

AVRUPA'DA AKADEMİK NÖROLOJİ VE NÖROLOJİK GÖRÜNTÜLEME*

Günümüzdeki görünüm ve gelecekteki yapılanma

EFNS Task Force on Neuroimaging**

Editör Yorumu***

J. Olesen****

Nörolojik görüntüleme yöntemlerinin hızla gelişmesinin yakın bir süreçte pek çok nörolojik hastalığa yaklaşımı köktünden değiştireceğini öngörmek yanlış olmaz. Örneğin akut iskemik inmede bireysel tedavi yaklaşımının belirlenmesinde bir kaç görüntüleme yöntemi son derece yol gösterici olmaya başlamıştır. Bu yöntemlerden biri olan nörosonoloji, akut inme ünitelerinde nörologlar tarafından yapılmaktadır. Diğerleri ise nöroloji, nöroradyoloji veya nükleer tıp birimlerinin yakın ve eş sorumluluk paylaşımına dayanan işbirliği sonucunda gerçekleştirilmektedir. Bu gün için büyük nöroloji merkezlerinde nöroloji yanı sıra nöroşirürji, nöroradyoloji, nörofizyoloji, nöroanesteziyoloji üniteleri bulunmakta ve görüntüleme metodlarının kullanım şekli ülkelere has düzenlemelerle yürütülmektedir. EFNS, bu makalede öngörülen uygulama rehberinin ulusal düzenlemelerde sıkı şekilde göz önünde bulundurulmasını önermektedir. Ulusal Nöroloji Dernekleri, bu rehberin anadile çeviri ve ülkeye uyarlamasında önemli görev üstleneceklerdir.

Artık nöroloji araştırma görevlilerinin, nörolojik görüntüleme konusunda yeterli eğitim alması bir zorunluluktur. Bu bağlamda EFNS hem düzenlediği eğitim kurslarında hem de kongre programlarında nörolojik görüntülemeye "devamlı olarak yer verme" kararını almıştır. Nörologların nörolojik görüntüleme konusunda yeterli eğitim ve takiben sertifika alması Kuzey Amerika'da mümkün iken, Avrupa'da da en kısa zamanda benzer şekilde hayata geçirilmesi gereken bir zorunluluktur. Amerikan Nöroloji Akademisi (AAN) ve Amerikan Nörolojik Görüntüleme Derneği (ASN) nörolojik görüntüleme alanında yeterlilik rehberi hazırlamışlar ve buna göre ek eğitim programlarına katılmak ve yazılı sınavları almaları durumunda Kuzey Amerika'daki nörologların nöroradyoloji pratiği yapabilmeleri sağlanmıştır. Avrupa'daki nörologların çoğu ise ülkelerin yasal düzenlemeleri dolayısıyla bu olanaktan yoksundur. Dahası bu yönde bir eğitim organizasyonu ve sınav sistemi yoktur. Bir süredir Avrupa Nöroloji Bordu (EBN) nöroloji eğitimine ilişkin pek çok konuda çalışmakla birlikte, henüz tüm Avrupa'da geçerli genel nöroloji sertifikası konusunda bile uzlaşma sağlanamamıştır. Bu nedenle EBN'nin nörolojinin alt uzmanlaşma ve ilave yeterlilik alanlarında yakın gelecekte katkı sağlaması umudu yoktur. EFNS sınav ve eğitim programlarının formelleştirilmesi konusunda insiyatifi artık eline almıştır. Bu makalede çerçevesi çizilene benzer akılcı ve ileriye dönük programların, nörolojinin bu yeni alanının fethinin başlangıcındaki ilk adım olacağı açıktır.

Giriş:

Yaşayan sinir sisteminin görüntülenmesindeki tüm teknikleri kapsayan bir disiplin olan "Nörolojik görüntüleme (Neuroimaging)", son yirmi yıl içinde hem klinik nörolojinin önemli bir parçası olmuş, hem de "neuroscience"ın en önemli inceleme araçlarından biri haline gelmiştir. Nöroloji'de tanıya gitmede, hikaye ve muayene hala en önemli yol olsa ve bu gelecekte de böyle olacak olsa bile, görüntüleme yöntemleri tanıdan tedaviye, hastaya yaklaşımın hemen her kademesinde giderek artan oranda kullanılacağı ortadadır. Bu gün bile

pek çok nörolojik hastalığın tanısında en az bir, hatta çoğu kez birkaç çeşit görüntüleme yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır. Avrupa'nın yaşlı popülasyonundaki yüksek prevalansları göz önüne alındığında inme ve demans gibi hastalıkların tanı ve takibinde kullanılan çeşitli görüntüleme yöntemlerinin endüstriyel ve ekonomik boyutu son derece büyüktür.

Giderek daha sofistike fiziksel teknolojinin uygulama alanına girmesi geleneksel medikal branşlaşmayı derinden etkilemekte ve sınırları belirsizleştirmektedir. Bu bağlamda nörolojik görüntüleme ile ilgilenen nörolog sa-

*: "Neuroimaging in European Academic Neurology: Present status and future organization". Eur J Neurol-1998; 5: 5-15. 69 Kaynak. **: "EFNS Task Force on Neuroimaging" üyeleri: JC Baron (Başkan, Caen-Fransa), GL Lenzi (Roma-İtalya), T Brücke (Viyan-Avusturya), R Frackowiak (Londra-İngiltere), WD Heis (Köln-Almanya), P Pantano (Roma-İtalya), OB Paulson (Kopenhag-Danimarka), PM Rossini (Roma-İtalya), J Schoenen (Liej-Belçika), PJ Touboul (Paris-Fransa), J Vion-Dury (Marsilya-Fransa) ve R von Kumer (Dresden-Almanya). İletişim adresi: J. C. Baron; INSERM U.230. CYCERON, University of Caen, BP, 5529, 14074 Caen, France. ***: "Neuroimaging in Europe-the present and the future". Eur J Neurol-1998;5:3. ****: Department of Neurology, Glostrup Hospital, Nordre Ringvej, Dk-2600 Glostrup Copenhagen, Denmark, Kısaltarak Çevirenler: Uzm. Dr. M. A. Topçuoğlu ve Prof. Dr. K. Setekler, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Ankara

yısı da giderek artmaktadır. Ancak, klinik tecrübeyi her zaman aletlerden üstte tutan pek çok nöroloğun da nörolojik görüntüleme yöntemlerini öğrenme konusunda tereddütte olduğu bir gerçektir. Bugün Avrupa tıp fakültelerindeki nöroloji eğitim müfredatlarında da bu konuya çok az yer verilmiş ya da hiç yer verilmemiştir. Dahası Avrupa'da akademik nörolojide görüntüleme ayrı bir üst uzmanlaşma alanı olarak genellikle görülmemektedir. Amerika'da ise durum farklıdır; Orada nörolojik görüntüleme AAN'nin belirlediği üst uzmanlaşma alanlarından biridir ve AAN yanı sıra ASN tarafından da tanınan iyi belirlenmiş kurullarla nörologlar da bu konuda yeterlilik sertifikası alabilmektedir.

Görüntülemenin akademik nörolojideki giderek büyüyen önemini dikkate alan EFNS, Haziran-1996'da nörolojik görüntüleme komitesi ("Task-Force") oluşturarak Avrupa'nın alanın hızlı gelişmelerine ayak uydurabilmesi yolunda önemli bir adım attı. Bu makalede yürütülmekteki beyin görüntüleme metodları kısa örneklerle hızlıca gözden geçirildikten sonra, nörolojik görüntülemenin Avrupa'da da akademik nörolojiye entegre edilmesi konusundaki tavsiyelere yer verilecektir.

Başlıca görüntüleme teknikleri:

Tablo-1'de şematize edildiği gibi mevcut görüntüleme teknikleri X ışını, ultrason (US), manyetik rezonans (MR), pozitron emisyon tomografi (PET), tek foton emisyon

komputerize tomografi (SPECT), beyin elektromanyetik aktivitesi [BEMA: elektroensefalografi (EEG) ve manyetoensefalografi (MEG)], transkranyal manyetik stimulation (TCS) ve infrared spektroskopisi (IRS veya diğer deyimle non-invazif optik görüntüleme)'yi kapsar. Tablo-1'de yapıdan fonksiyona bu yöntemlerin kullanımı da gösterilmiştir. Beyin hastalıkları ancak hem anatomik yapıyı hem de fonksiyonu gösterebilen yöntemlerle anlaşılabilir. Bu makalede daha önce de açıklandığı şekilde sadece beyin hastalıkları göz önünde bulundurulacaktır. Kafatası, omurga ve omurilik, periferik sinirler ve kökler ile kaslara ise değinilmeyecektir. Ancak nörolojik görüntüleme hızla gelişmelerin bu alanları da yakından etkilediği unutulmamalıdır.

Tablo-1'de de görüleceği gibi, perfüzyon, anjiyografi ve kan beyin bariyeri (KBB) permeabilitesi daha az yaygın yöntemlerle incelenirken metabolik değişiklikler, biyokimyasal içerik ve sitotoksik ödem sadece kolay ulaşılabilir tekniklerle araştırılabilir. Aynı tablo'nun diğ ek-sende incelemesiyle anlaşılacağı gibi MR ve PET gibi yöntemlerle pek çok parametre ölçülebilirken, US ve BEMA ile daha az parametre incelenebilmektedir. Tablo-1 detaylı bir tablo olmayıp, spasyal ve temporal rezolüsyon, sayısallama kapasitesi gibi parametrelere yer verilmemiştir. Bu konuda daha detaylı kaynaklara başvurulabilir.* Ayrıca US ve MR gibi tekniklerde hasta iyonize radyasyona maruz kalmamaktadır. Tablo-1'deki tekniklerin hızlı teknolojik ve metodolojik gelişmelerle gün-

Tablo-1: Yapısal anatomiden fonksiyona görüntüleme teknikleri*

Yapısal	X-ray, Anjio / CT	Ultrason	MR	Emisyon PET	Tomografi SPECT	BEMA / TCS	IRS
Damarlar	Vasküler kontrast		MRA				
CSF* alanları	CSF Kontrast		MRİ				
Parankim	CT		MRİ				
Damar duvarı	CT	B-Mod**	MRİ				
Vazojenik ödem	CT		MRİ				
KBB# bütünlüğü	Kontrast-CT		Gd-MRİ	+	+		
Damarda akım		Doppler##	MRA				
CBV*	Anjio-CT		PMR*	+	+		
Perfüzyon	Xe-CT*		PMR*	+	+		
MTT*			PMT*	+	+		
Sitotoksik ödem			DWI*				
Metabolik değişiklikler				+			
Doku oksijenizasyonu			fMRI*	+			+
Subs Kons, hücre met†			MRS*				
Spesifik bağlanmas				+	+		
Nöron aktivitesi, devreleri			fMRI*	+	+	+	+

Fonksiyon *: Kısaltmalar için eke bakınız., **: Ekotomografi, #: Kan beyin bariyeri, ##: Servikal ve/veya Transkranyal
†: Substrat konsantrasyonu ve/veya Hücre metabolizması

*: Çevirenin notu: 1- Kuikka JT, Belliveau JW, Havi R. Future of functional brain imaging. Eur J Nucl Med-1996; 23: 737-740. 2- Lentle B, Aldrich J. Radiological sciences, past and present. Lancet-1997; 350: 280-285.

cellenmesi gerekir. Söz gelimi, karotid bifurkasyonunun görüntülenmesi şimdilerde spiral CT anjiyografi ile mümkün hale gelmiştir. ¹³C ve ¹⁷O stabil izotopları ile MRS'nin yakın zamanda metabolik değişiklikleri belirleme açısından gündelik uygulamaya gireceği beklenmektedir. Aynı şekilde SPECT tekniklerinin gelişmesi ile hemen sadece ileri PET merkezlerine sınırlanmış olan uygulama da yakında yaygınlaşacaktır.

Akademik nörolojide görüntüleme teknikleri:

Bazı beyin hastalıklarında şimdiki uygulamalar:

Tablo-2'de bu metodların başlıcaları özetlenmiştir. Bugün bu listenin tamamının her hastane ya da klinik için uygulanabilir olmadığı bir gerçektir. Ancak bu tablo da detaylı açıklama yapılmaya çalışılmış olmamakla beraber, her tetkikin özgüllük, duyarlılık ve kar/yarar oranı henüz netleşmemiştir. Bu daha çok nörologların bu hastalıklarda görmek istedikleri parametrelere bu gün için yanıt verebilen tekniklerin listesidir.

Akut İnme: Son zamanlarda CBF ve CMRO₂ ölçümü ile PET ve ^{99m}Tc-SPECT inme ayırtıcı tanısı, iskemiyin topografik belirlenimi, inme sendromlarının prognoz ve sınıflamasında devreye girmiştir. Daha yeni olarak DW ve

PW-MRI ile akut inme hastalarının daha iyi tanımlanabileceği ortaya konulmuştur.

Karotid arter hastalıkları: Ultrasonik inceleme karotid arter hastalıklarında anahtar tetkiktir. Servikal ve oftalmik arterlerin hemodinamiğinin doppler incelemesi, damarlardaki darlık ve duvar düzensizliklerinde B-mod e-kotomografi ve son olarak transkranial doppler ile intraserebral damarların incelemesi mümkün olmaktadır. Transkranial doppler tekniği ile patent foramen ovale ve serebral emboli sayımı yapılabilmektedir. Halen direkt vasküler görüntülemeye en önemli tetkik anjiyografi olsa da MRA ve CT anjiyografi gibi non-invazif incelemelerin önemi giderek artmaktadır. PET ile CBF, CMRO₂, ayrıca SPECT ile perfüzyonun belirlenmesi karotid arter hastalıklarında beyin hemodinamiğini belirlemede yardımcıdır. Bu açıdan en son PW-MRI devreye girmiştir. Son olarak da BEMA teknikleri ile endarterektomi sırasında perfüzyon basıncına beynin toleransı monitörizasyonu yapılabilmektedir.

Demans: Hipokampal atrofinin CT veya MRI ile belirlenmesi Alzheimer hastalığının tanısında da yardımcı tetkiktir. PET ve SPECT ile anatomik bozukluk gö-

Tablo-2:
Başlıca nörolojik hastalıklarda akademik nöroloji departmanlarının kullandığı görüntüleme yöntemleri*

	CT	Anjiyografi	Ultrason	MR		PET SPECT	BEMA TCS
				MRI	MRS		
Akut İnme							
Tanı / Sınıflama	+	+	+	+		+	
Tedavi izlemi	+		+	+			
Karotid arter hastalıkları							
Tanı / Sınıflama		+	+	+		+	
Tedavi izlemi		+	+			+	
Demans							
Tanı / Sınıflama	+		+	+		+	+
Parkinson / hareket hastalıkları							
Tanı / Sınıflama				+		+	
Epilepsi							
Tanı / Sınıflama	+			+	+	+	+
Tedavi izlemi							+
Multiple Skleroz							
Tanı / Sınıflama				+			+
Tedavi izlemi				+			
Beyin Tümörü							
Tanı / Sınıflama	+	+		+		+	
Tedavi izlemi	+			+		+	
Ensefalopatiler							
Tanı / Sınıflama	+			+	+	+	+

*: Kısaltmalar için eke bakınız.

rünürleşmeden önce patoloji görülebilmekte ve demans sınıflamasında yararlı olabilmektedir.

Parkinson Hastalığı ve Diğer Hareket Hastalıkları: PET veya SPECT ile dopaminerjik sistemin presnaptik bütünlüğü ya ¹⁸F-Floro-L-DOPA gibi yalancı transmitterler ya da kokain kaynaklı dopamin gerilimini selektif inhibitörleri kullanılarak incelenebilir ve nigrostriatal dopaminerjik liflerdeki kaybın derecesi ve dağılımı haritalanabilir. Bu parkinsonizm sendromlarının ayrı tanımasında önemlidir. Ayrıca postsnaptik striatal dopaminerjik reseptörlerin görüntülenmesiyle striatal nöron kaybının belirlenmesi hem parkinsonizm ayrı tanımasında hem de koreodistonik sendromların ayrımında önemlidir.

Epilepsi: Özellikle T1-"inversion recovery" ve T2-FLAIR sekansları ile MRI volumetri, temporal lob epilepsisi olan hastalarda unilateral hipokampal sklerozun tanımlanmasında önemlidir. BEMA yöntemleri ve MRS'nin epileptik fokus belirlenimindeki rolü gösterilmiştir. Epilepsi cerrahisine hasta hazırlanmasında interiktal CMRGlC ve benzodiazepin reseptör ligandları ile PET ve iktal perfüzyon SPECT'in önemi giderek artmaktadır.

MS: Tanı ve takipte MRI'nin önemi zaten yeterince bilinmekle birlikte son zamanlarda gadolinyumlu MRI'nin hastalığın aktivite takibinde ve ilaçlara yanıtın saptanmasındaki önemi anlaşılmıştır.

Beyin tümörleri: Glial tümörlerde ¹⁸F-FDG ve/veya ¹¹C-Metionin emilim PET görüntüleme ile histopatolojik tanı ve sınıflama preoperatif olarak yapılabilir. Bu teknikler özellikle relaps ve radyasyon nekrozu ayırımında yararlı olmaktadır. ²⁰¹Talyum veya ⁹⁹Tc-MIBI SPECT de aynı indikasyonlarda son derece yararlıdır.

Ensefalopatiler: Metabolik, toksik ve viral ensefalopatilerin ayrı tanımasında BEMA yöntemlerinin önemi gösterilmiştir. Herpes ensefalitinde oldukça erken dönemde bu tekniklerle temporal lob disfonksiyonu görüntülenebilmektedir. Yine adrenolökodistrofi ve AIDS gibi çok çeşitli çocukluk çağı ensefalopatilerinin ayrı tanımasında proton MR spektroskopinin yararlı olduğu gösterilmiştir.

Görüntülemenin nörolojik araştırmalarda kullanımı:

Nörolojik görüntülemenin nörolojik araştırmalardaki yeri giderek artmaktadır. Burada rol oynayan faktörler; I- Nörogörüntüleme tekniklerindeki hızlı ve özelleşmiş gelişmeler: yeni MRI ve USG teknikleri, spiral CT, SPECT'te kullanılan ligand sayısının giderek artması ve ince spasyal rezolüsyon sağlayan yeni PET makineleri gibi, II- Çeşitli görüntüleme yöntemlerinin analiz ve uygulamada "soft-

ware" düzeyindeki önemli gelişmeleri: Tam otomatik üç boyutlu yapısal (MRI), fonksiyonel (PET aktivasyon metodları, BEMA; TCS) ve biyokimyasal (MRS) inceleme yapmanın bu suretle olanaklı hale gelişi. III- Görüntülemenin sadece CNS hastalıklarının anlaşılmasında değil aynı zamanda sistemin yapısal ve fonksiyonel mekanizmalarının tanımlanabilmesinde de önemli bir araç olduğunun daha iyi anlaşılması.

Bu yazıda görüntülemenin araştırma boyutu anlatılmamakla birlikte izleyen bölümde yakın gelecekte büyük olasılıkla klinik pratiğe girecek olan görüntüleme yöntemlerinden bahsedilecektir.

Akademik nörolojide görüntülemenin geleceği:

Tablo-3'de yakın gelecekte klinik kullanıma girmesi beklenen görüntüleme metodlarının başlıcaları özetlenmiştir.

Akut inme: Kontrastsız CT ve FLAIR-MRI ile ilk 6 saat içindeki inme hastalarında enfarktın erken bulguları görülebilmektedir. Benzer şekilde perfüzyonun görüntülenebilmesi (PET, SPECT veya PMR ya da Xe-CT ile) özellikle hücresel fizyolojiyi ortaya koyabilen yöntemlerle (PET, DWI, MRS gibi) kombine edildiğinde iskeminin varlığı, boyutu, ağırlığı ve hatta prognozu hakkında önemli bilgileri hem de tedavi penceresi içerisinde verebilmektedir. Bu yöntemlerin bireysel tedavi planlarında oynayacağı rol ortadadır. Örneğin son yılların popüler tedavisi olan trombolitik uygulaması bu tekniklerle düzenlenebilecektir. Perfüzyon olan ya da zaten irreversible hasar gelişen hastalarda bu durum gösterildikten sonra tedavinin yapılmaması uygun olabilecektir. Ayrıca trombolitik tedavi etkinlik takibinde de perfüzyon yöntemlerinin son derece yol gösterici olacağı kesindir. Yeni geliştirilen ve henüz yaygınlaşmayan "spin-tagging" MRI gibi teknikler ile tüm bu uygulamaların kolay ve kısa sürede yapılması gündemdedir. PET, SPECT ve TCS yöntemleri ise hangi hastanın rehabilitasyondan yararlanacağını belirlenmesi bağlamında yakında kliniğe girecektir.

Alzheimer Hastalığı: CT veya MRI ile ortaya konulan hipokampal atrofinin, daha önceden belirtilen erken diagnozdaki önemi yanında hastalığın progresyonu hakkında da bilgi verebileceği anlaşılmıştır. Bu yöntem uygulanacak tedavilerin takibinde de önemli olacaktır. Benzer açıdan CBF ve CMRGlC haritalamalarıyla SPECT ve PET de yararlı olabilecektir. Ayrıca daha yeni olarak MRS ve BEMA yöntemleri (Yüksek frekanslı koherans ve topografi veya kognitif potansiyeller) de demans ayrı tanı ve takibinde kullanıma girecektir.

Tablo-3: Bazı beyin hastalıklarında klinik kullanıma girmesi beklenen görüntüleme yöntemleri

	CT/MR.	PET,SPECT	BEMA/TCS
İnme Akut: İskeminin varlığı, boyutu ve ağırlığı, tedaviye aday hastaların seçimi, tedavi izlemi Rahabiliteasyon: Nöroorganizasyonun haritalanması	DWI, PMR fMRI	CBF,CMRO ₂ CBF,CMRO _{Glc}	TCA, MEG
Alzheimer's Hastalığı Hipokampal hasar: Erken (Klinik öncesi) tanı, tedavi izlemi Nörokimyasal profil, tedavi izlemi	CT, MRI MRS	CBF,CMRO _{Glc}	ERP
Parkinson Hastalığı, Huntington Hastalığı Intraserebral greftlemede hedef, grafit fonksiyonunun monitörizasyonu		pSDAm,DARl**	EP
Epilepsi, Beyin Tümörü Cerrahi öncesi kortikal fonksiyonların haritalanması Tümör rekürrensi ve radyonekroz ayırımı	fMRI MRS	CBF	ERP, ERD, MEG, TCS

*: Kısaltmalar için eke bakınız., **: pSDAm: Presnaptik dopamin işaretleyicileri, DARl: Dopamin reseptör ligand

Parkinson ve Huntington Hastalığı: Birkaç yeni yayında ¹⁸F-DOPA ile presnaptik dopaminergic sistemin görüntülenmesi suretiyle, Parkinson hastalarında uygulanan fetal mezensefalik greftlerin fonksiyonunun değerlendirilebileceği ortaya konulmuştur. Bu ve benzer yöntemler bu cerrahi için hasta seçiminde de önemli olabilecektir. Hatta benzer bir yöntemin Huntington Hastalığı'ndaki striatal hücre kaybının postsnaptik dopaminergic sistemin görüntülenmesiyle kullanımı da mümkün hale gelebilir. Parkinson hastalığında D1/D2 reseptörlerini gösteren metodların tedavi planlarının çiziminde önemli rol oynayacağı kuşkusuzdur. SEP'in frontal komponentlerinin Parkinson hastalığında kaybolduğu ve bunların apomorfin tedavisiyle geçici olsa da tekrar ortaya çıktığı zaten bilinmekte olan bir bulgudur.

Epilepsi: Son yıllarda fonksiyonel görüntüleme yöntemleri rezektif cerrahi uygulanacak olan hastaların pre-operatif değerlendirmesinde kullanıma girmiştir. Böylece PET, SPECT ve BEMA teknikleri ile üç boyutlu olarak epileptik fokusun belirlenebilmesi yanısıra post-operatif defisit in öngörülebilmesi de mümkün olabilecektir.

Beyin Tümörleri: Epilepsi cerrahisinde olduğu gibi tümör rezektif cerrahisinde de fonksiyonel görüntüleme yöntemleri kullanılabilir. MRS ise tümör rekürrensi ile radyasyon nekrozunun ayırımında ön açıcı olacaktır.

Ensefalopatiler: Yakın gelecekte infeksiyon, toksik ve metabolik ensefalopatilerde MRS ile nöronal ve glial fonksiyonun biyokimyasal yönü belirlenebilecektir. Bu doğumsal metabolik hastalıklar yanında hasarlı beyin dokusuna komşu alanın metabolik özelliklerinin belirlenmesinde de önemlidir. Dahası genel olarak MRS, BEMA, PET/SPECT metodları ile yapısal bozukluğun eşlik etmediği fonksiyonel ensefalopatiler diffüz ya da fokal olsun tanımlanıp sınıflandırılabilir.

Öneriler:

Tanıdan tedaviye nörolojik hastalıkların ele alınmasında görüntüleme yöntemlerinin giderek artan yeri ve fonksiyonel görüntülemenin nörofizyoloji bilgilerimize yaptığı katkılar, akademik nöroloji ile görüntülemenin nasıl daha iyi entegre edilebileceği sorusunu gündeme getirmiştir. Bu soru birbiri ile ilişkili "Gelecekte nöroloji departmanlarının organizasyonunda görüntülemenin yeri" ve "Görüntüleme yöntemlerinin uygulamasında nörologların rolü" sorunlarını beraberinde getiriyor. "Gelecekte nörologların görüntüleme alanındaki eğitimi" ve "Görüntülemenin nörolojik araştırmalar, mezuniyet sonrası eğitim ve profesyonel kongrelerdeki yeri" ilgili diğer sorunlar olarak görünüyor.

Bu karmaşık ve çetrefilli konulara "Task Force"un güçlükle oluşturduğu konsensus sonucu verdiği yanıtlar ve aynı zamanda EFNS tarafından da onaylanıp önerilen uygulama rehberinin ana hatları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Nöroloji departmanlarının gelecekteki organizasyonunda görüntülemenin yeri: Görüntüleme cihazları nöroloji departmanları içinde mi olmalıdır? Böyle ise nöroloji servislerinde hangi cihazlar olacaktır? Şimdi BEMA ve nörosonoloji cihazları nöroloji ünitelerinde yer almakta ancak Avrupa'da hemen hiç bir ünite MRI, CT, SPECT veya PET bulunmamaktadır. Bu cihazların satın alınması ve çalıştırılması için halen çoğu Avrupa ülkesinde radyoloji veya nükleer tıp uzmanlığı aranan koşuldur. Avusturya, Danimarka ve Almanya'da PET, SPECT veya MRI gibi nöroloji sahasında yaygın şekilde kullanımı olan özel bazı görüntüleme teknikleri için bazı tanınmış kişilere izin verilmiştir. Ancak bu bile disiplinler arası sürüşmelere yol açmış olup daha gerçekçi bir modele gereksinim duyulduğu açıktır. Bu özellikle nöroloji, nö-

roşiruji, klinik nörofizyoloji, nöroradyoloji, nörolojik nükleer tıp ile nörorehabilitasyon ve hatta bazen psikiyatri dalları bulunan büyük nöroloji uzmanlık hastaneleri için özellikle önemlidir. Önerilecek modelin aletlerin hasta yararına multidisipliner kullanımını hedef alması esastır. Görüntüleme makineleri ve yardımcı cihazlar tek bir bölüme bağlı değildir. Ancak satın alınma, kullanım ve bakımı servis bazında olmalı ve primer sorumluluk sertifikalı radyolog ya da nükleer tıp uzmanında olsa bile çeşitli akademik disiplinlerin ortak paylaşımı sağlanmalıdır. Böylece yer ve paradan tasarruf sağlanacağı açıktır. Bu hem tıp öğrencileri hem de nöroloji asistanlarının bu alandaki eğitimlerine ve nörolojik araştırmalara ivme kazandıracaktır. Böyle bir sistemin Avrupa'da nadir de olsa Roma, Heidelberg, Groningen ve Kopenhag'da başarılı örnekleri vardır. Bu modelin uç örneği klinik kardiyoloji departmanlarında geniş olarak yaşanmaktadır. Avrupa'da hemen her büyük kardiyoloji biriminde koroner anjio ve anjioplasti üniteleri kurulmuş durumdadır. Diğerlerinden daha pahalı olan MRI ve PET gibi cihazların "nöro" ve "non-nöro" kullanımını da dikkate değer diğer bir uygulamadır.

Nörolojik görüntüleme prosedürlerinin uygulamasında nöroloğun diğer medikal disiplinlere göre yeri: Bu konunun en karmaşık tarafı olup Avrupa'nın hemen her ülkesinde ve hemen her teknik için farklı yönler içeren bir konudur. İngiltere'de ultrason sadece radyoloji bölümüne bağlanmış iken diğer pek çok ülkede sertifika almak suretiyle pratisyenler tarafından uygulanabilmektedir. Akut inme ünitelerinde ise nörosonoloji nörolog sorumluluğunda gerçekleştirilmekte ve mümkün olduğu ölçüde bu kurala uyulmaktadır. Norveç ve Almanya'da nörosonoloji hemen sadece nörologlar tarafından yapılmaktadır. BEMA tekniklerinin uygulaması da hemen her Avrupa ülkesinde EEG sertifikasyonuna bağlı olarak nörologlar tarafından yapılmaktadır. Fransa'da ise tüm pratisyenler sertifika aldıkları takdirde bu teknikleri uygulayabilmektedir. Avrupa birliği'nin sekiz ülkesinde klinik elektrofizyoloji aynı bir üst ihtisas olup genel olarak nöroloji departmanları içinde yer alır. Ancak Fransa'da bu birim Genel Fizyoloji'ye bağlı olarak aktivite göstermektedir. Klinik tecrübesi varsa elektrofizyologların epilepsi, uyku hastalıkları ve kronik ağrılı hastalıklar için poliklinik yapmaları olanağı da genel olarak tanınmıştır. Nöroradyoloji ise Avrupa ülkelerinin çoğunda radyoloji departmanı içindedir. İtalya, Almanya ve Portekiz'de ise radyoloji'nin üst ihtisası olup en az bir yıl klinik nöroloji eğitimini içermektedir. Avusturya, Danimarka ve Almanya dışındaki ülkelerde X-ışını ya da MR teknolojisi ile çalışan tüm makinelerin kullanım hakkı sadece radyolojiye tanınmış olup sayılan bu ülkelerde de sadece özel durumlar için bu kuralın dışına çıkılmaktadır. Burada rol oynayan faktörlerden biri sadece kendi bireysel referanslarına da-

yanarak gerçekleştirilecek bir pratiğe engel olmak olarak gözükmektedir. Ancak girişimsel radyolojinin gelişmesi ile radyologların yüklendiği tedavi edicilik sıfatı bu kavramı sarsmaktadır. Nükleer tıp da ise yine Avusturya, Almanya ve Danimarka dışında nörologlar hiçbir zaman uygulamaya aktif olarak katılmamaktadır.

Bu mevcut durum görüntülemedeki ilerlemenin direkt yansımaları olarak nöroloji kliniğinde meydana gelen muazzam değişimi görmezden geldiği için eleştirilebilir. Nörolojik görüntüleme uygulamalarının iyi belirlenmiş durumlarda ve sınırları kesinlikle çizilmiş kurallara göre nörologlar tarafından da yapılabilmesi şartlarının sağlanması artık zorunluluk halini almıştır. Bu indikasyonların anlamını iyi bilen nörologların devreye girmesini sağlayacağından herşeyden önce oldukça ekonomik olacaktır.

Nörogörüntülemeyi akademik nörolojiye katabilmek için uygulanması önerilen genel sistem üç kısımdan oluşur: i- Nöroradyoloji'nin yapısal görüntüleme ile uğraşan aynı bir uzmanlık alanı olmasının sağlanması: Bu ihtisas halen Almanya'da olduğu gibi en az bir yıl tercihen de iki yıl klinik nöroloji eğitimini şart koşmalıdır. ii- Fonksiyonel nörolojik görüntülemenin nöroradyoloji'den ayrı bir birim olarak yapılandırılması: Bu klinik nöroloji ihtisasının tamamının bitirilmesini takiben veya ABD'de olduğu gibi ve belki de daha gerçekçi olarak kısmen nöroloji ihtisası tamamlandıktan sonra mevcut nörogörüntüleme alanında ve temel nörolojik bilimlerde ("basic neurosciences") alınacak yeterli eğitimi takiben uygulanabilecek bir pratik olacaktır. iii-Sertifika sisteminin oluşturulması: Nöroloji kliniği sertifikası olanları gerekli eğitimi tamamladıktan sonra girişimsel nöroradyolojiyi de içerecek şekilde tüm özel nöroradyoloji alanlarında sertifika alarak uygulama yapabilmesi sağlanmalıdır. Bu kardiyolojideki halen geçerli olan sistemin nörolojiye uygulamasıdır.

ABD'de benzer özelliklerin çoğunu zaten içermekte olan bir sistem yıllardır uygulanmaktadır ancak sorunlar yok değildir. Amerikan Nöroloji Akademisi (AAN) desteğiyle Amerikan Nöro-görüntüleme Derneği (ASN) mart 1996'da "Nörolojik görüntüleme alanında yeterlilik ve uygulama rehberi" adlı bir dizi metin yayınladı. Bu metinler 1975'den beri uygulanan AAN Board'ının politikasını esas almaktaydı. Bu politika kısaca şu şekilde özetlenebilir: "Görüntüleme nöroloji pratiğinin içsel bir parçasıdır ve nöroanatomi, nöropatoloji, patofizyoloji ve nörolojik hastalıkların kliniğini bilmeyi gerektirir. Görüntülemenin etkin uygulanımı için endikasyon, performans ve rolünün bilinmesi şarttır." Amerikan Tıp Birliği (AMA) ise tıp uzmanlarının işlevsel pozisyonunda rol oynayan iki kuralı "Hastanelerde uygulama yapabilme hakkını bireysel karakter, yeterlilik, deneyim, bilgi, eğitim ve karaklılık belirler" ve "Klinisyenlerin birkaç uzmanlığa sahip olması ve

gerekli kriterleri sağlaması durumunda, prosedürleri uygulayabilme hakkının olması gerekir.” olarak göstermiştir. Bu görüşler AMA tarafından 1994’de bir kez daha teyid edilmiş ve “verili bir tıbbi disiplin uygulamasının herhangi bir şekilde dışlanması hastaya yaklaşımın kalitesi pahasına olduğu” belirtilmiştir. Bu metin görüntülemenin özelliklerinden bağımsız performans ve role göre düzenlenmiş bir eğitim sertifikası seti de önermektedir. Sonuçta da ANS’nin ciddi yazılı sınavını da içeren bir dizi sınav ile sertifika sahibi olan herhangi bir nörolog ABD’de nöroradyoloji pratiği yapabilmektedir. Ancak bu sistemde son zamanlarda sistemi derinden sarsan bazı sorunlar belirlemeye başlamıştır. Geçenlerde “Neurology” dergisinde çıkan bir editörden makalede* bu konu ele alınmış ve sağlık sigortası kuruluşlarının MRI gibi pahalı tetkiklerde radyolog olmayanların yaptığı uygulamaların ücretini ödememeye başlamasını esas sorun olarak göstermiştir. Sigorta kurumlarının dayanağı ise denetlenemeyen doktorun kendi isteğine göre kendisinin tetkik yapmasının önlenmesidir. Bu yazıda nörologların 2 yıl genel tıp eğitimini takiben 2 yıl genel radyoloji, daha sonra 2 yıl nöroloji ve sonunda da 2 yıl nöroradyoloji ihtisası yaparak nöroloji ve nöroradyoloji board’ı alabilmelerine olanak tanıyan bir sistem önerilmiştir**. Ancak bu sistem de sigorta kuruluşlarının politikalarının tehdidi altındadır.

Yarının nörologlarının görüntüleme eğitimi:

Nörolojik görüntüleme eğitimi mümkün olduğu çabuk bir şekilde klinik nöroloji eğitimine entegre edilmelidir. Kuşkusuz bu görüntülemenin normal nöroloji pratiğinin parçası haline gelmesinde önemli bir işlev görecektir. Bu ABD’de halen uygulamada olan bir sistem olup, 1993’de AAN’ın finanse ettiği bir kursda nörolojinin 33 eğitim programından biri olarak öngörülen nörolojik görüntüleme alanında üç yeterlilik derecesi tanımlanmıştır. Bunlardan ilki “çoğu nörolojik hastalık için tanısal ustalık derecesi” olup normal nöroloji asistan eğitimi programından sonra kazanılmaktadır. İkincisi “tüm klinik ve temel yeterlilik derecesi” olup bağımsız bir görüntüleme laboratuvarında çalışmış olmayı gerektirir ve daha önceden bahsedilen yolla nöroloji asistanlığı sonrasında ulaşılır. Sonuncu derece ise “araştırmacı yeterliliği” olup nöroloji asistanlığını takiben nörolojik görüntüleme “fellow”luğu zorunlu kılınmıştır.

Eğer bu uygulama Avrupa’da da yürürlüğe girecek olursa nöroloji eğitim müfredatlarında nöroradyolojiye geniş yer verilmesi ve nöroloji bölümlerinde nörolojik görüntüleme alt bölümlerinin oluşturulması gerekecektir.

Mezuniyet sonrası devamlı eğitim, profesyonel toplantı ve kongreler ile nörolojik araştırmalarda

görüntülemenin yeri: EFNS kongreleri başta olmak üzere hem ulusal hem de Avrupa çapındaki kongrelerin gerek bilimsel gerekse eğitim bölümlerinde görüntülemeye ayrılan yer giderek artmaktadır. Bunun ayrıca özel ödüllerle de teşvik edilmesi gerekir. Amerika’da AAN ve ASN’nin yıl içinde düzenlediği pek çok toplantıda görüntülemeye geniş yer ayrılarak nörologlar için devamlı bir eğitim başarı ile sağlanmaktadır. Ayrıca her tür görüntüleme tekniği için bir iki yıllık “fellowship” programları düzenlenmiş durumdadır. Nöroloji asistanlığı sırasındaki eğitim, özel kurslar, mezuniyet sonrası eğitim ve ASN’nin mevcut sertifika sistemi ile birleşince tüm nörologlar için belli kalitede görüntüleme pratiği yapabilmeye olanağı sağlanmış olmaktadır. Tüm bunların aynı şekilde Avrupa’da akademik nöroloji’ye uygulanması da artık bir zorunluluktur.

Kısaltmalar:

- KBB: Kan Beyin Bariyeri
- BEMA: Beyin Elektro-Magnetik Aktivitesi
- CBF: “Cerebral Blood Flow”
- CBV: “Cerebral Blood Volume”
- CMRGlc: “Cerebral Metabolic Rate of Glucose”
- CMRO₂: “Cerebral Metabolic Rate of Oxygen”
- CSF: Beyin Omurilik Sıvısı
- CT: Komputezize Tomografi
- DA: Dopamin
- DWI: “Diffusion-weighted imaging”
- EEG: Elektroensefalografi
- EP: “evoked” Potansiyeller
- ERD: “Event related desynchronization”
- ERP: “Event related potentials”
- fMRI: Fonksiyonel MRI
- Gd-MRI: Gadolinium kontrast MRI
- IRS: Infrared spektroskopisi
- MEG: Magneto-ensefalografi
- MR: Manyetik rezorans
- MRA: Manyetik rezorans anjiyografi
- MRI: “Magnetic Resonance Imaging”
- MRS: MR Spektroskopisi
- MTT: “Mean Transient time”
- PET: “Positron emission Tomography”
- PMR: “Perfusion-MR”
- SPECT: “Single-photon Emission Tomography”
- TCS: “Trans-cranial Magnetic Stimulation”
- Xe-CT: “Xenon-CT”

*. Çevirenin notu: Brillman J, Kasdan R, Wechsler LR. The neurologist as neuroimager. Neurology-1997; 48: 303-311.

** Bu sistem daha önce bahsedilen yöntemlerden birincisine benziyor.