

Diagnostik Servikoserebral Anjiyografi, Karotis Stent Uygulaması ve Serebrovasküler Müdahale Eğitimi, Yeterlilik ve Referans Standartları*

Amerikan Nöroloji Akademisi, Amerikan Nörolojik Cerrahlar Derneği, Amerikan Girişimsel ve Terapötik Nöroradyologlar Topluluğu, Amerikan Nöroradyoloji Topluluğu, Amerikan Nörolojik Cerrahlar Kongresi, Amerikan Nörolojik Cerrahlar Derneği(AANS) ve Nörolojik Cerrahlar Kongresi (CNS) nin serebrovasküler bölümü ve Girişimsel Radyoloji Topluluğu**, tarafından birleşik olarak verilen bildiri.

Nörovasküler Koalisyonu Yazarlar Grubu (NeuroVascular Coalition Writing Group) adına bildiri hazırlayanlar: Dr. John J. Connors III., Dr. David Sacks, Dr. Anthony J. Furlan, Dr. Warren R. Selman, Dr. Eric J. Russel, PhD Dr. Philip E. Stieg ve Dr. Mark N. Hadley.

Türkçesi: Dr. Bilge Gürel, Prof. Dr. Gazi Özdemir

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı, ESKİŞEHİR

GİRİŞ

Hastaların sağlığı için risk teşkil edebilecek tıbbi uygulamaların güvenli yapılabilmesi için özel kognitif ve teknik eğitim, yeterlilik ve tecrübe temel kabul edilir. Bu prensip bütün tıbbi eğitimlerin temeli kabul edildiği halde, risk faktörünün hastanın felç olabilmesi gibi önemli bir kayba yol açabildiği beyin damarlarına

veya herhangi başka bir damara müdahale operasyonlarında özellikle önemlidir. Son zamanlardaki noninvazif tanı koydurucu nörogörüntüleme yöntemlerindeki gelişmelere rağmen, beyin damar hastalarının değerlendirilmesi ve tedavisi için servikoserebral anjiyografi hala "altın standart" olma özelliğini korumaktadır. Tanı koydurucu anjiyografinin performansı ve yorumlanması, yüksek derecede teknik

Yazışma Adresi/Address for Correspondence:

Dr. John J Connors III
Director of Interventional Neuroradiology, Baptist Cardiac and Vascular Institute, Baptist Hospital Miami, 8900 N. Kendall Avenue, Miami, FL, 33133 budmancon@aol.com

* Adı geçen kurum ve kuruluşlar Amerika'da Tıbbi Eğitime Yetki Verme Konseyi'nden (ACGME) resmi onay alarak servikoserebral damarları ve diğer ilgili nörolojik patofizyoloji dallarında eğitim veren bütün klinik tıbbi uzmanlık dallarını temsil eder. Bu doküman her bir organizasyonun yönetim komiteleri ve idarecileri tarafından onaylanmıştır.
Yazışma ve kitap istekleri için:

** Neurology 2005;64:190-198 2005 American Academy of Neurology

uzmanlığa ilave olarak birbiri ile bağlantılı olan nörolojik patofizyoloji, nörovasküler anatomi ve patoloji bilimlerini derinlemesine bilmeyi ve mümkün olabilecek bütün nörodiagnostik seçeneklerini tamamıyla anlayabilmeyi gerektirir. Karotid arter anjioplastisi, ateroskleroza yönelik stent uygulaması, girişimsel strok tedavisi, intrakranial anjioplasti ve stent uygulaması, serebral anevrizmaların embolizasyonu, epistaksis ve vasküler malformasyonların tedavisi gibi tedavi yöntemlerini de içeren tüm damar içi müdahale yöntemlerinin tehlikesiz ve başarılı yapılabilmesi için temelde uzman kişilerce usulüne uygun olarak yapılmış tanı koydurucu anjiografiye ihtiyaç vardır. Teknolojinin gelişmesi ile sayıca artarak daha da karmaşık hale gelen tüm bu prosedürler hekimlerde gerekli bilgi birikiminin ve teknik tecrübenin olmasını zorunlu kılmaktadır. Karotid stent uygulaması da dahil olmak üzere tanı koydurucu servikoserebral anjiografi ve diğer girişimsel prosedürlerde uygun sonuçlar alabilmek için ciddi nörobilim eğitimi, tedavi yöntemlerinin iyice öğrenilmesi ve yeterli tecrübe sahibi olunması temel kabul edilir. Bu görüşler Amerika'da Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME, Tıbbi Eğitime Yetki Verme Konseyi) tarafından yayınlanan resmi bildirimlerde de eğitimdeki temel gereksinimler olarak vurgulanmıştır. Bu okuduğunuz belgenin yazılış amacı hastalara ekstrakranial serebrovasküler girişimlerde özellikle karotid arter stent uygulaması tedavisinde kaliteli bakım sağlamak için gerekli minimum eğitim ve tecrübe tanımını yapmaktır. Hastane kredilendirme (referans) mekanizması ile hekimlerin konudaki tecrübeleri belirlenir.

TANI KOYDURUCU SERVİKOSEREBRAL ANJİOGRAFİNİN TEHLİKELERİ:

Hastanın felç olması, en çok sakat bırakan ve mali külfeti en yüksek olan tıbbi durum olarak kabul edilir. Felç aynı zamanda tıbbi müdahale sonucu oluşabilecek iatrojenik komplikasyonların en korkulanıdır. Tıbbi müdahale sonucunda hastanın felç olabilme tehlikesi hekimlerin bu tanı yöntemini tavsiye etmemesine, aynı zamanda bazı hastaların da bu prosedürden çekinmelerine önemli bir sebep teşkil

eder. Tıbbi ve ahlaki sebeplerden dolayı komplikasyonlarının içinde hastanın felç olabilme tehlikesi belirlenen her tür prosedür sadece ve sadece yeterli eğitim almış ve tecrübeli profesyonel hekimler tarafından gerçekleştirilmelidir.

Tanı koydurucu serebral anjiografi sonucunda hastada kalıcı nörolojik kayıp olabilme tehlikesi göz önüne alınması gereken bir faktör olup yüzde 0.3 ile 5.7 arasında değişmektedir. Tecrübeli nörovasküler uzmanlar tarafından gerçekleştirilen prosedürlerde bu komplikasyon oranı yüzde 1'den daha az olabilmektedir. Buna ilave olarak hastada geçici nörolojik kayıp olabilme tehlikesi de yüzde 0.3 ile 6.8 arasında değişmekte, ortalama olarak hastalarda kalıcı kaybın iki ya da üç katı geçici nörolojik kayıp görülmektedir. Nörolojik semptomları açıkça gözlenen (ipsilateral transien iskemik atak [TIA] ya da strok) aterosklerotik serebrovasküler hastaları tanı koydurucu serebral anjiografi sonucunda (%0.5-5.7 kalıcı kayıp riski), asemptomatik lezyonlar (%0.1-1.2 risk) ile karşılaştırıldığında iki ya da üç kat daha fazla strok riski taşır. 1000 adet tanı koydurucu serebral anjiografi yapılan hasta üzerinde bu prosedürden kaynaklanan nörolojik kayıplar konusunda bir araştırma yapıldığında genel strok oranının yüzde 1 olduğu bulunmuştur. Fakat prosedürden kaynaklanan komplikasyon geçiren her 10 hastadan 9'unun daha önce strok ya da transient iskemik atak geçirdiği, geri kalan 10 da birin ise "asemptomatik" tutulum yaşadığı öğrenilmiştir. Bu araştırmaya göre anjiografik komplikasyonlar açısından en riskli bulunan hasta grubu olan daha önce strok semptomları yaşadığı bilinen hastalara en yüksek derece hekim eğitim seviyesi gerekmektedir.

Prosedürü yapan operatörün 100 hastaya kadar tecrübesi arttıkça komplikasyon yaşayan hasta sayısının azaldığı, aynı zamanda floroskopi için harcanan zamanın da azaldığı gözlemlenmiştir. Konuyu öğrenmekte olan hekimlerin öğrenme grafiği analizinden bir hekimin yeterli ve güvenli karotid ve intrakranial vasküler işlem yapabilmesi için 200 muayene geçmesi gerektiği anlaşılmıştır. Prosedürü yapan hekimden kaynaklanan anjiografi iskemik komplikasyonları riski (geçici veya kalıcı strok) iyi

bilinmekle birlikte prosedür ve floroskopi zamanının uzaması, kullanılan kateter sayısının artması ve Arkus aortografi'nin verimliliği de bu komplikasyonların bir parçasıdır. Arkus aortografi'nin yapılış biçiminin emboli sayısının artmasına sebep olabildiği, bunun da prosedürden kaynaklanan komplikasyon oranının selektif karotid anjiyografi komplikasyonlarından daha fazla olmasına sebep olduğundan, az tecrübeli hekimler tarafından pek sık yapılmamaktadır. Prosedür süresi ve fazla sayıda kateter kullanılması da dahil olmak üzere yukarıda bahsedilen tüm etkenler birbirinden bağımsız olmamakla birlikte, hekimlerin tecrübesiz olması ve servikoserebral dolaşım konusunda uzman eğitiminin yetersiz olması ile doğrudan ilişkilidir. Eğitim ve tecrübenin komplikasyonlara olan etkisi 5000 anjiyogramın analiz edildiği bir araştırmada açıkça ortaya çıkmaktadır. Bu analize göre özel eğitim almış uzman hekimlerin (% 0.5 komplikasyon), çok tecrübeli anjiyografilerden (%0.6 komplikasyon) bile daha başarılı oldukları ve her iki grubun da henüz öğrenme aşamasındaki hekimlerden (%2.8 komplikasyon) çok daha az nörolojik komplikasyonlara sebep olduğu görülmüştür. Asemptomatik Karotid Ateroskleroz Çalışmasında (ACAS) tanı koydurucu serebral anjiyografi komplikasyonu olarak gözlenen strok oranı yaklaşık yüzde 1.2 olarak tespit edilmiştir. Bu oran asemptomatik stenoz hastalarında hastalığın kendisinden kaynaklanan strok riskinden daha büyük olabilir. Bu veriyi göz önüne alan bazı damar cerrahları tanı koydurucu anjiyografinin en iyi eğitim görmüş nörovasküler uzmanlarca yapıldığında bile asemptomatik karotid arter stenoz endikasyonu için çok tehlikeli olduğunu savunurlar. Bununla birlikte son zamanlardaki bilgilere göre uygun eğitim almış ve tecrübeli hekimler tarafından gerçekleştirilen sıradan tanı koydurucu serebral anjiyografi prosedürleri esnasında yaşanan strok oranının ACAS çalışmasında kaydedilen oranın yarısından daha az olduğu ortaya çıkmıştır.

Servikoserebral anjiyografinin komplikasyonlarının içinde en bariz olarak gözlenen strok gerçekte bir buzdağının suyun üzerinde gözüken ufak kısmına benzetilebilir. Serebral embolinin "sessizce"

nöropatolojik olarak devam etmesi, klinik olarak ispat edilebilecek nörolojik komplikasyonlardan çok daha yaygındır.

Tromboembolik oluşumların "görünürde fazla fark edilmediği" halde yine de beyinde ciddi patolojik zarara yol açtığı son zamanlarda yapılan iki magnetic resonance imaging (MRI) çalışmasında tanımlanmıştır. Bu çalışmalarda anjiyografi yapılan hastalardan prosedürden hemen sonra küçük infarktları ortaya çıkarmak için ideal olan "diffusion weighted pulse sequences" tekniği ile veriler alınmıştır. Bir çalışmada tanı koydurucu serebral anjiyografiden hemen sonra 66 hastanın yüzde 25'inde açık klinik bağlantıları olmayan beyin infarktüsleri tanımlanmıştır. Floroskopi/prosedür zamanlarının ($p < 0.01$) uzun sürdüğü hastalarda bariz embolik atakların MRI tarafından ortaya çıkartılmasına daha sık rastlanmış ve bu durumun fazla kateter kullanımı ($p < 0.02$) ile ilgili olduğu gözlenmiştir. Bu her iki parametrenin de hekimlerin yetersiz eğitim alması ve tecrübesiz olmaları ile ilgili olduğu bilinmektedir. Endarterektomi ve karotid arter stent uygulaması prosedürlerinden sonra yapılan nörofizyolojik testlerde "subklinik" infarktların kognitif kayba yol açtığı görülmüştür. Buna benzer prosedürden kaynaklanan hasarların kalbe verdiği zarar da kalp müdahalelerinden sonra yapılan troponin seviyesindeki yükselmenin ölçülmesi ile geniş olarak kanıtlanmış, aynı zamanda günümüzde takip edilen katı koroner cerrahi eğitim standartlarının da ne kadar yerinde olduğunu göstermiştir.

Serebrovasküler uygulamaların teknik risklerinin yanı sıra bir de eğer imajlar doğru yorumlanmazsa yanlış tanı koyma riski vardır. Bu gerçek, nörolojik ve nörovasküler anatomi, nörodiagnostik görüntüleme ve nöropatofizyoloji konularıyla ilgili ciddi ve yeterli eğitimin gerekliliğini haklı kılar. Hekimlerin strok ve transient iskemik atak belirtilerini doğru şekilde tanıyabilmeleri, travmatik ya da aterosklerotik nörovasküler atakları ve merkezi sinir sisteminin inflamatuvar hastalıklarını doğru şekilde değerlendirebilmeleri gerekir. Tecrübeli kardiyologlar tarafından gerçekleştirilen koroner anjiyografilerin

incelendiği çalışmalardaki kanıtlar, gözlemcilerin temelde bir tek iskemik vasküler hastalığı değerlendirirken, yüzde 15 ile 45 arasında yanlış değerlendirme yaptıklarını ortaya koydu. Gözlemciler arasındaki bu farklılığın göz önünde bulundurulması gerekir. Eğer değerlendirmeler yanlış ise bazı hastalar gereksiz olarak girişimsel prosedürlere maruz kalacak, bazı hastalar da onlar için gerekli olan en temel tedavi yönteminden mahrum olacak ve aynı zamanda da bazı hastaların patolojik bulguları tamamıyla gözden kaçacaktır. Bu kadar yüksek derecedeki farklılığın serebrovasküler rahatsızlığı olan hastalar açısından önemi çok büyük olmakla birlikte, özellikle hekimlerin kendi uzmanlık alanları dışında olan servikoserebral anjiyografiyi gerçekleştirdikleri ve yorumladıkları ve hatta daha sonra da potansiyel komplikasyon riski strok olarak belirlenmiş girişimsel tedavi yöntemlerini uyguladıkları düşünülürse, bu önem daha iyi anlaşılır. Bir servikoserebral arteriogram yalnızca ekstrakranial karotid oklüzyon hastalığının değerlendirilmesi için yapılmış olsa bile, prosedürden elde edilen beklenmeyen bulgular (vaskülit; konjenital vasküler malformasyonlar; tümör; kitle etkileri; embolik komplikasyonlar; aterosklerotik hastalığın karşı tarafında akut, subakut veya kronik disseksiyon; anevrizmalar; arteriovenöz fistül vb.) sadece uygun ve ciddi eğitim ile elde edilebilecek geniş nörodiagnostik ve nöroanjiyografik bilgi dağarcığını ve yorumlama becerilerini gerektirir.

SERVİKOSEREBRAL GİRİŞİMSSEL PROSEDÜRLERİN RİSKLERİ:

Endovasküler operasyonlar bütün dallarda yapılan tanı koydurucu anjiyografilerden daha fazla risk taşır. American College of Cardiology hekimlerin girişimsel koroner eğitiminden önce koroner anjiyografi eğitimini almasını zorunlu kılarak bu konunun önemini kabul etmiştir. Elektif karotid stent uygulamasındaki risk elektif koroner girişimi ile ilgili olan riskten daha fazla; bu risk acil koroner arter by-pass uygulamasında tipik olarak %2 den daha az ve ölüm riski de %2 den daha azdır. Randomize kontrollü deney verileri karotid stent uygulamasında strok ve ölüm oranının otuz gün içinde %4,4 ile %12 arasında değiştiğini, bu oranın

bir yıl zarfında %12 ye kadar çıkabildiğini göstermektedir. MRI muayeneleri karotid stent uygulamasından sonra beyinde %22 ile %29 arasında değişen saptanabilen iskemik lezyonlar oluştuğunu göstermektedir. Buna ilave olarak karotid stent uygulayıcılarının tecrübe ile daha başarılı oldukları da açıkça belgelenmiştir.

'Emboli Koruma' cihazlarının potansiyel yararı, karotid stent uygulamasının bugün, daha önceki verilere göre daha güvenli olduğunu düşündürebilir. Fakat prosedürden kaynaklanan strok ve ölüm oranları resmi bir kayda göre hala en az %2,8 ile resmi olmayan kayıtlara göre hem asemptomatik hem de semptomatik hastalarda 30 gün içinde %6 dan fazla arasında değişmektedir. Gerçekten de 'korunmalı' ve 'korumasız' stent prosedürlerinin karşılaştırıldığı randomize kontrollü iki denemede koruma konusunda birbiri ile çatışan sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bir denemede iki uygulama arasında hiçbir fark bulunamamış, öteki denemede de 'korunmalı' stent uygulamasında daha kötü sonuç ortaya çıkmıştır. 'Koruma' cihazlarının verimliliğe olabilecek muhtemel etkisi, endarterektominin karotid stent koluna karşılık stent denemesi ve bunun incelendiği makale ile en az bir kayıta ispat edilmiştir.

Böylece karotid stent yerleştirmede, koruyucu aletlerin etkinliği ile ilgili tartışmalı delillerle, strok ve ölüm gibi komplikasyonlar dahil tümünü önlemede yetersiz olduğu ve hastadaki riskin elektif koroner müdahaleden daha fazla olduğu gösterilmiştir. Buna göre, karotide stent yerleştirmenin sadece yeterli kognitif nöroloji bilgisiyle yeterli eğitim ve deneyimi birleştiren ve mükemmel işlem tekniği olan kişiler tarafından uygulanabileceği tekrar doğrulanmış olmaktadır. Servikoserebral müdahale hem karotid artere ekstrakranial anjioplasti ve stent konulmasını, hem de intrakranial anjioplasti ve stent konulmasını içerir. Intrakranial anjioplasti stent koyma ve serebral anevrizma koilindeki nörolojik komplikasyonlar önemlidir. Intrakranial anjioplasti ve stentte rapor edilen nörolojik komplikasyon oranları 30 günde %5 ila %36 arasında değişmektedir. Serebral anevrizmanın koillenmesi için anlamlı bir öğrenme eğrisi gösterilmiş

ve nörolojik komplikasyon oranlarının %5 ila %14 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Karotid stentindeki bulgulara benzer olarak difüzyon ağırlıklı MRI bu prosedürlerle ilgili daha yüksek oranda distal embolizasyon ortaya çıkarmıştır (%61'e kadar) ve embolilerin çoğu sessizdir.

Eğitim

Giriş: Tüm uzmanlıklar için eğitim standartları çeyrek yüzyıldan fazladır vardır ve tıbbi lisans board sınavları ve yerleştirme programları doktorlara verilecek bireysel izin ve hastanelerin ruhsatlandırılmasında önemli bir noktadır. Tıbbi Eğitime Yetki Verme Konseyi (ACGME), Birleşik Devletler Tıbbi Kurullar Federasyonu, Tıbbi Sınavlar Ulusal Kurulu (NBME), Tıbbi Uzmanlıklar Amerikan Kurulu (ABMS) için hayati olarak tanımlanmaktadır. Daha da ötesinde yeterliliğin değerlendirilmesi Tıbbi Yardım ve Tıbbi Bakım Servisi Merkezleri ve Devamlı Tıbbi Eğitim (CME) kredileri ile tıbbi lisans veren kurullarla da devam etmektedir. Sağlık Organizasyonları Onay Komisyonu (JCAHO) diğer iki eğitimi kredilendirme organizasyonları ile Kalite Güvencesi Ulusal Komitesi ve URAC (daha önce Utilization Review Accreditation komisyonu olarak biliniyordu) birlikte çalışarak hasta güvenlik standartlarını belirleyerek koordine etmektedir. Beyin Atak Koalisyonu önerilerine dayanarak primer stroke merkezleri için tanısal servikoserebral anjiyografi için kalite servis standartlarını da içeren bir kılavuz yayınladı. Beyin atak koalisyonu ayrıca geniş kapsamlı stroke merkezleri içinde teknik ve kognitif nörovasküler eğitimi ve karotid stenti uygulamada uzmanlaşmayı düzenleyen kılavuzlar da yayınlamıştır (Alberts MJ, Latchaw RE, Selman WR ve ark. Geniş kapsamlı stroke merkezleri için Öneriler: Beyin Atak Koalisyonundan bir konsensus).

Tanısal arteriyografi ve endovasküler müdahale için eğitim kılavuzları optimum düzeyde ve düzenli hasta bakımı için gereklidir. Bununla birlikte Amerikan Kalp Birliği(AHA), ACC, Vasküler Cerrahi Topluluğu (SVS) ve Amerikan Girişimsel ve Tedavi edici Nöroradyoloji Topluluğu (ASITN) gibi sayısız tıp topluluğu tarafından

da formüle edilmiş ve resmi olarak tanımlanmıştır. Bu AHA, ACC, SVS, SIR, ASNR ve ASITN kılavuzları, vasküler yataktan bağımsız olarak en azından 100 tanısal anjiyografi düzenlemektedir. Ayrıca bazı prosedürler için çeşitli derecelerde zorluğun olduğu ve bu prosedürlerin hasta için oluşturduğu riskin derecesi ile ilişkili olduğu da ACC tarafından özel olarak tanımlanmış ve özetlenmiştir. Örneğin, bazı kateterle ilgili prosedürlere dayalı kritik yapının tanınmasında, ACC, Erişkin kardiyovasküler Tıpta Gözden Geçirilmiş Eğitim Önerileri, Temel Kardioloji Eğitimi 2 (COCATS 2)'yi yayınlamıştır. COCATS 2 ile minimum 24 aylık klinik eğitime ek olarak tanısal koroner kateterizasyon patofizyoloji eğitimi ile birlikte minimum 8 aylık kardiyak kateterizasyon laboratuvarı eğitimi ve yeterli olduğu yargısına varılmadan önce en az 300 tanısal koroner anjiyogram üzerinde onaylanmış, süpervize edilmiş, kalp hastalığı tedavisini gerektirmektedir. Aynı konsept serebral damar ağı ile uğraşırken ve serebrovasküler anjiyografi uygularken de geçerlidir.

ACC, koroner müdahale eğitiminde, tanısal koroner anjiyografide uzmanlaşmaya ek olarak kalbin patofizyolojisi ile ilgili kognitif eğitimin de bir gerekliliği olduğunu belirtmektedir. Daha da ötesinde, 24 aylık temel eğitim süresi ve 300 tanısal koroner anjiyograma ek olarak ACC, bir uygulayıcının koroner müdahalede yeterli olduğu kanısına varılmadan önce en azından 250 süpervize edilmiş koroner stent işlemi ile birlikte 20 aylık süpervize edilmiş kardiyak kateterizasyon laboratuvar eğitimi de önermektedir. ABMS hem bu yüksek seviyedeki eğitimin güvenli ve uygun kardiyak hasta bakımı için gerekli olduğunu onaylamış, hem de bu seviyeye ulaşmış olmayı Girişimsel Kardioloji için Ek Uzmanlık Sertifikası (CAQ) ile kabul etmiştir. Aynı prensipler karotis stentini de içeren servikoserebral vasküler ağdaki girişimsel müdahalelerdeki performans içinde çok önemli ve geçerlidir.

Varolan standartlar: Serebrovasküler hastalıkta kognitif eğitim. Tanısal Radyoloji için Amerikan Radyoloji Kurulu Sınavları, nörodiagnostik görüntüleme, nörolojik ve nörovasküler anatomi ve

patofizyolojisi gibi alt uzmanlıkların yazılı ve sözlü değerlendirilmesini içerir. Bu kognitif bilgi temeli, strok sendromlarını, TIA etyolojilerini, travmatik ve/veya aterosklerotik nörovasküler lezyonların değerlendirilmesini ve sanral sinir sisteminin inflamatuvar durumlarını içerir. Nöroradyoloji, nörodiagnostik görüntüleme ve servikoserebral anjiyografik prosedürlerin kompleks yapısı nedeniyle ABMS tanısal nöroradyolojide CAQ uygulamasını tanımlamıştır. Bu eğitim, radyolojiye devam etmenin ötesinde ek olarak minimum bir yıl daha ACGME onaylı eğitimi gerektirir ve bu bilgi resmi olarak sözel sınavla test edilir. Bu derinlikte bilgi ve deneyime nedensel veya yapılandırılmamış uygulamalarda ulaşamamaktadır. Servikoserebral patofizyoloji ve klinik görünümüleriyle ilgili yoğun bilgi nedeniyle nöroloji eğitiminden sonra tüm bir yıl vasküler nörolojide yeterliliğe ulaşmak için gereklidir. Serebrovasküler hastalıklı kişilerle çalışılan alanlarda kompleks yapı, ACGME onaylı vasküler nöroloji alt uzmanlık dalının yeni oluşturulması ile kabul edilmiştir. Sadece, nöroradyoloji eğitimine ek olarak vasküler nörolojide bir yıllık eğitimi tamamladıktan sonra uygulamacı nörolog Endovasküler Cerrahi Nöroradyolojisine girebilir (ESN). Nöroloji uzmanlığının bitiminden sonra ilave olarak iki tam yıl daha azimli ve ciddi mezuniyet sonrası eğitim programında elde edilen bilgi düzeyi gayri resmi, gelişigüzel ortamlarda elde edilemez.

Tanısal servikoserebral anjiyografik eğitim. ACC ve AHA kalp ile ilgili yeterli kognitif bilginin olmasının koroner anjiyografi ve girişimlerdeki performans için gerekli olduğunun farkına varmışlar ve minimum kognitif eğitimi 24 ay olarak belirlemişlerdir. Buradaki klinik nöroloji toplulukları, ACC ve AHA ile fikir birliğine vararak beyin ile ilgili yeterli kognitif bilginin servikoserebral anjiyografi ve girişim performansı için gerekli olduğuna inanmaktadır. Servikoserebral damar yapısı teknik olarak gerekli ve klinik olarak başışlamayan bir yapıdır ve bu damarsal yapıyı ilgilendiren herhangi bir prosedür yeterlilik gerektirmektedir. Bu gerçek anlaşılacak Amerikan Nöroloji Akademisi bu invaziv prosedürün eğitimi ve ruhsatlandırılması için minimum olarak 100 uygun

şekilde süpervize edilmiş servikoserebral anjiyogram öneren servikoserebral anjiyografi için klavuz yayınlamıştır. Erişkin tanısal servikoserebral anjiyografi için eğitim ve kalite artırımı klavuzları, Amerikan Radyoloji Koleji, ASITN, ASNR, SIR tarafından formülize edilmiş ve yayınlanmıştır. Radyoloji ve alt uzmanlığı olan nöroradyoloji, ACGME onaylı eğitim programlarındaki servikoserebral anjiyografiye dahil olan tek tıp dallarıydılar. Servikoserebral anjiyografi ve girişim artık yeni ACGME onaylı endovasküler cerrahi nöroradyoloji eğitim programı Nöroşirürji, Nöroloji ve Nöroradyoloji uzmanlarını içermektedir.

Girişimsel servikoserebral eğitim. ACC, AHA ve SIR periferik vasküler anjioplastinin ruhsatlandırılması için 100 tanısal anjiyogramı gerektiren kılavuzlar yayınlamışlardır. Bu AHA, ACC ve SIR standartları alt uzmanlık geçmişi ve /veya başka bir damarsal bölgede, kalp dahil, endovasküler deneyime bakmaksızın yeterlilik istemektedirler.

Girişimsel servikoserebral prosedürlerin kompleks ve kritik doğasının anlaşılması ile, Amerikan Nörolojik Cerrahi Birliği (AANS), Nörolojik Cerrahlar Kongresi (CNS), AANS/CNS serebrovasküler bölümü, Amerikan Girişimsel ve Teropatik Nöroradyoloji Topluluğu ve Amerikan Nöroradyoloji Topluluğu karotid stendi de içeren beyini etkileyen durumların güvenli endovasküler tedavisi için uygulanacak eğitimdeki gereklilikleri oybirliği ile onaylayarak yayınlamışlardır. Bu Nöroendovasküler/Girişimsel Nöroradyolojide uzmanlık öğretim görevlisi için gereklilikler programı: uzmanlık tıp eğitimi üzerine özel bir rapor, bu nörogirişimsel uzmanlıkta eğitim öncesi, COCATS 2'dekine benzer olarak, 100 tanısal servikoserebral anjiyogram istemektedir. Bu gereklilik, daha önce diğer bir damar bölgesinde anjiyografik deneyimin olması ile değişmemektedir. ACGME, yeni endovasküler cerrahi nöroradyoloji disiplini tanımlayarak servikoserebral ve intrakranial damarları içeren endovasküler girişimde ileri düzey eğitim ihtiyacı üzerinde en fazla durmuştur. Bu tıbbi cerrahi disiplinin kompleks oluşu, uzmanlık sonrası minimum toplam 7-8 yıllık kognitif ve prosedürel süpervize edilmiş eğitimi gerektirmektedir. Pek çok uzmanlıktan

daha uzun bir süre uygun olarak hazırlanmış nörologlar, beyin cerrahları ve nöroradyologlar bu ACGME eğitim programına girmek için uygundur. Bu ACGME onaylı ESN eğitim programı, ek olarak klinik nöroloji yoğun bakım ve ileri endovasküler nöroradyolojik prosedürel tekniklerle ilgili eğitimi içermektedir. ACGME tanımlanmış ESN programı atreoskleroz için karotid stentin endikasyonları, kontraendikasyonları ve teknik yönleriyle ilgili eğitimi özellikle vurgulamaktadır.

SEREBROVASKÜLER GİRİŞİM İÇİN GEREKLİ BİLGİ:

Bizim birlikte çalışan nöro bilim topluluklarımız, ACC, COCATS 2'deki prensipler konusunda fikir birliğine vararak servikoserebral tanısal ve girişimsel prosedürlerin uygulanmasında yeterlilik eğitiminin üç komponentinin gerekli olduğunu vurgulamışlardır: 1) Endovasküler prosedürlerin komplikasyonlarına müdahaleyi de içeren, beyin ve ilişkili patofizyolojik vasküler proseslerle ilgili yeterli kognitif bilgi derinliğine sahip yapılandırılmış bir eğitim 2) Onaylanmış bir klinik ortamda kalifiye bir eğitmen tarafından verilen süpervize edilmiş, tekrarlayan eğitimle elde edilen yeterli prosedürel beceri 3) Çok sayıda tanısal prosedürün doğru bir şekilde uygulanması ve yorumlanmasıyla ve çalışımı ile elde edilen prosedürel komplikasyonları tanıyabilme ve müdahale edebilme becerisini içeren tanısal ve teröpatik yetenek. Tanısal koroner anjiyografi ve koroner müdahalede olduğu gibi beyinle ilgili yoğun bilgi ve bir servikoserebral anjiyogramı doğru olarak yorumlayabilmek servikoserebral anjiyografide teknik performansın oluşumu için bir gerekliliktir. Sayısız patofizyolojik olasılıklar hakkında yeterli bilgiyle beyinin tanısal görüntüleme çalışmalarını yeterli bir şekilde değerlendirebilme becerisi, primer uzmanlıktan bağımsız olarak, servikoserebral prosedürleri uygulayacak kişi için gerekli bir yaklaşımdır. Görüntülemenin yorumlanması ile ilgili beceri gerekli olsa da servikoserebral vasküler hastalığı olan hastalarla ilgili tanı, tedavi ve epidemiyolojisiyle ilgili klinik kognitif beceriler kaliteli güvenli hasta bakımı ve tedavi seçimi için vazgeçilmezdir. Major endüstrinin tümünün ve Ulusal

Sağlık Enstitüsü (NIH)'nün karotide stent yerleştirme ve asemptomatik, semptomatik ve yüksek cerrahi riskli hastaları içeren servikoserebral girişimlerle ilgili sponsorların yaptığı çalışmalarda kurul tarafından sertifikalandırılmış bir nörolog tarafından bağımsız bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme, NIH strok skalası içeren tam bir nörolojik değerlendirme yapabilme yeterliliğinin dökümanının çıkarılmasını içermektedir. Takiben, biz bu prensibi hem genel pratikte hem de strok sendromları ile ilgili bilgiye ihtiyaç duyan tüm nöroendovasküler uygulayıcıları için yapılandırılmış bir eğitim ve NIH strok skalasında yeterliliği içeren yeterli eğitimi gerektirdiğini kabul ettik. Herhangi bir prosedürel komplikasyonu tanıma yeterliliği ve en uygun tedaviyi sunabilme, özellikle servikoserebral anjiyografi ve /veya girişimle ilgili olarak yeterli yapılandırılmış eğitimin temel hedeflerinden biridir. Bu klinik prosedür içi veya sonrası nörolojik semptomları tanıyabilmeyi olduğu kadar, uygun anjiyografik bulgular ve en uygun tedaviyi sunmaktaki kognitif ve teknik becerileri de içerir. Bu terapi intrakranial endovasküler kurtarmayı gerektiren bir yandan da yeterli klinik nöroloji yoğun bakım becerisiyle optimum hemodinamik müdahaleyi gerektirmektedir.

Bizim işbirliği içindeki nöro bilim topluluklarımız farklı altyapıları olan doktorların aynı zamanda endovasküler beceri veya bu beceriyi geliştirme isteği olabileceğini görmüştür. Bizim fikir birliğimiz özellikle strok ve serebrovasküler hastalıklarla ilgili minimum seviyede yapılandırılmış kognitif eğitimin herhangi bir doktorun tanısal servikoserebral anjiyografi ve girişimsel müdahaleleri uygulaması için hayati olduğu şeklindedir. Buna göre prosedürel teknik deneyimin gerekliliklerine ek olarak, radyoloji, nöroradyoloji, beyin cerrahisi, nöroloji ve/veya vasküler nörolojide ACGME onaylı eğitim programında minimum 6 aylık yapılandırılmış kognitif nöro bilim eğitimi gerekmektedir. Bu minimum yapılandırılmış eğitim, ACGME onaylı programların bir parçası olarak klinik nöro bilim eğitim olan veya olmayan uzmanlıklardaki doktorları içerecek şekilde tanısal servikoserebral anjiyografi ve/veya servikal karotid girişimleri yapmak için sertifika almak isteyen tüm doktorlara uygulanabilir.

EĞİTİMİN GÜÇLENDİRİLMESİ:

Simülasyon eğitiminin sınırlı tıbbi uygulamalarda yarar sağladığı gösterilmiştir. Şu anda uygun yapılandırılmış eğitim ve klinik servikoserebral anjiyografi ve girişimde uygun bir klinik eğitim programıyla edinilen deneyim çağdaş tıp uygulamasında yeterli yer bulmamıştır. Fakat gelecekteki öğrenciler tıp simülasyonları ile ek eğitimden yararlanabilir. Şu anda, simülasyon ekipmanları servikoserebral damar yapısını amaçlayan bir eğitim için ne mükemmelleştirilmiş ne de geçerli hale getirilmiştir. Fakat sonunda bu teknoloji gerekli eğitim deneyiminin %20'sinden fazla olmayacak şekilde eğitim sağlayabilir. Bizim birlikte çalışan topluluklarımız ACGME ve ACC (COCATS2) eğitim standartları ile tutarlı olarak endüstri sponsorluğundaki seminerlerin devamlı tıp eğitimi kurslarının ve kendi kendine öğrenmenin tanısall servikoserebral anjiyografi ekstrakranial girişimler intrakranial girişimler ve karotid stenti için ruhsatlandırılmada yeterli olmadığını vurgulamaktayız.

BAKIM KALİTESİNİN DEVAMLILIĞININ SAĞLANMASI VE GARANTİSİ:

Tanımlanmış potansiyel risk olarak stroka neden olabilen prosedürler en yüksek seviyede yeterlilik gerektirirler. Profesyonellik yaşam boyu devam eden tıbbi eğitim kadar yeterli başarı ve minimal komplikasyonu olan vakaların devamlılığı ile sağlanır. Kalite garantisi ve devam eden gelişme hastaların tedavisinde hangi disiplin olursa olsun yüksek sağlık garantisi için gereklidir. Kalite artırma süreci, hasta oryantasyonlu bir süreçtir ve temel bir kalite seviyesi ve öngörülebilir sonuçları içerir ve ruhsatlandırılma sürecinde bir güvenlik ağını temsil eder. Bir post-hoc kalite garantisi süreci ruhsatlandırılma için uygun kabul edilebilir. Beceri kazandırmaya yönelik yeterli ve uygun eğitimin yerini tutmaz bir kalite garanti süreci prosedürlerin uygun endikasyonlarla ve kabul edilebilir standartlarda başarı ve komplikasyon oranıyla uygulandığını doğrulamalıdır. Bu tür kalite artırma standartları hem ekstrakranial karotid stent konması hemde tanısall serebral anjiyografi için yayınlanmıştır.

Bu tür standartlar bu prosedürlerin kalite garantisi için gereklidir. Bu standartları gerektiren sonuçlar hem eğitim vakaları sırasında hem de ruhsat alınması sonrasında yeterliliğin devamı için sağlanmalıdır. Şu anda yeterliliğin devamlılığının yıllık belli sayıda vaka uygulamasını gerektirip gerektirmediği konusunda bilgi yetersizdir, fakat diğer vasküler girişimsel müdahalelerle ilgili (koroner stent koyma, koroner arter by-pass, greftleme ve karotid endarterektomi gibi) veriler genel olarak daha fazla deneyimin daha iyi sonuçlarla bağlantılı olduğunu göstermektedir.

İŞBİRLİĞİ YAPAN NÖROBİLİM TOPLULUKLARININ FİKİR BİRLİĞİ:

1. Tüm iş birliği içindeki nöro bilim toplulukları hasta güvenliğinin en önemli amaç olduğu konusunda ortak fikre sahiptir.
2. Nöro bilimlerin hem kognitif, hem de teknik yönünde tanımlanan yapılandırılmış eğitim ve deneyim servikal ve serebrovasküler prosedürlerde tanı koyma ve tedavi yorum ve performansı için hayati önem taşımaktadır. Buna göre prosedürel teknik deneyimin gerekliliklerine ek olarak, radyoloji, nöroradyoloji, beyin cerrahisi, nöroloji ve/ veya vasküler nörolojide servikal karotid girişimsel tedavi (karotid stent uygulaması dahil) uygulanan her hekim için onaylanmış bir programda minimum altı aylık kognitif nöro bilim eğitimi gerekmektedir. Bu minimum nöro bilim eğitimi önerisi, ACGME onaylı programların bir parçası olarak klinik nöro bilimlerde eğitim alan veya almayan uzmanlıklardaki tüm hekimlere uygulanabilir.
3. İş birliği içindeki nöro bilim toplulukları servikoserebral anjiyografi ve müdahale ile ilgili eğitim ve kalite için birkaç yayınlanmış standarttaki prensipleri kabul etmiştir. Burada tanımlandığı gibi servikoserebral anjiyografinin ruhsatlandırılması için gerekli deneyim ve yeterli özel prosedürel deneyim kadar uygun ve yeterli kognitif bilginin de gerekli olduğunu doğruluyoruz. Tek bir amaç için (örneğin karotid oklüzyonu değerlendirme) servikoserebral anjiyogramların uygulanmasının (bazı vakalarda yorumlanmasının) ruhsatlandırılması, tercih olarak

tüm amaçları için veya ayırım yapmaksızın tüm nörovasküler durumlar için ki bazı durumlar açıkça raslantısal eğitim ve deneyimle kazanılamayacak yorum becerisi gerektirebilir. (örneğin serebrovasküler travma, vakülit, konjenital vasküler malformasyonlar, tümörler, kitle etkisi, embolik komplikasyonlarının tanımlanması, akut/subakut/kronik diseksiyonun aterosklerotik hastalıktan ayırımı, artrit tanısı koyma, intraserebral anevrizmaların tanınması vs.) yorum ve performansı onaylar. Buna göre sınırlı eğitim ile sınırlı prosedürler için sınırlı ruhsatlandırma kabul edilemez.

4. İşbirliği içindeki tüm nöro bilim toplulukları karotid stendi de içiren servikoserebral girişimsel müdahalelerdeki mezuniyet sonrası eğitimden önce toplam 100 tanısal servikoserebral anjiogramın onaylanması ve uygun olarak süpervize edilmiş servikoserebral anjiografi eğitimini önermektedir.
5. İşbirliği içindeki tüm nöro bilim toplulukları karotid stent yerleştirme eğitimi için kalifiye bir doktor için eğitim yolunun tanımını içeren karotid anjioplasti ve stent yerleştirme için kalite artırma kılavuzundaki kalite garantisi ve eğitim prensiplerini kabul etmektedir.
6. İşbirliği içindeki tüm nöro bilim toplulukları özellikle, ACGME, Endovasküler Cerrahi Nöroradyoloji içindeki eğitim programları Vasküler Nöroloji ve Nöroradyoloji' nin prensiplerini kabul etmektedir.

SONUÇLAR

Servikoserebral anjiografi ile direkt veya indirekt olarak herhangi bir şekilde ilgisi olan tüm tıbbi topluluklar güvenli ve kaliteli hasta bakımının gerekliliği konusunda görüş birliği içindedirler. Her hastane ve sağlık kurumunun kredilendirme komisyonları tanı koydurucu servikoserebral anjiografi eğitiminin kredilendirilmesinde değişik uzmanlık dalları için standart eğitim ve tecrübe kalitesinin devamını, hasta güvenliğini garantilemeyi ve yüksek kalitedeki performansın devamını sağlamak zorundadır. Buna ilave olarak kredilendirme komisyonları ileriye yönelik kaliteyi geliştirme

programlarını onaylamalı ve mecbur kılmalı, bu programlar ACGME, Amerikan Medikal Birliği, ABMS ve Eyalet Medikal Ruhsatlandırma Boardları tarafından tanımlanıp zorunlu tutulmuş eğitim standartları ile tutarlı olmalıdır. Kredilendirme komisyonlarının endovasküler prosedürler gerektiren serebrovasküler hastalıklara tanı koyan ve onları tedavi eden hekimlerin yeterli resmi nöro bilim eğitimi ve deneyimi edinmiş olmalarını aynı zamanda tanı koydurucu serebrovasküler anjiografinin yapılışı ve yorumlanmasında ve de beklenen en iyi tıbbi sonuçları alabilmek ve hasta güvenliğini sağlamak için çeşitli potansiyel bulguları yorumlaya uygun eğitim almış olmalarını garanti etmesi beklenir. Uygun olmayan ya da yetersiz eğitimin sebep olduğu ağır sonuçlardan dolayı, burada vurgulandığı gibi ve yayınlanan standartlara uygun ciddi nöro bilim eğitimi ile katı kredilendirme kriteri, karotid, vertebral ve intrakranial serebrovasküler müdahale yapan hekimlerde zorunlu kılınmalıdır. Koroner müdahale yapan hekimlerde de durum aynıdır.

APPENDIX

The following individuals served as authors/reviewers of the NeuroVascular Coalition Writing Group: John J. Connors, III, MD (ASITN), Miami Cardiac & Vascular Institute, Baptist Hospital of Miami, Miami, FL; David Sacks, MD (SIR), The Reading Hospital and Medical Center, West Reading, PA; Anthony J. Furlan, MD (AAN), Cerebrovascular Center, The Cleveland Clinic Foundation; Warren R. Selman, MD (AANS), Department of Neurosurgery, Case Western Reserve University School of Medicine, Cleveland, OH; Eric J. Russell, MD (ASNR), Department of Radiology, Northwestern University, Chicago, IL; Philip E. Stieg, MD, PhD (AANS/CNS Cerebrovascular Section), Department of Neurological Surgery, New York Presbyterian Hospital, New York, NY; Mark N. Hadley, MD (CNS), University of Alabama Division of Neurosurgery, Birmingham, AL; Joan C. Wojak, MD (ASITN), Neuroscience Center, Our Lady of Lourdes Regional Medical Center, Lafayette, LA; Walter J. Koroshetz, MD (AAN), Neurosurgery, Massachusetts General Hospital, Boston, MA; Roberto C. Heros, MD (AANS), Department of Neurological Surgery, University of Miami School of Medicine, Miami, FL; Charles M. Strother, MD (ASNR), Neuroradiology, The Methodist Hospital, Houston, TX; Gary R. Duckwiler, MD (ASITN), Department of Radiology, UCLA School of Medicine, Los Angeles, CA; Janette D. Durham, MD, MBA (SIR), Department of Radiology, University of Colorado Health Sciences Center, Denver, CO; Thomas O. Tomsick, MD (ASNR), Radiology Department, University of Cincinnati, Cincinnati, OH; Robert H. Rosenwasser, MD, FACS (AANS/CNS Cerebrovascular Section), Division of Cerebrovascular Surgery and Interventional Neuroradiology, Department of Neurosurgery, Thomas Jefferson University Hospital, Philadelphia, PA; Cameron G. McDougall, MD (ASITN), Barrow Neurological Institute, Phoenix, AZ; Victor M. Houghton, MD (ASNR), Department of Radiology, University of Wisconsin Hospital and Clinics, Madison, WI; Colin P. Derdeyn, MD (ASITN), Mallinckrodt Institute of Radiology and the Departments of Neurology

and Neurological Surgery, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO; Lawrence R. Wechsler, MD (AAN), Stroke Institute, Presbyterian University Hospital, UPMC Stroke Institute, Pittsburgh, PA; Patricia A. Hudgins, MD (ASNR), Neuroradiology, Emory University School of Medicine; Mark J. Alberts, MD (AAN), Department of Neurology, Northwestern University Medical School, Chicago, IL; Rodney D. Raabe, MD (SIR), Department of Radiology, Sacred Heart Medical Center, Spokane, WA; Camillo R. Gomez, MD (AAN), Alabama Neurological Institute, Birmingham, AL; C. Michael Cawley, III, MD (CNS), The Emory Clinic/Neurosurgery, Atlanta, GA; Katharine L. Krol, MD (SIR), Vascular and Interventional Radiology, Indianapolis, IN; Nancy Futrell, MD (AAN), Intermountain Stroke Center, Salt Lake City, UT; Robert A. Hauser, MD, MBA (AAN), Neurology, The Harborside Medical Tower, Tampa, FL; and Jeffrey I. Frank, MD, FAAN, FAHA (AAN), Department of Neurology, The University of Chicago, Chicago, IL.

KAYNAKLAR

1. Science Advisory Committee. Cerebral angiography: a report for health professionals by the Executive Committee of the Stroke Council, American Heart Association. *Circulation* 1989;79:474.
2. Wein TH, Hickenbottom SL, Alexandrov AV. Thrombolysis, stroke units and other strategies for reducing acute stroke costs. *Pharmacoeconomics* 1998;14:603-611.[Medline]
3. Berteloot D, Leclerc X, Leys D, et al. Cerebral angiography: a study of complications in 450 consecutive patients. *J Radiol* 1999;80:843-848.[Medline]
4. Hankey GJ, Warlow CP, Molyneux AJ. Complications of cerebral angiography for patients with mild carotid territory ischaemia being considered for carotid endarterectomy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990;53:542-548.[Abstract]
5. Heiserman JE, Dean BL, Hodak JA, et al. Neurologic complications of cerebral angiography. *AJNR* 1994;15:1401-1407.[Abstract]
6. Davies KN, Humphrey PR. Complications of cerebral angiography in patients with symptomatic carotid territory ischemia screened by carotid ultrasound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993;56:9647-9672.
7. Mani RL, Eisenberg RL. Complications of catheter cerebral arteriography: analysis of 5000 procedures. II. Relation of complication rates to clinical and arteriographic diagnoses. *AJR* 1978;131:867-869.[Medline]
8. McIvor J, Steiner TJ, Perkins GD, et al. Neurological morbidity of arch angiography in cerebrovascular disease. The influence of contrast medium and the radiologist. *Br J Radiol* 1987;60:117-122.[Abstract]
9. Earnest RL, Forbes G, Sandok BA, et al. Complications of cerebral angiography: prospective assessment of risk. *AJR* 1984;142:247-253. [Medline]
10. Dion JE, Gates PC, Fox AJ, et al. Clinical events following neuroangiography: a prospective study. *Stroke* 1987;18:997-1004.[Abstract]
11. Moran CJ, Milburn JM, Cross DT, et al. Randomized controlled trial of sheaths in diagnostic neuroangiography. *Radiology* 2001;218:183-187. [Abstract/Free Full Text]
12. Grzyska U, Freitag J, Zeumer H. Selective cerebral intraarterial DSA. Complication rate and control of risk factors. *Neuroradiology* 1990;32:296-299. [Medline]
13. Horowitz MB, Dutton K, Purdy PD. Assessment of complication types and rates related to diagnostic angiography and interventional neuroradiologic procedures. *Interventional Neuroradiology* 1998;4:27-37.
14. Vitek JJ. Femorocerebral angiography: analysis of 2000 consecutive examinations, special emphasis on carotid arteries in older patients. *AJR* 1973;118:633-646.
15. Willinsky RA, Taylor SM, terBrugge K, et al. Neurologic complications of cerebral angiography: prospective analysis of 2,899 procedures and review of the literature. *Neuroradiology* 2003;227:522-528.
16. Kerber CW, Cromwell LD, Drayer BP, et al. Cerebral ischemia. I. Current angiographic techniques, complications, and safety. *AJR* 1978;130:1097-1103. [Medline]
17. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995;273:1421-1428. [Abstract]
18. Mani RL, Eisenberg RL, McDonald EJ Jr, et al. Complications of catheter cerebral angiography: analysis of 5000 procedures. I. Criteria and incidence. *AJR* 1978;131:861-865. [Medline]
19. Mani RL, Eisenberg RL. Complication of catheter cerebral arteriography. Analysis of 5000 procedures. III. Assessment of arteries injected, contrast medium used, duration of procedure and age of patient. *AJR* 1978;131:871-874. [Medline]
20. Johnston DC, Chapman KM, Goldstein LB. Low rate of complications of cerebral angiography in routine clinical practice. *Neurology* 2001;57:2012-2014. [Abstract/Free Full Text]
21. Dagirmanjian A, Davis DA, Rothfus WE, et al. Detection of clinically silent intracranial emboli ipsilateral to internal carotid artery occlusions during cerebral angiography. *AJR* 2000;174:367-369. [Abstract/Free Full Text]
22. Kuntz KM, Skillman JJ, Whittemore AD, Kent KC. Carotid endarterectomy in asymptomatic patients—Is contrast angiography necessary? A morbidity analysis. *J Vasc Surg* 1995;22:706-716. [Medline]
23. Bendszus M, Koltzenberg M, Burger R, et al. Silent embolism in diagnostic cerebral angiography and neurointerventional procedures: a prospective study. *Lancet* 1999;354:1594-1597. [Medline]
24. Britt PM, Heiserman JE, Snider RM, et al. Incidence of postangiographic abnormalities revealed by diffusion-weighted MR imaging. *AJNR* 2000;21:55-59. [Abstract/Free Full Text]
25. Crawley F, Stygall J, Lunn S, et al. Comparison of microembolism detected by transcranial Doppler and neuropsychological sequelae of carotid surgery and percutaneous transluminal angioplasty. *Stroke* 2000;31:1329-1334. [Abstract/Free Full Text]
26. Abbas SA, Glazier JJ, Wu AH, et al. Factors associated with the release of cardiac troponin T following percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Clin Cardiol* 1996;19:782-786. [Medline]
27. Johansen O, Brekke M, Stromme JH, et al. Myocardial damage during percutaneous transluminal coronary angioplasty as evidenced by troponin T measurements. *Eur Heart J* 1998;19:112-117. [Abstract/Free Full Text]
28. Leape LL, Park RE, Bashore TM, et al. Effect of variability in the interpretation of coronary angiograms on the appropriateness of use of coronary revascularization procedures. *Am Heart J* 2000;139:106-113. [Medline]
29. Beller GA, Bonow RO, Fuster V. Core Cardiology Training Symposium (COCATS). ACC revised recommendations for training in adult cardiovascular medicine. Core Cardiology Training II (COCATS 2) (Revision of the 1995 COCATS training statement). *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1242-1246. [Medline]
30. Jamal SM, Shrive FM, Ghali WA, et al. In-hospital outcomes after percutaneous coronary intervention in Canada: 1992/93 to 2000/01. *Can J Cardiol* 2003;19:782-789. [Medline]
31. Anderson HV, Shaw RE, Brindis RG, et al. A contemporary overview of percutaneous coronary interventions. The American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry (ACC-NCDR). *J Am*

- Coll Cardiol 2002;39:1096–1103. [Medline]
32. Roubin GS, Yadav S, Iyer SS, Vitek J. Carotid stent-supported angioplasty: a neurovascular intervention to prevent stroke. *Am J Cardiol* 1996;78:8–12.
33. Diethrich EB, Ndiaye M, Reid DB, et al. Stenting in the carotid artery: initial experience in 110 patients. *J Endovasc Surg* 1996;3:42–62. [Medline]
34. Wholey MH, Wholey M, Bergeron P, et al. Current global status of carotid artery stent placement. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;44:1–6.
35. Jordan WD Jr, Voellinger DC, Fisher WS, Redden D, McDowell HA. A comparison of carotid angioplasty with stenting versus endarterectomy with regional anesthesia. *J Vasc Surg* 1998;28:397–403. [Medline]
36. Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE, et al., and Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy Investigators. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2004;351:1493–1501. [Abstract/Free Full Text]
37. Wholey M. ARCHER Trial: one-month results. Presented at the Society of Interventional Radiology 29th Annual Scientific Meeting, Phoenix, March 25–30, 2004.
38. Alberts MJ for the Publications Committee of the Wallstent Trial. Results of a multicenter prospective randomized trial of carotid artery stenting vs carotid endarterectomy. *Stroke* 2001;32:325. Abstract. [Free Full Text]
39. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomised trial. *Lancet* 2001;357:1729–1737. [Medline]
40. Wholey MH, Wholey M, Mathias K, et al. Global experience in cervical carotid artery stent placement. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2000;50:160–167. [Medline]
41. Yadav J. SAPHIRE Trial: one year results. Presented at the Trans Catheter Therapeutics Meeting, Washington DC, September 15–19, 2003.
42. Jaeger HJ, Mathias KD, Hauth E, et al. Cerebral ischemia detected with diffusion-weighted MR imaging after stent implantation in the carotid artery. *AJNR* 2002;23:200–207. [Abstract/Free Full Text]
43. Jaeger HJ, Mathias KD, Drescher R, et al. Diffusion-weighted MR imaging after angioplasty or angioplasty plus stenting of arteries supplying the brain. *AJNR* 2001;22:1251–1259. [Abstract/Free Full Text]
44. Vitek JJ, Roubin GS, Al-Mubarek N, et al. Carotid artery stenting: technical considerations. *AJNR* 2000;21:1736–1743. [Abstract/Free Full Text]
45. Mathias K. Results of European trials. Presented at the Society of Interventional Radiology 29th Annual Scientific Meeting, Phoenix, March 25–30, 2004.
46. Macdonald S, Cleveland TJ, Gaines P, et al. Neuropsychometric outcomes of unprotected and protected carotid stenting (EmboShieldTM): a randomized trial. *J Vasc Intervent Radiol* 2004;15(2,Part 2):S184–S185.
47. Macdonald S, Cleveland TJ, Gaines PA, et al. Diffusion-weighted imaging (DWI) to compare protected and unprotected carotid stenting: a randomized trial. *J Vasc Intervent Radiol* 2004;15(2,Part 2):S185
48. EVA-3S Investigators. Carotid angioplasty and stenting with and without cerebral protection. *Stroke* 2004;35:e18–e20. [Abstract/Free Full Text]
49. Kastrup A, Groschel K, Krapf H, et al. Early outcome of carotid angioplasty and stenting with or without protection devices: a systematic review of the literature. *Stroke* 2003;34:813–819. [Abstract/Free Full Text]
50. Lee JH, Kwon SU, Lee JH, et al. Percutaneous transluminal angioplasty for symptomatic middle cerebral artery stenosis: long-term follow-up. *Cerebrovasc Dis* 2003;15:90–107. [Medline]
51. Gress DR, Smith WS, Dowd CF, et al. Angioplasty for intracranial symptomatic vertebrobasilar ischemia. *Neurosurgery* 2002;51:23–27. [Medline]
52. Lylyk P, Cohen JE, Ceratto R, et al. Angioplasty and stent placement in intracranial atherosclerotic stenoses and dissections. *AJNR* 2002;23:430–436. [Abstract/Free Full Text]
53. Levy EI, Horowitz MB, Koebe CJ, et al. Transluminal stent-assisted angioplasty of the intracranial vertebrobasilar system for medically refractory, posterior circulation ischemia: early results. *Neurosurgery* 2001;48:1215–1221. [Medline]
54. Alazzaz A, Thornton J, Aletich VA, et al. Intracranial percutaneous transluminal angioplasty for arteriosclerotic stenosis. *Arch Neurol* 2000;57:1625–1630. [Abstract/Free Full Text]
55. Nahser HC, Henkes H, Weber W, et al. Intracranial vertebrobasilar stenosis: angioplasty and follow-up. *AJNR* 2000;21:1293–1301. [Abstract/Free Full Text]
56. Rasmussen PA, Perl J 2nd, Barr JD, et al. Stent-assisted angioplasty of intracranial vertebrobasilar atherosclerosis: an initial experience. *J Neurosurg* 2000;92:771–778. [Medline]
57. Connors JJ 3rd, Wojak JC. Percutaneous transluminal angioplasty for intracranial atherosclerotic lesions: evolution of technique and short-term results. *J Neurosurg* 1999;91:415–423. [Medline]
58. Marks MP, Marcellus M, Norbash AM, et al. Outcome of angioplasty for atherosclerotic intracranial stenosis. *Stroke* 1999;30:1065–1069. [Abstract/Free Full Text]
59. Callahan AS 3rd, Berger BL. Balloon angioplasty of intracranial arteries for stroke prevention. *J Neuroimaging* 1997;7:232–235. [Medline]
60. Singh V, Gress DR, Higashida RT, et al. The learning curve for coil embolization of unruptured intracranial aneurysms. *AJNR* 2002;23:768–771. [Abstract/Free Full Text]
61. Murayama Y, Nien YL, Duckwiler G, et al. Guglielmi detachable coil embolization of cerebral aneurysms: 11 years' experience. *J Neurosurg* 2003;98:959–966. [Medline]
62. Lozier AP, Connolly ES Jr., Lavine SD, Solomon RA. Guglielmi detachable coil embolization of posterior circulation aneurysms: a systematic review of the literature. *Stroke* 2002;33:2509–2518. [Abstract/Free Full Text]
1407. Malek AM, Halbach VV, Phatouros CC, et al. Balloon-assist technique for endovascular coil embolization of geometrically difficult intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 2000;46:1397–1406; discussion 1406–1407. [Medline]
64. Vinuela F, Duckwiler G, Mawad M. Guglielmi detachable coil embolization of acute intracranial aneurysm: Perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. *J Neurosurg* 1997;86:475–482. [Medline]
65. Soeda A, Sakai N, Sakai H, et al. Thromboembolic events associated with Guglielmi detachable coil embolization of asymptomatic cerebral aneurysms: evaluation of 66 consecutive cases with use of diffusion-weighted MR imaging. *AJNR* 2003;24:127–132. [Abstract/Free Full Text]
66. Armbruster JS. Accreditation of residency training in the US. *Postgrad Med J* 1996;72:391–394. [Abstract]
67. Redman HC. The route to subspecialty accreditation. *Radiology* 1989;172:893–894. [Abstract]
68. Langsley DG. What is the American Board of Medical Specialties? *Pathologist* 1985;39:30–32. [Medline]
69. Fader T, Gunzburger LK, Hartmann J, et al. Implementing meaningful CME as an essential component in a community hospital quality assurance plan. *J Contin Educ Health Prof* 1988;8:231–237. [Medline]
70. Cleves MA, Weiner JP, Cohen W, et al. Assessing HCFA's Health Care

- Quality Improvement Program. *Jt Comm J Qual Improv* 1997;23:550-560.[Medline]
71. Kremer BK. Physician recertification and outcomes assessment. *Eval Health Prof* 1991;14:187-200.[Medline]
 72. Pelletier LR, Tackett S. The Performance Measurement Coordinating Council: a town meeting. *J Healthc Qual* 2000;22:24-31.
 73. Hernandez AM. Trends in healthcare practitioner credentialing. *J Health Care Finance* 1998;24:66-70.[Medline]
 74. Skolnick AA. JCAHO, NCQA, and AMAP establish council to coordinate health care performance measurement. *JAMA* 1998;279:1769-1770.[Free Full Text]
 75. Alberts MJ, Hademenos G, Latchaw RE, et al. Recommendations for the establishment of Primary Stroke Centers. *JAMA* 2000;283:3102-3109.[Abstract/Free Full Text]
 76. Standards of Practice Committee of the Society of Cardiovascular and Interventional Radiology. Angioplasty standard of practice. *J Vasc Intervent Radiol* 1992;3:269-271.[Medline]
 77. Cooperative Study between the ASNR, ASITN, and SCVIR. Quality improvement guidelines for adult diagnostic neuroangiography. *AJNR* 2000;21:146-150.[Free Full Text]
 78. Levin DC, Becker GJ, Dorros, et al. Training standards for physicians performing peripheral angioplasty and other percutaneous peripheral vascular interventions. A statement for Health Professionals from the Special Group of Councils on Cardiovascular Radiology, Cardio-Thoracic and Vascular Surgery, and Clinical Cardiology, the American Heart Association. *Circulation* 1992;86:1348-1350.[Medline]
 79. Spittell JA, Nanda NC, Creager MA, et al. Recommendations for peripheral transluminal angioplasty: training and facilities. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:546-548.[Medline]
 80. White RA. Endovascular credentialing. Endovascular Surgery Credentialing and Training Subcommittee. *J Vasc Intervent Radiol* 1995;6:287-289.[Medline]
 81. Standards of Practice Committee of the Society of Cardiovascular and Interventional Radiology. Standard for diagnostic arteriography in adults. *J Vasc Intervent Radiol* 1993;4:385-395.[Medline]
 82. Standard for the performance of diagnostic cervicocerebral angiography in adults. Res. 5-1999. American College of Radiology Standards 2000-2001. Reston VA: American College of Radiology, 2000, pp. 415-426.
 83. Pepine CJ, Allen HD, Bashore TM, et al. Guidelines for cardiac catheterization and cardiac catheterization laboratories. *J Am Coll Cardiol* 1991;18:1149-1182.[Medline]
 84. Training Program Standards Committee. Standards for training in cardiac catheterization and angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1980;6:345-348.
 85. Friesinger GC, Adams DF, Bourassa MG, et al. Optimal resources for examination of the heart and lungs: cardiac catheterization and radiographic facilities. *Circulation* 1983;68:893-930A.
 86. Conti CR, Faxon DP, Gruentzig AR, et al. 17th Bethesda Conference: adult cardiology training. Task Force III: training in cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:1205-1206.[Medline]
 87. Hodgson JM, Tommaso CL, Watson RM, et al. Core curriculum for the training of adult invasive cardiologists: Report of the Society for Cardiac Angiography and Interventions Committee on Training Standards. *Cath Cardiovasc Diagn* 1996;37:392-408.[Medline]
 88. Hirshfeld JW Jr, Ellis SG, Faxon DP, et al. Recommendations for the assessment and maintenance of proficiency in coronary interventional procedures. Statement of the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:722-743.[Medline]
 89. Ryan TJ, Bauman WB, Kennedy JW, et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:2033-2054.[Medline]
 90. Weaver WF, Myler RK, Sheldon WC, et al. Guidelines for physician performance of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1985;11:109-112.
 91. William DO, Gruentzig A, Kent KM, et al. Guidelines for the performance of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 1982;66:693-694.[Medline]
 92. Ryan TJ, Faxon DP, Gunnar RM, et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:529-545.[Medline]
 93. Cowley MJ, King SB III, Baim D, et al. Guidelines for credentialing and facilities for performance of coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1988;15:136-138.
 94. Ryan TJ, Klocke FJ, Reynolds WA. Clinical competence in percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 1990;81:2041-2046.[Medline]
 95. Gomez CR, Kinkel P, Masdeu JC, et al. American Academy of Neurology guidelines for credentialing in neuroimaging. Report from the task force on updating guidelines for credentialing in neuroimaging. *Neurology* 1997;49:1734-1737.[Medline]
 96. Bakshi R, Alexandrov AV, Gomez CR, Masdeu JC. Neuroimaging curriculum for neurology trainees: Report from the Neuroimaging Section of the AAN. *J Neuroimaging* 2003;13:215-217.[Abstract/Free Full Text]
 97. Higashida RT, Hopkins LN, Berenstein A, et al. Program requirements for residency/fellowship education in neuroendovascular surgery/interventional Neuroradiology: a Special Report on Graduate Medical Education. *AJNR* 2000;21:1153-1159.[Abstract/Free Full Text]
 98. White RA, Hodgson KJ, Ahn SS, et al. Endovascular interventions training and credentialing for vascular surgeons. *J Vasc Surg* 1999;29:177-186.[Medline]
 99. American Board of Internal Medicine Committee on Interventional Cardiology. Certificate of Added Qualifications in Interventional Cardiology. [ABIM Web site]. Available at: www.abim.org/subspec/ic.htm. Accessed October 8, 2004.
 100. American Board of Radiology. Certificate in Diagnostic Radiology. [American Board of Radiology Web site]. 2004. Available at: www.theabr.org/DRAAppandFeesinFrame.htm. Accessed October 8, 2004.
 101. ACGME. Program Requirements for Residency Education in Neuroradiology. [ACGME Web site]. Available at: www.acgme.org/downloads/RRC_progReq/423pr602.pdf. Accessed October 8, 2004.
 102. ACGME. Program Requirements for Residency Education in Vascular Neurology. [ACGME Web site]. Available at: www.acgme.org/downloads/RRC_progReq/188pr202.pdf. Accessed October 8, 2004.
 103. ACGME. Program Requirements for Residency Education in Endovascular Surgical Neuroradiology [ACGME Web site]. Available at: www.acgme.org/downloads/RRC_progReq/422pr403.pdf. Accessed October 8, 2004.
 104. ACGME. Program Requirements for Graduate Medical Education in Diagnostic Radiology [ACGME Web site]. Available at: www.acgme.org/downloads/RRC_progReq/420pr703_u804.pdf. Accessed October 8, 2004.
 105. Murray WB, Good ML, Gravenstein JS, et al. Learning about new anesthetics using a model driven, full human simulator. *J Clin Monit Comput* 2002;17:293-300.[Medline]
 106. Schwid HA, Rooke GA, Carline J, et al. Evaluation of anesthesia residents using mannequin-based simulation: a multiinstitutional study. *Anesthesiology* 2002;97:1434-1444.[Medline]
 107. Watterson JD, Beiko DT, Kuan JK, Denstedt JD. Randomized prospective blinded study validating acquisition of ureteroscopy skills using computer based virtual reality endourological simulator.

-
- J Urol 2002;168:1928–1932.[Medline]
108. Rowe R, Cohen RA. An evaluation of a virtual reality airway simulator. *Anesth Analg* 2002;95:62–66.[Abstract/Free Full Text]
 109. Forrest FC, Taylor MA, Postlethwaite K, Aspinall R. Use of a high-fidelity simulator to develop testing of the technical performance of novice anaesthetists. *Br J Anaesth* 2002;88:338–344.[Abstract/Free Full Text]
 110. Byrne AJ, Greaves JD. Assessment instruments used during anaesthetic simulation: review of published studies. *Br J Anaesth* 2001;86:445–450.[Abstract/Free Full Text]
 111. Issenberg SB, McGaghie WC, Hart IR, et al. Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 1999;282:861–866.[Abstract/Free Full Text]
 112. Riley RH, Wilks DH, Freeman JA. Anaesthetists' attitudes towards an anaesthesia simulator. A comparative survey: USA and Australia. *Anaesth Intensive Care* 1997;25:514–519.[Medline]
 113. Barr JD, Connors JJ, Sacks D, et al. Quality Improvement Guidelines for the Performance of Cervical Carotid Angioplasty and Stent Placement. *J Vasc Interv Rad* 2003;14:1079–1093.[Free Full Text]
 114. McGrath PD, Wennberg DE, Dickens JD Jr., et al. Relation between operator and hospital volume and outcomes following percutaneous coronary interventions in the era of the coronary stent. *JAMA* 2000;284:3139–3144.[Abstract/Free Full Text]
 115. Wennberg DE, Lucas FL, Birkmeyer JD, Bredenberg CE, Fisher ES. Variation in carotid endarterectomy mortality in the Medicare population: trial hospitals, volume, and patient characteristics. *JAMA* 1998;279:1278–1281.[Abstract/Free Full Text]
 116. Hannan EL, Wu C, Ryan TJ, et al. Do hospitals and surgeons with higher coronary artery bypass graft surgery volumes still have lower risk-adjusted mortality rates? *Circulation* 2003;108:795–801.[Abstract/Free Full Text]