu teknolojik gelişmelere nöroşirürji eğitimini de dahil etmesi kaçınılmazdır. Cerrahi eğitiminde öncelikli amaç, uzmanlık öğrencilerine gerçek dünyada bağımsız olarak mesleklerini icra edebilmeleri için gerekli bilgi ve cerrahi becerileri kazandırmaktır. Bunun için uzmanlık öğrencilerinin titiz ve özverili eğitim süreci boyunca, güvenli bir ortamda becerileri öğrenmesi ve uygulaması gereklidir (1). Tarihsel olarak, diğer cerrahi uzmanlık alanlarında olduğu gibi, çıraklık modeli, nöroşirürji eğitiminin de temelini oluşturmuştur (10).

Bununla birlikte, tıpta teknolojinin gelişmesiyle birlikte, hasta güvenliği, yeni kavramların ortaya çıkışı ve eğitimdeki düzenleyici değişimler hakkında kamu bilincinin artırılması ile cerrahi eğitim, son yıllarda simülasyonla eşleştirilen yeterlilik temelli eğitime doğru kayda değer bir paradigma değişimine sahne olmaktadır (3,5,15,22).

Cerrahi Eğitim

Sağlık Bakanlığı Tıpta Uzmanlık Kurulu'nun 12.10.2017 tarihinde yayınladığı Beyin ve Sinir Cerrahisi Uzmanlık Eğitimi Çekirdek Müfredatı'nda Uygulamalı Eğitim Etkinlikleri başlığında ameliyat eğitimi "İçinde çok sayıda karar ve girişim barındıran müdahale süreçleridir. Her karar ve girişimin ayrı ayrı gereken yetkinlik düzeylerine ulaşması amacıyla en az riskli/karmaşık olandan en riskli/karmaşık olana doğru olacak şekilde ameliyat sürecinin tüm basamakları yüksek gözlem altında öğretilir. Öğrencinin tüm basamaklarda gereken yetkinlik düzeyine ulaşması için yeterli sayıda tekrar yaptırılması sağlanır." şeklinde açıklanmıştır.

Bir yandan cerrahi eğitim amaçlanırken diğer yandan hasta güvenliği sorunu ve öğrenme eğrisi yavaş olan, tecrübe gerektiren cerrahi uygulamaların bu süreçte ne kadar öğretilmediği sorunsalı devam etmektedir.

Kadavralar, anatomik modeller, mankenler, bilgisayar veya web tabanlı simülatörler ve sanal gerçeklik ortamları, çeşitli fiziksel, sanal ve hibrit modeller, farklı bilgi ve deneyim düzeylerindeki kursiyerlerin öğrenme deneyimlerini geliştirmede çok güçlü araçlar olarak öne çıkmış, bu araçların etkinlikleri birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (10,12).

Çeşitli hayvan modelleri de özellikle mikrocerrahi becerilerinin kazanılmasında önemli eğitim araçları olarak öne çıkmakla birlikte, avantajları ve nispeten daha geniş kullanılabilirliklerine rağmen, hayvan hakları ile ilgili etik kaygılar, uzman hayvan bakım tesisleri ve finansal maliyetlerin yüksekliği, cerrahi eğitim amaçlı yaygın kullanımlarını kısıtlayan temel dezavantajlardır (11).

Bu eğitim araçları, potansiyel zararlardan kaçınarak eğitim sürecinin verimliliğini artırırken, cerrahi olguları gözlemlenme, asiste etme ve bağımsız olarak uygulama arasındaki boşlukları kapatmada da etkin bir rol oynayabilir. Özellikle görme, duyma ve dokunma hissi gibi çoklu duyuları içeren yeni model ve eğitim yöntemlerinin, öğrenmeyi büyük ölçüde geliştirdiği gösterilmiştir (11,12).

Model Tipleri

Tıp eğitiminde kullanılan model tiplerini sınıflamak gerekirse modeller 4 ana kategoride tanımlanabilir (10);

1. Fiziksel modeller:

Doğrudan manipüle edilebilen, dokunma hissi sağlayan ve modelle temas halinde olunan tip.

Gerçek manipülasyon ve dokunsal geri bildirim sağlayan bu tipte en önemli sınırlama yeniden kullanılabilir olma eğiliminde olmamalarıdır. Modellerin kullanımı sonucunda modelin yapısal bütünlüğü bozulur ve tahrip olur (10). Bu durum önemli bir mali yüke sebep olmaktadır. Bu nedenle modelleri düşük maliyetle tekrar kullanılabilir hale getirmeyi amaçlayan çalışmalar yapılmaktadır.

Rooney ve ark. standart bir yapıtaşı (framework) ile su haznesi ve sentetik skalp kullanarak beyin cerrahisi pratiğinin önemli ve hayat kurtarıcı acil girişimlerinden olan, asistan eğitiminde öncelikli sıradaki yaklaşımlardan olan eksternal ventriküler drenaj takılmasının bir modelini oluşturmuşlardır (19).

Türk Nöroşirürji Derneği'nin 2018 yılında düzenlediği beyin ve sinir cerrahisi ulusal kongresinde spinal modeller üzerinde uygulaması gerçekleştirilen "Kraniovertebral Bileşke Stabilizasyon Cerrahisi Kursu" yine fiziksel modellerin eğitim amaçlı kullanımına iyi bir örnektir.

Özellikle intrakraniyal mikrocerrahi uygulamalar kendine has özelliklere sahiptir. İşlem genellikle dar bir ameliyat sahası ve derin bir alanda, yer yer doku ile çevrili, uzun süren, vücut eklem hareketlerinin ve cerrahi alet hareketlerinin kısıtlandığı bir süreçte gerçekleşir (16). Bu sebepten ötürü gerçek cerrahiye en yakın çalışma şartlarını sağlamaya çalışan modellemeler tercih edilmekte ve geliştirilmektedir. Menovsky operasyon masasına yerleştirildiğinde pterional yaklaşımın standart pozisyonuna olanak sağlayan, bir kafa modeli kullanmıştır (16). Streefkerk ve ark., modelleme için, içerisine sentetik damarların yerleştirilebildiği ve kraniotominin tepesindeki bir açıklıkla taklit edildiği bir kutu kullanmışlardır (4,23).

Takeuchi ve ark. plastik manken kafası içerisine yerleştirdikleri kırmızı boya ile boyanmış su dolu balon, sentetik tüpler, kil vb. herhangi bir süpermarkette bulunabilecek materyaller ile yaptıkları modelde derin ve dar bir alanda çalışmayı sağlayabilen, ekartasyonun da taklit edildiği bir model geliştirmişlerdir (24).

Modelleme üzerine yapılan çalışmalar geliştirmekte ve yeni yapılan her model gerçek mikrocerrahi tekniklerini daha iyi taklit etmeye çalışmaktadır. Cıkla ve ark.nın yaptığı fiziksel model ile cilt insizyonundan başlayarak, kan akımını taklit eden bir sistemin bulunduğu ve bu sayede serebral bypass cerrahisinin tüm aşamalarının taklit edildiği, tekrar kullanılabilen, gerçekçi bir eğitim modeli ortaya çıkmıştır (5).

Son yıllarda hızla gelişen 3 boyutlu yazıcı teknolojileri sayesinde artık her düzeyde kranial ve spinal anatomik modeller, gerek standart olarak gerekse hastaya ve patolojiye özel, çok katmanlı ve gerçeğe yakın malzemelerle üretilebilmekte ve böylece kranioplastiden spinal enstrümantasyona, kompleks nöroonkolojik ve serebrovasküler ameliyatlara kadar nöroşi-

rürjinin hemen her alanında eğitim ve cerrahi planlama amaçlı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu konuya aynı sayıdaki başka bir makalede ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

2. Sanal gerçeklik simülasyonları:

Bilgisayar tabanlı, geri bildirim cihazları ile kontrol edilen tipik olarak bilgisayar tarafından oluşturulan modellemeler.

Şu anda birçok tıbbi uzmanlık alanında (genel cerrahi, anestezi, jinekoloji) eğitim programlarının bir parçası olarak simülasyonların kullanılması önerilmektedir. Bu tip modellerin en önemli avantajı maliyetlerin düşmesi ve sınırsız kullanım olanıdır. Genel cerrahi, bu teknolojiyi kabul eden ve kullanan ilk alan olmuştur. Laparoskopik cerrahi eğitimi sırasında asistan ve uzmanlara simülasyon eğitimi verilmiş, operatif teknikleri öğretmek için simülasyonların kullanılması gerçek cerrahi için teknik, performans ve zaman konusunda önemli iyileştirmeler sağladığı gösterilmiştir (9,20). Seymour ve ark. yaptıkları prospektif, randomize, çift-kör çalışmada simülasyon eğitimi almış asistanların laparoskopik cerrahiye %29 oranında daha hızlı uyguladıklarını, simülasyon eğitimi almamış asistanların prosedürü tamamlayamama oranlarının 9 kez daha fazla olduğunu ve 5 kat daha fazla safra kesesi yaralanmasına sebep olduklarını ortaya koymuşlardır (17,20). Nöroşirürjide sanal gerçeklik simülasyonlarına; anevrizma kliplene, travma için kraniyotomi, tümör ve kafa tabanı diseksiyonu, posterior fossa dekompresyonu; ve eksternal ventriküler kateter yerleştirilmesi için geliştirilen simülasyonlar örnek verilebilir (13,21).

3. Web tabanlı simülasyonlar:

İnternet kullanımı ve mobil cihazların yaygınlaşması neticesinde web tabanlı simülasyonlar yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bunlar çeşitli sınıflamaları içeren uygulamalar, klinik problem çözümleri, cerrahi yaklaşım tekniklerinin simülasyonları şeklinde sayılabilirler ancak bu modeller fiziksel ve sanal gerçeklik modellerinin sağladığı dokümantasyondan yoksundurlar (10).

4. Hibrit modeller:

Fiziksel bir model ve bu modelle iletişim halinde olan bilgisayar tabanlı, taktik uyaran verebilen yazılım sistemlerinin entegre edilmiş olduğu modelleri kapsamaktadır. Maliyetlerinin fiziksel modellere göre 10 ila 100 kat daha yüksek oluşu ve sistemlerin entegrasyonundaki yazılım problemleri en büyük dezavantajlarıdır.

Beyin Cerrahisi Eğitiminin Bir Parçası Olarak Model Kullanımı

ABD’de nöroşirürji program direktörlerinin yaptığı bir ankette, model ve simülasyonlar geleneksel cerrahi eğitimi tümüyle ortadan kaldırmaya da onu tamamlayabilen önemli bir eğitim aracı olarak değerlendirilmiştir (13). Ancak, nöroşirürji eğitimine simülasyonun dahil edilebilmesi için zaman ve bütçe kısıtlamalarının yanı sıra geçerliliği kanıtlanmış modellerin, değerlendirme ölçeklerinin ve standart müfredatların eksikliğinin giderilmesi gereklidir (6-8,14). Bu eksikliği gidermek için ABD Nörolojik Cerrahlar Kongresi (CNS), nöroşirürji eğitiminin en yüksek verim ve güvenliği sağlayarak iyileştirilmesini amaçlayan bir komite oluşturarak nöroşirürjide kritik tekniklere odaklanan bir simülasyon temelli eğitim müfredatı ortaya koymuştur (6,18).

2011 yılındaki CNS Toplantısı’nda ilk olarak müfredat vasküler, spinal ve kranial 3 kategoriye ayrılmış bir model pilot kurs programı olarak uygulandı (Tablo I).

Birçok model ve eğitim algoritması, anketler, yorumlar ve doğrudan analizlerle değerlendirildi. Bu değerlendirmeler sonucunda katılımcıların belirlenmiş bir kurs algoritması ve hedefleri doğrultusunda çalışmayı tercih ettikleri görüldü. Ayrıca yine katılımcıların fiziksel modellerini sanal gerçeklik modellerine tercih ettikleri görüldü.

Akhigbe ve ark. yaptığı incelemede model ve simülasyon kullanımının beyin cerrahisi eğitimi için etkili ve efektif bir yol

Tablo I: Nörolojik Cerrahlar Kongresi Modelleri

Kategori	Tip	Model tipi
Vasküler	Anjiyografi	Fiziksel ve sanal gerçeklik
Vasküler	By-pass	Fiziksel
Omurga	BOS kaçağı tamiri	Fiziksel
Omurga	Posterior servikal	Fiziksel
Omurga	Lomber omurgaya minimal invaziv yaklaşım	Fiziksel
Omurga	Anterior servikal diskektomi ve füzyon	Fiziksel
Kranial	Travma	Fiziksel
Kranial	Ventrikülostomi	Sanal gerçeklik
Kranial	Posterior fossa	Sanal gerçeklik
Kranial	Posterior fossa	Fiziksel
Kranial	Tümör	Sanal gerçeklik
Kranial	Kranial fleb dizaynı	Sanal gerçeklik

olduğunu ve imkan dahilinde olması halinde, model kullanımının eğitimin zorunlu bir parçası haline getirileceğini düşünen eğitim direktörlerinin oranının %75 olduğunu bildirmişlerdir (2).

■ SONUÇ

Nöroşirürji simülasyon modelleri, nöroşirürji eğitiminin ve yeterliliğinin en verimli şekilde maksimize edilmesi için asistan eğitimine daha fazla dahil edilmelidir. Modellerin kullanılması ile cerrahi uygulamalar güvenli ortamda birçok kez tekrar edilerek eğitim hedeflerinin gerçekleşmesi ve cerrahi uygulamaların pekişmesi sağlanacaktır. Böylelikle uzman ve uzmanlık öğrencileri, hasta güvenliğini tehlikeye atmadan kontrollü bir ortamda gerçek bir operasyon için hem fiziksel hem de zihinsel olarak hazırlanabilecektir. Burada üzerinde çalışılması gereken nokta ise hangi modellerin, ne sıklıkta ve ne düzeydeki eğitimlerde kullanılacağına standardize edilmesi ve eğitim müfredatlarına girmesidir.

■ KAYNAKLAR

- Aggarwal R, Darzi A: Technical-skills training in the 21st century. *N Engl J Med* 355: 2695-2696, 2006
- Akhigbe T, Zolnourian A, Bulters D: Mentoring models in neurosurgical training: Review of literature. *J Clin Neurosci* 45: 40-43, 2017
- Angelo RL, Ryu RK, Pedowitz RA, Beach W, Burns J, Dodds J, et al: A proficiency-based progression training curriculum coupled with a model simulator results in the acquisition of a superior arthroscopic Bankart skill set. *Arthroscopy* 31:1854-1871, 2015
- Buis DR, Buis CR, Feller RE, Mandl ES, Peerdeman SM: A basic model for practice of intracranial microsurgery. *Surg Neurol* 71(2):254-256, 2009
- Cikla U, Şahin B, Hanalioglu S, Ahmed AS, Niemann D, Baskaya MK: A novel, low-cost, reusable, high-fidelity neurosurgical training simulator for cerebrovascular bypass surgery. *J Neurosurg* 111:1-9, 2018
- El Ahmadih TY, Aoun SG, El Tecle NE, Nanney AD 3rd, Daou MR, Harrop J, Batjer HH, Bendok BR: A didactic and hands-on module enhances resident microsurgical knowledge and technical skill. *Neurosurgery* 73 Suppl 1: 51-56, 2013
- El Ahmadih TY, El Tecle NE, Aoun SG, Yip BK, Ganju A, Bendok BR: How can simulation thrive as an educational tool? Just ask the residents. *Neurosurgery* 71:18-19, 2012
- Ganju A, Aoun SG, Daou MR, El Ahmadih TY, Chang A, Wang L, Batjer HH, Bendok BR: The role of simulation in neurosurgical education: A survey of 99 United States neurosurgery program directors. *World Neurosurg* 80:1-8, 2013
- Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P, et al: Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg* 91(2):146-150, 2004
- Harrop J, Lobel DA, Bendok B, Sharan A, Rezai AR: Developing a neurosurgical simulation-based educational curriculum: An overview. *Neurosurgery* 73 Suppl 1: 25-29, 2013
- Higurashi M, Qian Y, Zecca M, Park YK, Umezumi M, Morgan MK: Surgical training technology for cerebrovascular anastomosis. *J Clin Neurosci* 21:554-558, 2014
- Kirkman MA, Ahmed M, Albert AF, Wilson MH, Nandi D, Sevdalis N: The use of simulation in neurosurgical education and training. A systematic review. *J Neurosurg* 121: 228-246, 2014
- Lemole M, Banerjee PP, Luciano C, Charbel F, Oh M: Virtual ventriculostomy with "shifted ventricle": Neurosurgery resident surgical skill assessment using a high-fidelity haptic/graphic virtual reality simulator. *Neurol Res* 31(4):430-431, 2009
- McCaslin AF, Aoun SG, Batjer HH, Bendok BR: Enhancing the utility of surgical simulation: From proficiency to automaticity. *World Neurosurg* 76:482-484, 2011
- McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB: Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med* 86:706-711, 2011
- Menovsky T: A human skull cast model for training of intracranial microneurosurgical skills. *Microsurgery* 20:311-313, 2000
- Nagendran M, Gurusamy KS, Aggarwal R, Loizidou M, Davidson BR: Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 27: CD006575, 2013
- Ray WZ, Ganju A, Harrop JS, Hoh DJ: Developing an anterior cervical discectomy and fusion simulator for neurosurgical resident training. *Neurosurgery* 73 Suppl 1: 100-106, 2013
- Rooney DM, Tai BL, Sagher O, Shih AJ, Wilkinson DA, Savastano LE: Simulator and 2 tools: Validation of performance measures from a novel neurosurgery simulation model using the current Standards framework. *Surgery* 160(3): 571-579, 2016
- 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. *Ann Surg* 236:458-464, 2002
- Spicer MA, van Velsen M, Caffrey JP, Apuzzo ML: Virtual reality neurosurgery: A simulator blueprint. *Neurosurgery* 54(4): 783-798, 2004
- Stefanidis D, Scerbo MW, Montero PN, Acker CE, Smith WD: Simulator training to automaticity leads to improved skill transfer compared with traditional proficiency-based training: A randomized controlled trial. *Ann Surg* 255:30-37, 2012
- Streefkerk HJ, Bremmer JP, van WM, et al: The excimer laser-assisted nonocclusive anastomosis practice model: Development and application of a tool for practicing microvascular anastomosis techniques. *Neurosurgery* 58: 148-156, 2006
- Takeuchi M, Hayashi N, Hamada H, Matsumura N, Nishijo H, Endo S: A new training method to improve deep microsurgical skills using a mannequin head. *Microsurgery* 28(3):168-170, 2008