

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı**

**KANITA DAYALI TIP ZEMİNİNDE RADYOLOJİK
TETKİK SEÇİMİ KARAR DESTEK SİSTEMİ**

Abdullah Utku Şenol

Doktora Tezi

Antalya, 2013

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı**

**KANITA DAYALI TIP ZEMİNİNDE RADYOLOJİK
TETKİK SEÇİMİ KARAR DESTEK SİSTEMİ**

Abdullah Utku Şenol

Doktora Tezi

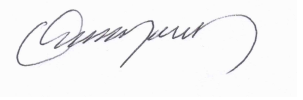
**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Osman Saka**

“Kaynakça gösterilerek bu tezden yararlanılabilir”

Antalya, 2013

Bu çalışma jürimiz tarafından Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, Tıp Bilişimi programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir./..../.....

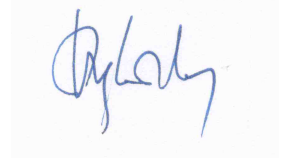
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Osman SAKA
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Ergun KARAAĞAOĞLU
Hacettepe Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyoistatistik Anabilim Dalı



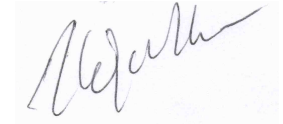
Üye : Prof. Dr. Can ÖZKAYNAK
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Radyoloji Anabilim Dalı



Üye : Yrd. Doç. Dr. Uğur BİLGE
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı



Üye : Yrd. Doç. Dr. K. Hakan GÜLKESEN
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı



ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/..../2013 tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail ÜSTÜNEL
Enstitü Müdürü

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kurulu ve Akdeniz Üniversitesi Senato Kararı

Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 22/06/2000 tarih ve 02/09 sayılı enstitü kurul kararı ve 23/05/2003 tarih ve 04/44 sayılı senato kararı gereğince "Sağlık Bilimleri Enstitülerinde lisansüstü eğitim gören doktora öğrencilerinin tez savunma sınavına girebilmeleri için doktora bilim alanında SCI tarafından taranan dergilerde en az bir yurtdışı yayın yapması gerektiği" ilkesi gereğince yapılan yayınların listesi aşağıdadır (orjinalleri EK1 ve EK2'de sunulmuştur).

1. Saka E, Dogan EA, Topcuoglu MA, **Senol U**, Balkan S. Linear measures of temporal lobe atrophy on brain magnetic resonance imaging (MRI) but not visual rating of white matter changes can help discrimination of mild cognitive impairment (MCI) and Alzheimer's disease (AD). Arch Gerontol Geriatr. 2007; 44:141-151.
2. Aralasmak A, Karaali K, Cevikol C, Uysal H, **Senol U**. MR imaging findings in brachial plexopathy with thoracic outlet syndrome. AJNR 2010; 31:410-417.

ÖZET

Tıbbi Görüntüleme alanında aşırı ve uygunsuz tetkik kullanıldığına ait veriler konunun daha sistematik ve öncelikli olarak çalışılmasına neden olmuştur. Bu durumun nedenlerinin belirlenmesi ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi önemli ve güncel bir araştırma konusudur. Öte yandan bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, kompleks ve önemli kararların verildiği tıp alanındaki karar verme süreçlerine de yansımış ve çeşitli karar destek araçlarının kullanılmasını sağlamıştır. Ancak, uygun radyolojik tetkik seçimine yardımcı olmak için literatürde tanımlanmış karar destek sistemi (KDS) son derece az sayıdadır.

Bu çalışmada uygun radyolojik tetkik seçimi için bilgi tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmiş, değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçları tartışılmıştır. Bu amaçla tetkik uygunluğu açısından halen dünyada en çok kabul gören ve kanıta dayalı kılavuzlardan oluşan American College of Radiology uygunluk kriterlerinin (ACRAC) nöroradyoloji alt başlığı uzman görüşü olarak kullanılmıştır. Bu ölçütler karar ağacı diagramlarına dönüştürülerek XML tabanlı, mobil araçları destekleyen web uygulaması biçiminde bir “radyolojik tetkik seçimi karar destek sistemi” (RADDES) geliştirilmiştir. RADDES hızlı, basit ve karar süreçlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Değerlendirme amacı ile hazırlanan senaryolara RADDES kullanmaksızın gönüllü hekimlerin tetkik önerileri alınmıştır. Bu öneriler ACRAC ile karşılaştırılarak uyumluluğu saptanmıştır. İkinci aşamada, yeni bir senaryo seti verilmiş ve hekimlerin kararlarını RADDES önerilerini aldıktan sonra oluşturmaları istenmiştir. RADDES ile birlikte alınan öneriler ile önceki öneriler ACRAC uyumlulukları açısından karşılaştırılmıştır. RADDES kullanarak yapılan önerilerin ACRAC önerileri ile uyumluluğu istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur. Ayrıca RADDES kullanılabilirlik açısından değerlendirilmiş ve kullanılabilir bir sistem olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatürde ulaşabildiğimiz kadarı ile hekimlerin tetkik önerilerinin kanıta dayalı kılavuzlar olan ACRAC önerileri ile uyumluluğu ilk kez bu çalışmada değerlendirilmiştir. Ayrıca tetkik uygunluğu için XML tabanlı, mobil araçları destekleyen web uygulaması şeklinde bir KDS ilk kez geliştirilmiştir.

Sonuç olarak, tetkik uygunluğu önemli bir kavram olup tıp uygulamalarında iyileştirilmelidir. RADDES, radyolojik tetkiklerin uygun seçimine katkı sağlamaktadır ve KDS olarak kullanılabilir bir sistemdir. ACRAC ya da farklı bir kanıta dayalı çalışma ile hazırlanacak bir KDS uygun tetkik seçimine yardımcı olacaktır. Bu amaçla RADDES’te kullanılan karar ağacı diagramı veya karar verme süreçlerine uygun benzeri yöntemler yarar sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Tetkik Uygunluğu, Nöroradyoloji, Karar Destek Sistemi.

ABSTRACT

Data about the excess and inappropriate use of radiological tests triggered the systematic studies those discuss the reasons and solutions of the problem.

Advances in information technologies influenced the complex decision making process in medical practice. Since radiology is one of the most rapidly developing and technologically advanced fields of medicine, it is expected to see more Decision Support systems (DSS) to be developed and used in future. Currently, there are only a few local DSS studies about radiological test appropriateness in the literature.

In this thesis study, a DSS for assisting physicians about appropriate radiological test selection is developed, evaluated and discussed. Worldwide accepted American College of Radiology appropriateness criteria (ACRAC) was used as the base of the study. The scope covers the field of neuroradiology. An expert panel transformed the criteria into decision tree diagrams and the system was developed as an XML based web application. The system (RADDES) is designed to be a fast, basic tool that suits to common decision making processes in neuroradiology. Before testing RADDES, scenarios were given to the volunteer physicians and their radiological test decisions are collected for each scenario. The test decisions were compared with ACRAC criteria and order appropriateness was determined. In the second step, the physicians were asked to evaluate another scenario sets and they were advised to use RADDES in case they need assist during the decision making process. Orders from the first and second steps were then compared in terms of appropriateness. Statistical analysis showed that the decisions with RADDES support significantly increased the level of appropriateness. Moreover, RADDES was evaluated in terms of usability and the evaluation showed that the system has high usability.

To our knowledge, this study is the first in the literature to compare the physicians' radiological test orders with evidence based guideline, ACRAC, and evaluate the appropriateness accordingly. It is also the first XML based DSS web application which supports mobile access for all mobile devices for order appropriateness. It covers the branch of neuroradiology as a whole and provides evaluation as well as usability analysis for such a DSS for first time in the literature. Moreover, RADDES is the first system that is developed in accordance with ACRAC criteria while using decision tree transformations as the base approach.

In conclusion, radiological order appropriateness is an important concept that needs to be improved in medical practice. DSSs which are based on ACRAC or other evidence based criteria will be beneficial in terms of improving the rate of appropriate radiological test orders. Decision making methodologies such as decision trees would be useful for developing such systems.

Key Words: Order Appropriateness, Neuroradiology, Decision Support System.

TEŞEKKÜR

Öncelikle Danışmanım sayın Prof. Dr. Osman SAKA'ya, bu çalışmanın yürütülmesi sırasında sistem geliştirme ve veri analizi aşamalarındaki çok büyük katkıları nedeni ile Dr. Özgür Tosun ve araştırma görevlisi Mehmet Kemal Samur'a, senaryo hazırlama, değerlendirme planı ve tez yazımı aşamalarındaki yardımları için Doç. Dr. Yeşim Şenol, Y. Doç. Dr. Neşe Zayim ve Y. Doç. Dr. Ali Ünal'a, araştırma planlanmasında katkıları nedeni ile Y. Doç. Dr. Uğur Bilge ve Y. Doç. Dr. Hakan Gülkesen'e, senaryo değerlendirerek katkı veren AÜTF Nöroloji, Acil Tıp, Kulak-Burun-Boğaz, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalları ile Çocuk Nörolojisi Bilim Dalı'ndan hekimlere, tez aşamasında destekleri için Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı araştırma görevlilerine ve tez sürecindeki yoğun çalışmalarım sırasında kendilerine ayırmam gereken zamanı paylaştıkları için Irmak ve Toprak'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	4
2.1. Tıpta Karar Verme ve Karar Destek Sistemleri	4
2.1.1. Karar Verme	4
2.1.2. Tıpta Karar Verme	5
2.1.3. Karar Destek Sistemi	7
2.1.3.1. Kural Tabanlı Uzman Sistemler	8
2.1.3.2. Yapay Sinir Ağları	8
2.1.3.3. Bayesyan Ağlar	8
2.1.4. Tıpta Karar Destek Sistemi	8
2.1.5. Radyoloji ve Karar Destek Sistemi	10
2.2. Kanıta Dayalı Tıp	12
2.2.1. Kanıta Dayalı Tıp Temelli Bilgiye Ulaşma için 4S yaklaşımı	13
2.2.2. KDT ve Radyoloji	14
2.3. Tetkik Uygunluğu	15
2.3.1. Radyoloji Yararlanım Yöneticileri	17
2.4. American College of Radiology ve Uygunluk Kriterleri	18
2.5. Tıbbi Görüntüleme: Tarihçe, Gelişim ve Güncel Durum	20
2.5.1. Nöroradyoloji	24
GEREÇLER VE YÖNTEMLER	25
3.1. Sistem Geliştirilmesi	25
3.1.1. Karar Ağaçlarının Oluşturulması	25
3.1.2. Yazılım Geliştirilmesi	32

3.2.	Sistem Değerlendirme	32
3.2.1.	<i>Senaryolar</i>	32
3.2.2.	Değerlendirmeye Katılanlar	33
3.2.3.	Kullanılabilirlik Analizi	34
3.2.4.	İstatiksel Analiz	34
3.2.5.	Geribildirimler ve Değerlendirmesi	35
BULGULAR		
4.1.	RADDES arayüz örnekleri	36
4.2.	Değerlendirmeye Katılan Hekimlerin Demografik Özellikleri	43
4.3.	Değerlendirme Bulguları	45
4.4.	Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği Bulguları	48
4.5.	Geribildirim Bulguları	49
4.5.1.	Yazılı Geribildirim Bulguları	49
4.5.2.	Sözlü Geribildirim Bulguları	49
TARTIŞMA		
		51
SONUÇLAR		
		58
KAYNAKLAR		
		60
ÖZGEÇMİŞ		
		76
EKLER		
		77
EK-1:	Linear measures of temporal lobe atrophy on brain magnetic resonance imaging (MRI) but not visual rating of white matter changes can help discrimination of mild cognitive impairment (MCI) and Alzheimer's disease (AD). Arch Gerontol Geriatr. 2007; 44:141-151.	
EK-2:	MR imaging findings in brachial plexopathy with thoracic outlet syndrome. AJNR 2010; 31:410-417.	
EK-3:	Sistem öncesi senaryo değerlendirme form örneği	
EK-4:	RADDES ile birlikte senaryo değerlendirme form örneği	
EK-5:	Gönüllüler tarafından değerlendirilen senaryolar	
EK-6:	Sistem Kullanılabilirlik Anketi	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AC	: Appropriateness Criteria
ACR	: American College of Radiology
ACRAC	: American College of Radiology Appropriateness Criteria
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CPT	: Commonly used procedure
DIP	: Diagnostic Imaging Procedure
HTML	: Hyper Text Markup Language
ICD	: International code of disease
KBB	: Kulak Burun Boğaz
KDS	: Karar Destek Sistemi
KDT	: Kanıta Dayalı Tıp
KKDS	: Klinik Karar Destek Sistemi
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
PACS	:Picture Archiving and Communication System
RBM	: Radiology Benefit Managers
RADES	: Radyolojik tetkik seçimi karar destek sistemi
SUS	: System Usability Scale
TGİ	: Tanısal Görüntüleme İşlemi
QALY	: Quality Adjusted Life Years
US	: Ultrasonografi
XML	: Extensibl Markup Language

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Kanıta Dayalı Tıp uygulamalarında kullanılan araçların kullanılışılığını gösteren 4S piramiti	14
3.1.a. Ataksi alt başlığına ait karar ağacı	27
3.1.b. Ataksi alt başlığına ait XML sayfası örneği	28
3.2.a. Baş ağrısı alt başlığına ait karar ağacı	29
3.2.b. Baş ağrısı alt başlığına ait XML sayfası örneği	30
3.3. RADDES'e ait mimari	31
4.1. Karar Destek Sistemi web giriş sayfası (www.raddes.org) arayüzü	36
4.2. Karar Destek Sistemi arayüz örnekleri: a: Hastalık kategorisi sekmesi altındaki başlıklar b: Sistemin ürettiği sorulara örnek, c: Sistem tetkik öneri örnek sayfası	38
4.3. Karar Destek Sisteminin gönüllü klinisyenlerden oluşan kullanıcılara yönelik açıklama ve uyarıyı gösteren arayüz	39
4.4. Karar Destek Sistem mobil araçlar için sistemin ürettiği soruları gösteren arayüz örneği	40
4.5. Karar Destek Sistem mobil araçlar için sistemin önerdiği tetkikleri ve açıklamayı gösteren arayüz örneği	41
4.6. Karar Destek Sistem mobil araçlar için hastalık kategorilerini gösteren arayüz örneği	42
4.7. Hekimlerin yaş ve deneyimlerine göre dağılımı	43
4.8. Hekimlerin cinsiyetlerine göre dağılımı	44
4.9. Hekimlerin bölümlere göre dağılımı	44
4.10. Hekimlerin uzmanlık durumuna göre dağılımı	45

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
4.1. Hekimlerin senaryolara 4 dereceli ölçeğe göre önerdikleri tüm istemlerin ve ilk istemlerin, sistem öncesi ve sonrası ACRAC karşılıkları ile uyumu	46
4.2. Hekimlerin senaryolara 3 dereceli ölçeğe göre önerdikleri tüm istemlerin ve ilk istemlerin, sistem öncesi ve sonrası ACRAC karşılıkları ile uyumu	46
4.3. Asistan ve uzman hekimlerin değerlendirdikleri senaryolara ait tüm önerilerinin sistem öncesi ve sonrası 4'lü ölçeğe göre ACRAC uyumu	47
4.4. Asistan ve uzman hekimlerin değerlendirdikleri senaryolara ait tüm önerilerinin sistem öncesi ve sonrası 3'lü ölçeğe göre ACRAC uyumu	47
4.5. SUS anketindeki başlıklara verilen yanıt ortalama ve standart sapmaları	48

GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinde gelişmeler, performans ve etkinlik artışları son on yılda pek çok alanda olduğu gibi sağlık alanında da iş süreçlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle tıbbi görüntüleme alanında bu etki belirgin olarak hissedilmektedir. Öte yandan radyolojik tetkik seçiminde bilimsel dayanaktan yoksun olarak alınan kararların yanlış olma olasılığı mevcut olup bu alandaki yöntem çeşitliliği, teknolojik gelişmeler, artan maliyetler ve iyonlaştırıcı radyasyon içerebilmesi gibi nedenler ile tetkiklerin uygun olarak seçimi büyük önem kazanmıştır. Uygun olmayan tetkik seçimi; tanı gecikmelere, dolaylı ve dolaysız maliyet artışına, sağlığın kaybına neden olabilir ve önemli bir toplum sağlığı sorunudur. Bu amaçla "tetkik uygunluğu" kavramı ("appropriateness of imaging") literatürde, tıp camiasında, sağlık politikası geliştirenler arasında sıkça tartışılmaya başlanmıştır (1,2).

“Kanıt Dayalı Tıp (KDT)” kavramı 1990’lı yılların ortalarında isimlendirilmiş ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Felsefi kökeni uzun yıllar önceye dayanmaktadır. “Hekimin klinik bilgi ve deneyimini, literatürdeki en iyi kanıt ve hastaya ait etmenlerle birleştirerek karar vermesi” olarak tanımlanan bu kavram hem tıp eğitimi, hem de araştırma ve klinik uygulamaları belirgin olarak etkilemiştir. Bu yöntem ilkeleri ile sistematik olarak klinik pratikteki sorulara yanıt bulmak için, kanıt değeri en yüksek çalışmalara belirli literatür arama stratejileri ile ulaşılmaya çalışılmaktadır. Literatürdeki ulaşılan geçerli ve kanıt değeri yüksek çalışmalardan hazırlanan kanıt temelli kılavuzlar ve bunlardan oluşturulmuş bilgi sistemleri tıp uygulamalarında yol gösterici olmaktadır.

Kanıt dayalı tıp ilkeleri tanı testlerinin seçimi ve yorumu aşamasında oldukça önemlidir (3,4,5). Uygun radyolojik tetkik seçimi konusunda da kanıt dayalı tıp yol gösterici olabilmektedir. Bu amaçla çeşitli rehber ve standartlar yayımlanmıştır (6,7,8). “American College of Radiology” (ACR) tarafından 15 yılı aşkın bir süredir çalışılarak geliştirilen “uygunluk kriterleri (Appropriateness Criteria)” bu tür kılavuzlara bir örnektir ve radyolojik tanı yöntemlerinin uygun seçimine ilişkin kanıt dayalı tıp ilkeleri ile hazırlanmış kılavuzların en önemli örneği olarak kabul edilmektedir (9).

American College of Radiology (ACR) tarafından yayınlanan “Appropriateness Criteria” (ACRAC) 1994 yılında uzman paneller oluşturularak çalışılmaya başlanmıştır (10). Literatürde tetkik uygunluğu için önerilen başka çalışmalar da yer almaktadır (11,12,13). Bu çalışmalar birbirlerine benzerdirler ve tamamında uzman paneller yardımı ile tetkik gereklilikleri skorlandırılmıştır.

Tetkik uygunluğu açısından halen en yaygın olarak kabul gören ACRAC kılavuzları; tanısal görüntüleme, girişimsel radyoloji ve radyasyon onkolojisi alanında olmak üzere üç ana grupta ve ilgili alanlardan 200 uzman tarafından geliştirilmiştir. ACRAC Haziran 2012 versiyonu, 180 başlık ve bu başlıklar altında değişik klinik senaryolara karşılık gelen 850 varyantdan oluşmuştur (9).

Ancak ACRAC'ın klinik kullanışlılığının henüz sınırlı olduğu izlenmektedir. Klinik olarak kullanılabilirliğini artırmak için çeşitli çalışmalar dikkat çekmektedir. Bu amaçla, Sistrom ve arkadaşları tarafından ACRAC ilişkisel veritabanı modeli geliştirilmiştir(14). Yazarlar bu çalışmalarında ACRAC'ın klinikteki sınırlı kullanımını nedeni ile kullanışlılığını artırmak yanısıra bilgi sistemleri ile entegrasyonuna yardımcı olmak ve karar destek sistemleri için uygun bir model geliştirmek amaçlamışlardır. Bu amaçla ayrıca "commonly used procedur" (CPT) ve "international coding of disease" (ICD) kodlama sistemleri ile eşleştirme yapmışlardır. Bu alışmalar ile, "online" olarak ulaşılabilen ACRAC veritabanının bilgi sistemlerine entegrasyonunun ve revizyonların hızla ve kolaylıkla yapılacağı belirtilmektedir (15,16).

ACRAC ilişkisel veritabanına dönüştürülmesi sonrası kişisel veya el bilgisayarlarında kullanılmak üzere ücretli olarak kullanıma sunulmuş, yakın zamanda da internetten ücretsiz olarak arama motoru vasıtası ile kullanılması sağlanmıştır. Bu kriterlerin ne sıklıkta kullanıldığı veya değerlendirmesi ile ilgili çalışmalar yoktur. Öte yandan ACRAC'ın tam olarak "kanıta dayalı tıp" ilkelerine karşılık gelmediği ve revizyonlara gereksinim duyulduğu yönünde eleştiriler de mevcuttur (1,17).

Klinik karar destek sistemleri (KKDS), hekimlerin hasta ile ilgili karar aşamalarında, karar verme süreçlerine yardımcı olmak için düzenlenmiş bilgisayar temelli sistemlerdir (18). Uygun kullanıldığı takdirde tıp eğitimi ve pratiğini olumlu etkilemesi beklenmektedir. Karar destek sistemi (KDS) için bilgi tabanlı sistemler ya da yapay sinir ağları, genetik algoritma gibi sistemler kullanılabilir (19,20,21). Artan tıbbi hataların önemli bir sorun olması ile birlikte klinisyenlerin tetkik istemi gireceği bilgisayar destekli sistemler ve klinik karar destek sistemleri hasta güvenliği için önemli olmuştur. Literatürde uygun olmayan tetkiklerin fazla olması ile ilgili çeşitli çalışmalar yayınlanmış olup uygun tetkik seçimi için karar destek sistemlerine ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (22).

Bu çalışmada, karar verme süreçlerine uygun olarak tasarlanmış ve kanıta dayalı kılavuzlar kullanılarak hazırlanmış bir karar destek sisteminin, uygun tetkik seçimine katkısını ve kullanılabilirliğini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla klinisyenler için nöroradyoloji alanında uygun tetkik seçimine yardımcı olmak amacı ile bir klinik karar destek sistemi geliştirilmiştir. KDS için uzman görüşü olarak kanıta dayalı kılavuz olan ACRAC kullanılmıştır. ACRAC nöroradyoloji başlığı altında yer alan altbaşlıklar ve bu altbaşlıkların içerdiği varyantlar (23) uzman panel tarafından karar ağacı diagramlarına dnştrlmştir. Karar ağacı diagramları

kullanılarak, karar ağacından türeyen sorular ile hekimlere en uygun tetkiki öneren, XML tabanlı, mobil araçları destekleyen web uygulaması şeklinde tasarlanmış bir klinik karar destek sistemi geliştirilmiştir. Sistem, bilgi sistemlerine kolaylıkla entegrasyon ve güncellenebilme, çeşitli kodlarla eşleştirme ve pubmed bağlantısı sağlanacak şekilde planlanmıştır. Uzman panel tarafından hazırlanmış klinik senaryolar kullanılarak değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ACRAC nöroradyoloji altbaşlıkları ve varyantlarına karşılık gelen senaryolara hem karar destek sistemi kullanmadan önce hem de sistem uygulaması sonrası ilgili alanlarda çalışan hekimlerce tetkik önerileri alınmıştır. Böylece sistem öncesi istenen tetkiklerin ACRAC önerileri ile uyumluluğu ve geliştirilen karar destek sisteminin uygun tetkik kararını ne kadar etkilediği araştırılmıştır. Ayrıca geçerli ölçekler aracılığı ile sistemin kullanılabilirliği analiz edilmiştir.

GENEL BİLGİLER

2.1. Tıpta Karar Verme ve Karar Destek Sistemleri

2.1.1. Karar Verme

İngilizcede karar verme anlamına gelen “decide”, Latince “de-ceedere” den gelir ve “kesip atmak” anlamındadır İnsan davranışlarının en temel bilişsel süreçlerinden biridir (24, 25, 26). Kullanıldığı disipline göre değişen çok sayıda tanımı olmakla birlikte en basit tanımı “bir eylem için hareket tarzı veya davranış biçimi tercihi”dir (27, 28) Birçok durumda kararların kalitesi önemlidir. Bu nedenle karar verme bilimin odak konularından biri olmuştur. İstatistik, ekonomi ve yöneylem araştırması gibi disiplinler, akılcı seçimler yapmada çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Yakın zamanlarda bu yöntemler, bilgi bilimi, bilişsel psikoloji ve yapay zekadan esinlenen birçok teknikle ilerletilmiş, karmaşık kararlar vermede bağımsız veya bilgisayarla bütünleşik araçlarla bilgisayar programları şeklinde uygulanmıştır (24, 29).

Değişik disiplinlerde “karar verme” için tanımlar yanı sıra değişik analiz ve modellemeler vardır. Bu analizler karar vermeyi daha etkin kılmak ve karar destek sistemi gibi araçlar geliştirmek için önemlidir. Karar ağacı karar problemlerinin çözümüne yardımcı olmak için problem analizi ve modellenmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. Karar Ağacı yöntemi, seçenekleri ve bunlara etkisi olabilecek faktörleri ve bu faktörlere dayanan sonuçları, verilere bağlı olarak değerlendirir. Geometrik semboller yoluyla görselleştirerek problemin anlaşılmasını sağlayan grafiksel bir tekniktir. Karar Ağacı, grafik gösterimi ile problemin tüm yönlerini ortaya koymaktadır. Karar Ağacı tekniği özellikle birden fazla kararın ardışık olarak verilmesini gerektiren karmaşık karar problemlerinin gösteriminde kullanışlıdır (30).

Yönetim disiplininde yer alan yaygın kabul gören bir analize göre, karar verme üç major fazı içerir (27, 28)

Bunlar;

- Veri toplama, değerlendirme ve bilgi üretme
- Tasarım
- Seçim

Karar verme süreci bu üç faz ve her fazın bileşenleri ile analiz edilebilir. Öte yandan bir karar verme sürecinin bileşenleri ise; karar öncesi, karar ve karar sonrası olarak üçe ayrılır.

Kararlar bazen yenilikçi olabilir, bazen de mevcut bilgiler kullanılarak verilebilir. Ayrıca kararlar belirli bir prosedüre bağlı olabildiği gibi ilk kez alınabilir. Bu bağlamda ise kararlar üçe ayrılır;

- Yapılandırılmış: Karar verme sürecinin belirli bir prosedüre sahip olduğu kararlardır. Yönetim bilgi sistemleri yapılandırılmış kararlarda kullanılabilir.
- Yarı yapılandırılmış: Bir kısmı programlı kararlardır.
- Yapılandırılmamış: Alışılmamış, rutin olmayan kararlardır. Karar vericiler problemi tanımlarken hükme varmalı, değerlendirme yapmalı ve bilgi elde etmelidir. Bu kararlarda tanımlı prosedür yoktur (24).

Karar verme bazen az sayıda alternatif arasından yapılırken bazen ise çok sayıda alternatif arasında ve önemli sonuçlar doğurabilecek durumlarda yapılır ve bu durumda karmaşık bir hal alabilir. Bilişsel psikoloji ve tüketici davranışlarını inceleyen araştırmalar, insanların çok sayıda alternatifin olduğu durumlarda tek bir alternatifi seçmeye göre gösterdikleri süreçlerden farklı davrandıklarını göstermiştir (31, 32, 33, 34, 35). Tıp alanında da özellikle çok sayıda seçeneğin olduğu durumlarda hekimler karar verme aşamasında zorlanmaktadır ve bu durumun bilinmesi tıpta karar verme süreçlerini iyileştirme amacıyla kullanılır (36).

Aşağıda daha ayrıntılı olarak tanımlanan Karar Destek Sistemleri pek çok disiplinde olduğu gibi tıp alanında da kullanılan ve gelecekte çok daha kullanılacağı varsayılan karar vermeye yardımcı bu tür araçlardır (37, 38).

2.1.2. Tıpta Karar Verme

Bilişsel ve sosyal psikologlar karar vermede etkili kanıt kullanımını kolaylaştıran etmenleri tanımlamaya ilgi duymuşlardır. Bu nedenle “karar verme” ve buna etki edecek pekçok yanlılık (“bias”) ya da akılcı olmayan stratejiler tıp dışı değişik alanlarda olduğu gibi tıp alanında da bir araştırma ve çalışma alanı olmuştur (39-47).

Sağlık hizmeti kalitesinin en önemli belirleyici öğelerinden biri sağlık profesyonellerinin karar verme kapasiteleridir. Bir operasyon, ilaç uygulaması ya da girişim eğer uygun karar doğrultusunda yapılmamışsa önemli zarar verebilir. Bununla beraber araştırmalar düşünce süreçlerinin kusursuz olmadığını ve hataya açık olduğunu göstermektedir. Görme, işitme ve hatırlamada yapılan hatalara benzer olarak karar verme sürecinde de hata sık yapılır ve bu hatalar tahmin edilebilir. Tıbbi karar verme, aciliyet durumlarında gerekebildiği, karmaşıklığı ve belirsizliği gibi

nedenlerle özellikle hataya açıktır. Dahası bu hatalar çok önemli sonuçlar doğurabilir. Bu hataları tahmin edebilme tıbbi karar verme süreçlerini etkin kılmak açısından çok önemlidir (36). Öte yandan, bir hasta gözü ile tıbbın her zaman kanıtların akılcı kullanımı üzerine kurulduğu düşünülebilir. Ancak hızla artan medikal araştırmalar ve bilgi yığını içerisinde doktorların günlük pratiklerinde hasta tanı ve tedavisinde bu durum ile başa çıkması çok zordur (48,49,50).

Hekimlerin karar verirken yanlılık göstermesi hekim-hasta etkileşiminin tanı koyma veya tedavi seçme aşamalarında veya tıp uygulamalarının herhangi bir aşamasında olabilir (51). Bu aşamalarda hekimlerin karar vermelerine etki edecek yanlılıklardan bazıları şunlardır (51).

Tanı aşamasında karşılaşılan “yanlılıklar”:

- **Doğrulama (Confirmation)** : Sadece belirli bir tanıyı doğrulayan bilgileri ve kanıtları seçici olarak kullanma.
- **Temsil (Representativeness)** : Bir olaya benzerliği nedeni ile bir kanıtı aşırı vurgulama. Gerçek olasılıklardan uzaklaşmaya neden olabilir.
- **Ulaşılabilirlik (Availability)** : Kolaylıkla hatırlanan bir olayın olasılığını abartarak tanı koymada kullanma.
- **Geç anlama (Hindsight)** : Tanı koyma aşamasında önceden öngörülemeyen ancak gerçekleşen bir olayın olasılığını abartarak kullanma.
- **Pişmanlık (Regret)** : Bir hastalığın tanısını atlamanın ağır sonuçları olacağı endişesi ile olasılığı abartma.

Tedavi aşamasında karşılaşılabilecek bazı yanlılıklar ise şunlardır:

- **Pişmanlık/Sonuç (Regret/Outcome)**: Yan etkileri olan bir tedaviyi seçmeme eğilimi.
- **Çerçeveleme (Framing)**: Negatif terimler ile tanımlanmış tedaviyi seçme eğilimi.
- **Seçeneklerin Sayısı (Number of Alternatives)** : Farklı seçeneklerin olduğu durumlarda bilinen ve verilmiş bir tedaviyi seçme eğilimi.

Hekimlerin yukarıda örnekleri verilen yanlılıkların etkilerinden korunup sağlıklı karar verebilmesi bu yanlılıkları tanıma, kanıt toplama, bu kanıtları değerlendirme ve olasılık değerlendirme ile kolaylaşabilir. “Tıpta karar verme” başlığı altında yapılan araştırma ve eğitimler bu nedenle önemlidir.

Öte yandan hekimlerin daha iyi karar vermesi için yardımcı araçlara gereksinim duyulmaktadır. Karar analiz yöntem ve araçları, kanıta dayalı tıp yaklaşımı, hekimlerin en uygun bilgiye ulaşma, bunları değerlendirme ve bir araya getirmeleri ile karar vermelerini iyileştirebilirler. Ancak karar analizi deneysel ortamlarda hekimlerin karar vermelerini iyileştirmekle beraber hekimler günlük uygulamalarında karar yardımcı araçları tercih etmediğine ilişkin çalışmalar vardır (50).

Hekimler bunun yerine meslektaşları, kitaplar ve notlarından yardım alma eğiliminde olabilmektedir (52). Bu sorunun bir çözümü kanıta dayalı tıp hizmetlerinin ve karara yardımcı araçların daha ulaşılabilir ve kullanışlı olmasını sağlamaktır (50). Karar destek sistemleri ise bu amaçla kullanılması gereken en etkili araçlardandır (51).

2.1.3. Karar Destek Sistemi

Karar Destek Sistemleri (KDS) bazı karar verme aktivitelerinde yardımcı olmak için tasarlanmış bilgisayar temelli veya manual araçlar setidir. Karar verme sürecini destekleyerek komplike soru ve sorunları çözmeye yardımcı olmak için kullanılan KDS'ler günümüzde sıklıkla bilgisayar teknolojileri ile oluşturulmaktadır. Bilgisayarlı bilgi yönetim sistemleri olarak da tanımlanabilecek olan bu KDS'ler iş dünyası, mühendislik, askerlik ve tıp gibi alanlarda artan bir popülarite kazanmaktadır. Kesin ve optimal kararların önemli olduğu alanlarda ve insanların karar verme aşamasında yeterli bilgiye ulaşmasında sorun olan alanlarda özellikle önemlidirler (53, 18, 54).

KDS'lerde bilgi teknolojilerinin kullanımının 50 yılı aşkın bir geçmişi vardır. 1960'ların sonunda model-tabanlı KDS, 1970'lerde teori gelişimi, 1980'lerde finansal planlama sistemleri, elektronik çizelge KDS'leri ve grup KDS geliştirilmiştir. 1980'lerin sonu ve 90'ların başında veri ambarları, üst yönetim bilgi sistemleri, OLAP (Çevrimiçi Analitik İşleme) ve iş zekâsı gibi alanlarda gelişmeler olmuştur. 1990'ların ortalarında web-tabanlı ve bilgi-tabanlı KDS uygulamaları geliştirilmiştir (24, 53, 55).

KDS'lerin ortak kabul gören bir sınıflaması yoktur. Farklı yazarlar farklı sınıflamalar önermektedir. Kullanıcı ile olan ilişkisine göre;

- aktif (karar önerisi verir veya oluşturur)
- pasif (karar önerisi vermez, bilgi işler) veya
- yardımcı (karara yardımcı olur veya modifiye eder)

diye sınıflandırılmaktadır (53,56). Gerçekleştirdikleri işleve göre yapılan bir başka sınıflama türü ise;

- İletişim tabanlı: Birden fazla kişinin bir işi paylaşan sistemlerdir.
- Veri tabanlı: Veriye ulaşma ve bazen de işlemeye olanak tanır.
- Belge tabanlı: Yapılandırılmamış bilgiye ulaşma, kullanma, yönetme ve işlemeyi sağlamaktadırlar.
- Bilgi tabanlı: Kural, prosedürleri kullanarak problem çözmeye yardımcıdır.
- Model tabanlı : Verileri belirli modeller ile işleyerek bir analiz veya çözüm sunma sağlar.

Bir KDS'nin farklı mimarileri olabilir ancak her mimarinin temelde üç bileşeni vardır (53,57). Bunlar; veritabanı (ya da bilgi/kural tabanı), model ve kullanıcı ara yüzüdür.

KDS bileşenleri;

1. **Girdi:** Analiz için gereken sayı veya karakterlerdir.
2. **Bilgi veya uzman görüşü:** Kullanıcı tarafından manuel analiz gerektiren bilgilerdir.
3. **Çıktı:** Dönüştürülmüş veri.
4. **Karar:** Kullanıcı ölçütlerine göre KDS tarafından üretilmiş sonuçlar.

Modern KDS'ler son kullanıcının kendi karar verme yetileri ile bilgisayar teknolojilerinin en etkili özelliklerini bir araya getirerek insan performansını optimal olarak iyileştirmeyi hedefler. Bir KDS'nin en önemli özelliği performans seviyesidir, bu da sistemin problemi çözme hızı, sonuçların doğruluğu ve uygunluğu ile ölçülür (18, 54).

Sık kullanılan KDS yapıları üç ana grupta toplanabilir. Bunlar;

2.1.3.1. Kural Tabanlı Uzman Sistemler

Bu tür sistemler sıklıkla insanın verdiği kararın yerini almak için kullanılır bu özelliği ile uygulamaları bir memnuniyetsizlik oluşturduğu bilinmektedir. Kural tabanlı uzman sistemler etkin çalışabilmeleri için yeni bilgiyi entegre edebilmeli, bilgi ve kararın çerçevesini, belirli bir kararın nasıl oluştuğunu açıklayabilmelidir (58).

2.1.3.2 Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları insan mantığını modelleyen ve paralel olarak bilgiyi işleme yeteneği olan sistemlerdir. Aksonların eşdeğeri kabul edilen arklar ve bir seri nodlardan oluşur. Arklar, nodları pozitif veya negatif olarak etkileyerek istatistiksel ağırlıklar ile sistemin öğrenmesini sağlar. Burada uzmanlık bilgisi kullanılmaz, ancak girdi ve çıktılar kullanılarak bir sistem öğrenme süreci gerçekleşir. Sistem kullandıktan sonra yeni uygulamalarda sürekli öğrenmesi bu yöntemin en güçlü yanlarından (59, 60).

2.1.3.3 Bayesyan Ağlar

Bayesyan ağ 18. yüzyılda ileri sürülen Bayes koşullu olasılık teoremi üzerine tasarlanmıştır. Grafik yapısında ve yapay sinir ağlarına benzeyen nodlar ve arklar kullanan bir tasarımdır. Koşullu olasılık hesaplamalarına göre bir değişken setinin bir duruma etkisini hesaplar (61,62,63).

2.1.4. Tıpta Karar Destek Sistemi

Tıp alanında kullanılan karar destek sistemleri “medikal karar destek sistemleri” veya “klinik karar destek sistemleri (KKDS)” olarak adlandırılır. “Olguya özgü bir öneri geliştirmek için hastaya ait iki ya da daha fazla veri kullanan aktif bilgi sistemleri” diye tanımlanmaktadır (64).

Bilgisayarlı KKDS ilk kez klinik uygulamalarda 1970’li yıllarda kullanılmıştır. O tarihten sonra KKDS’lerin bazı başarılar olmakla birlikte rutin klinik uygulamalara etkisi halen umulduğu kadar güçlü değildir ve çok yaygın kullanımı yoktur. Uzun bir süredir KKDS’lerin değerini sorgulayan veya destekleyen tartışmalar devam etmektedir. Kabul gören potansiyel avantajları ve bilinen eksik veya sakıncaları mevcuttur (65).

KKDS’lerin kullanımının çok sayıda ikincil yararının yanısıra üç ana yararı vardır;

1. **Artmış hasta güvenliği:** Azalmış tıbbi hata ve yan etki, iyileştirilmiş medikasyon ve test istemi nedeni ile
2. **Artmış sağlık bakım kalitesi:** Klinisyenlerin hastaya ayırmak için zamanının artması, klinik kılavuzların kullanımının artması, güncel klinik kanıtların kullanımının kolaylaştırması, daha iyi klinik belgeleme ve hasta memnuniyeti nedeni ile
3. **Azalan masraflar:** Daha hızlı istem gerçekleştirme, test duplikasyonlarında azalma, azalmış yan etkiler, daha ucuz ilaçların kullanımı gibi nedenler ile.

KDS’ler subjektif bulguları değerlendirmemekte olup sezgiden yoksundurlar. Literatürde KDS için kabul edilen sorunlar ve bazı potansiyel sakıncalar ise şunlardır (65);

1. Sağlık profesyonellerin beceri kaybı olasılığı
2. Klinik karar süreçlerine tehdit olarak algılanma
3. Esnekliğin yok olması olarak düşünülmesi
4. Klinisyenlerin düşünmesini sınırlama
5. Değerlendirme standartlarının eksikliği
6. Zaman alıcı olabilmesi
7. Belirsiz ve test edilmemiş etik ve yasal durum
8. Maliyet: Bakım, destek ve eğitim
9. Klinisyen deneyim ve hayal gücünün bilgisayarda yeterince gerçekleştirilememesi

KKDS’ler tanı ve tedavi kararına yardımcı olmaktan daha kapsamlı kullanılmaktadır ve işlevleri dört grup altında toplanabilir (66);

- 1) **Yönetimsel:** Klinik kodlamaları ve belgelemeyi destekleyen, başvuru ve prosedürleri yetkilendirme
- 2) **Klinik karmaşıklık ve ayrıntıyı yönetme:** Koruyucu hekimlik, başvuru izlemleri, araştırma ve kemoterapi protokollarını izlem
- 3) **Fiyat kontrolü:** Medikasyon istemlerini izleme, duplikasyonları ve gereksiz testleri önleme
- 4) **Karar destek:** Klinik tanı ve tedavi planını, iyi hekimlik uygulamalarını, duruma özgü kılavuzları ve toplum temelli yönetimi destekleme

Aşırı derecede artan bilgi ve modern tıp uygulamalarındaki gelişmelerin devamı hekimler için başa çıkılması zor bir engel olmuştur. Tıbbi uygulamalarda karar kalitesi hayati derecede öneme sahiptir. Buna karşılık insan karar verme performansı suboptimal olabilir ve karmaşık problemler karşısında yetersiz kalabilir. Bu nedenler ile tıbbi KDS'lerin geliştirilmesi ve rutin kullanımı yaygınlaşmaktadır (18,54,67).

Tıpta karar destek sistemleri 1960'lı yıllardan itibaren geliştirilmektedir. İlk KDS'lerden biri DENDRAL olarak bilinen kural tabanlı uzman sistemdir ve 1960'lı yıllarda uygulanmıştır (68). Literatürde iyi bilinen bundan sonraki bir başka KDS 1970'li yıllarda Stanford Üniversitesi tarafından geliştirilen MYCIN'dir. MYCIN enfeksiyona neden olan bakterinin tanımlanması ve uygun antibiyotik önerilmesi için geliştirilmiştir (69).

Günümüze kadar çok sayıda KDS uygulamalarının gerçekleştirilmesi ile sistemler hakkında daha fazla bilgi elde edilmiş ve bu sistemlerin sonuçlarını inceleme olanağı bulunmuştur. Ancak KDS'lerin kabulü ve yaygınlaşması ile ilgili çeşitli sorunlar halen vardır. Bates ve arkadaşları tarafından yayınlanan bir çalışmada bu durum analiz edilerek KDS'lerin uygulanabilirliği ve etkinliği için öneriler 10 başlıkta sıralanmıştır (37, 38). Bu başlıklar;

1. KDS'ler hızlı olmalı
2. Hekimlerin gereksinimine en uygun zamanda sunulmalı
3. Kullanıcının iş akışına uygun olmalı
4. Kullanılabilirlik testleri gerçekleştirilmiş (kullanıcı dostu) olmalı
5. Hekimlere eylemsizlik önerisinin şiddetli direnç oluşturduğu bilinmeli
6. Karar değişikliği önerilerinin eylemsizlikten daha kolay kabul gördüğü bilinmeli
7. Basit sistemlerin daha iyi benimsendiği bilinmeli
8. Ek bilgi sadece gerektiğinde sunulmalı
9. Etki gözlenmeli, ölçülmeli, geribildirim alınmalı ve yanıtlanmalı
10. Bilgi tabanlı sistemlerinin içeriği sağlanmalı ve yönetilmeli

2.1.5. Radyoloji ve Karar Destek Sistemi

Radyoloji alanı karanlık oda ve fosfor ekran çağından dijital teknolojilerin çok yaygın benimsenmesi ve kullanılmasına geçiş ile devasa bir teknolojik gelişme göstermiştir. Dahası günümüzde karmaşık bilgisayar uygulamalarının yer aldığı ileri düzey ve kantitatif görüntüleme teknikleri ile hem hastalıkların tanısında hem de tedaviye yanıtı değerlendirmede çok etkili olmuş, spesifik biomarkerleri inceleyebilen bir dal olmuştur (54). Bazı yazarlar akademik yaşamlarında karmaşık teknikli translasyonel gelişmeleri kliniğe uygulamada başarısızlık yaşadıklarını bildirmişlerdir. Radyoloji alanındaki bu hızlı gelişmelerin klinikte tam olarak yararlanması KDS uygulamalarının potansiyel katkıları ve gerekliliğini göz önünde tutmayı gerektirmiştir (70,71,72,73). Yeni jenerasyon KDS'lerin işlevselliğini ve mimarisini anlamanın, bu tür ileri teknolojik gelişmelerin klinik ve akademik alana uygulamasını kolaylaştıracağı ileri sürülmektedir (54).

KDS'nin gelişimi radyolojinin hem tanısasal hem de hizmet planlama rollerinde özel bir ilgi uyandırmıştır. Özellikle artan maliyetler ve teknolojik gelişmelerin hızı nedeni ile istem girme için geliştirilmiş ilgili KDS'lere dikkat çekilmiştir. KDS'nin istem girmeye kılavuzluk etme önemi belirtilmiş ve bu alanda bazı çalışmalar yürütülmüştür (1,18,54,67,74,75).

Radyoloji alanında tetkik seçimine ilişkin çaba ve çalışmalardan daha önce diğer konularda KDS'ye ilgi başlamıştır. Bu örneklerden ilki soliter pulmoner nodüllerin malignansi olasılığını tahmin etmeye yönelik sistem olan bir bayesian analizi uygulamasıdır (76,77).

RENEX bir başka KDS örneğidir ve nükleer tıp incelemelerinde renal tıkanıklık tanısı için geliştirilen uzman sistemdir (78). Nöroradyoloji alanında bir uzman sistem örneği ise BRAINS olarak bilinir ve rapordaki bazı özelliklere göre deneyimi az olan radyologlara tanı için önerilerde bulunan bir uzman sistemdir. BRAINS uygulaması bu alanda KDS'lerin kabul edilebilirliği, kullanılabilirliği ve eksiklerini de içeren önemli bir deneyim olmuştur (79,80,81,82).

Yapay sinir ağları ile hazırlanmış sistemler de radyoloji alanında kullanılmıştır. Bu sistemlerin oldukça başarılı sonuçları yayınlanmıştır (83,84,85).

Meme radyolojisi; yapay sinir ağı, bayesian analizi gibi tüm teknikleri kullanarak KDS açısından en çok ve en erken ilgi çeken, benimsenen alan olmuştur. Bu durumun nedeni olarak multidisipliner çalışma gerektiren bu alanda tanı için radyologların öncü konumunda olduğu, klinisyenleri yönlendirdiği ve bu durumun sorumluluğunun KDS alanındaki çalışmaları teşvik ettiği belirtilmektedir. Malignansi riskini tahmin etme bu alanda en çok ilgi çeken ve çalışılan konudur (86,87,88,89,90,91,92,93).

Sağlık bilişimi ve e-bilim alanında patlama yaşanırken klinik radyoloji alanında KDS'lerin uygulamalarında da artma beklenmektedir. Ancak, çıktı indikatörleri gibi belirleyici özellikleri konusunda eksikler mevcut olup çalışılması gerekmektedir. Ontolojiler ve doğal dil işleme tekniklerinin entegrasyonunun da

ayrıca katkı sağlaması beklenmektedir. Böylece KDS tasarım ve uygulamalarında iyileşmeler sağlanabilir (54). Bunun için de KDS tasarımı için gereken ve farklı kaynaklardan gelen verileri depolama ve integrasyonuna izin verecek yeni teknolojik gelişmeler gerekmektedir (94).

Radyoloji alanında uygulaması ve yorumu zor, karmaşık kantitatif görüntüleme yöntemlerinin daha da gelişeceği beklenmektedir. Bu nedenle KDS'lerin etkin kullanımına gereksinim olacaktır. KDS'lerin olmaması durumunda bu ileri yöntemlerin klinik uygulamalarında sorun olacağı ve teknolojik olarak mükemmel olsa da klinik uygulamalarında umulan performansı sağlamayacağı ileri sürülmektedir (54).

2.2. Kanıta Dayalı Tıp

Tıp alanında gittikçe artan bilgi, çalışmaların geçerliliğinin sıklıkla yetersiz olması, sürekli öğrenme ilkeleri gibi durumlar yeni bir akım doğmasına neden olmuştur. Bu akım Kanıta Dayalı Tıp (KDT) olarak adlandırılmış ve bir sürekli öğrenme yöntemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kanıta Dayalı Tıp (KDT) kavramı isimlendirmesi görece yenidir ancak ilkeleri eskilere dayanır. 1940'lı yıllarda kontrollü çalışmalar ile tıbbi işlemler formal olarak değerlendirilmiş olmakla beraber 1972 yılında Cochrane tarafından yayınlanan "*Effectiveness and Efficiency: Random Reflections on Health Services*" başlıklı çalışma Kanıta Dayalı Tıp kavramının öncüsü sayılmaktadır (95,96,97). Bu kavram ilk kez 1992 yılında McMaster Üniversitesi'nden Gordon Guyatt öncülüğünde bir grup tarafından "Kanıta Dayalı Tıp" olarak isimlendirilmiş ve yöntem eksponensiyel olarak gelişmiştir (98). KDT "Hastalara optimal klinik hizmet sunulmasına yardımcı olmak amacı ile klinik çalışma bulgularının sistematik olarak gözden geçirilmesi, değerlendirilmesi ve kullanılması" olarak da tanımlanmaktadır (99). Çok yaygın kabul gören ve kullanılan bir başka tanıma göre ise "Kanıta Dayalı Tıp, mevcut en iyi araştırmanın (kanıt), klinik uzmanlık ve deneyim ile hastanın değerleri ve mevcut durumun integrasyonunu gerçekleştiren sistematik bir süreçtir (100).

KDT, Guyatt ve arkadaşları tarafından isimlendirilip yayınlandıktan (2) sonraki 10 yılda 13.000'den fazla atıf alması tıp literatürüne ve tıba ne kadar önemli bir etki yaptığının göstergesidir (98). Literatürde bu çalışmaya yapılan atıflar yanı sıra, sağlık meslek örgütleri, eğitim veren kurumlar konuya büyük ilgi göstermişler, çalıştaylar ve kurslar düzenlenmiş, çok sayıda kitap yayınlanmış, KDT ilkeleri ışığında tanı ve tedavi kılavuzları hazırlanmıştır. Bu akım, popüler basında da yer bulmuş, Time dergisinde kavramları anlatan makale yayınlanmıştır (98,101,102).

Klinik ve eğitim amaçlı uygulamalarda KDT sistematik yapısı ile bir eğitim yöntemi olarak hızla benimsenmiştir. Bu yapıya göre beş basamağı vardır. Bu basamaklar;

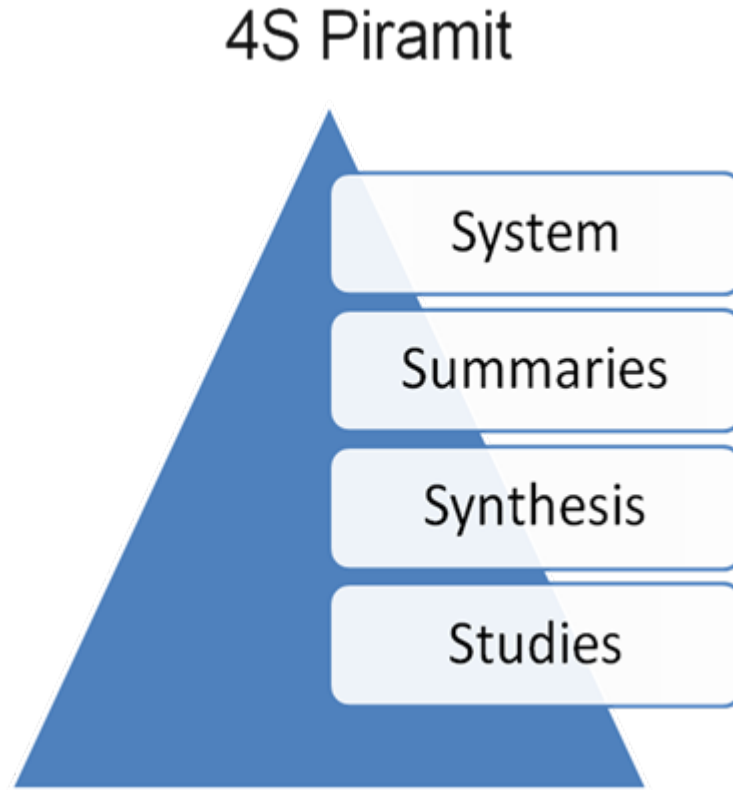
- 1) **Sor:** Karmaşık bir klinik durumda yapılandırılmış bir biçimde soru oluşturulmasıdır.
- 2) **Ara:** Hazırlanmış bir soruya belirli literatür arama stratejileri ile en uygun, hızlı ve doğru biçimde yayınlar aranır. Yayın ararken elektronik indeksler yanı sıra ikincil dergiler taranır. Bulunan yayınlar kanıt piramiti adı verilen sıralamada kanıt değerine göre sıralanırlar. En kuvvetli kanıt değeri olan yayınlar randomize kontrollü çalışmalar ve bunlardan oluşturulan sistematik derleme veya metaanalizlerdir. Eğer o sorunun yanıtı olarak bu tür bir sistematik derleme yoksa piramitte yer alan bir sonraki yayın türü kanıt değeri en yüksek olarak kabul edilir.
- 3) **Eleştir:** Bu aşamada kanıt değeri en yüksek çalışmadan başlayarak, çalışmalar sistematik olarak değerlendirilir. Geçerli olmayan çalışmalar kanıt olarak kabul edilmezler ve sonraki yayınlar incelemeye alınarak geçerli ve kanıt değeri en yüksek yayınlar bulunur. Ayrıca kliniğe etkisi ve kullanılabilirliği de değerlendirilir. Bu aşama istatistik ve teknik bilgi, birikim ve beceri gerektirmekte olup, KDT eğitimlerinin en önemli kısmını oluşturur.
- 4) **Uygula:** Bu aşamada bulunan en güçlü kanıt, klinik uzmanlık ve deneyimimiz yanısıra hasta değerleri ve tecihleri de gözönüne alınarak kendi koşullarımızdaki klinik pratiğe taşınır.
- 5) **Değerlendir:** Tüm süreç değerlendirilerek sonraki uygulamalar için deneyim elde edilir.

Araştırmalar değişik disiplinlerden klinisyenlerin KDT uygulaması için gerekli becerileri öğrenmeye ilgi duyduklarını göstermektedir. İngiltere’de genel pratisyenler üzerinde yapılan bir çalışmada % 72 klinisyenin KDT temelli özetleri ve % 84 klinisyenin ise KDT temelli kaynakları kullandıklarını göstermektedir. Buna karşılık hekimler “Number need to treat” ve “confidence interval” gibi önemli KDT terimlerini sırası ile ancak %35 ve %20 oranında açıklayabilmektedirler (100,103,104,105). Yukarıdaki örnek olarak verilen araştırma sonuçlarından da görüldüğü gibi bireysel olarak KDT uygulaması yaparak bir soruya yanıt bulmak pek pratik değildir. Bu yanıtlar çoğunlukla gruplar tarafından aranmaktadır. Buna karşılık, KDT temeline göre hazırlanmış özetler ve kılavuzlar yaygın olarak benimsenmiş ve kullanılmaktadır (103,104,105). KDT temelli karar destek sistemleri ise en üst düzeyde kullanılabilirliğe sahiptir (Şekil 2.1). Ancak uygulama zorluğu nedeni ile henüz çok yaygın değildir. Gelecekte çok daha yaygın olması kaçınılmazdır.

2.2.1. Kanıta Dayalı Tıp Temelli Bilgiye Ulaşma için 4S yaklaşımı

KDT terminolojisinde kanıt piramiti yanı sıra bir başka piramit daha vardır. Bu piramit 4S olarak bilinir. İngilizce “s” ile başlayan 4 kelimedenden oluşmaktadır. Bu piramite göre kanıtlar 4 kademedeki kullanıma sunulmuştur. En alt sırada çalışmalar gelmektedir (Studies). Çalışmalar, yukarıda tanımlandığı gibi KDT ilkelerine ve

kanıt değerine göre sıralanırlar. Bir st basamakta ‘‘Sentezler’’ gelmektedir. Sentezler temel olarak sistematik derleme çalışmalarıdır ve ağırlıklı olarak Cochrane veritabanında yer alan derlemelerden oluşmaktadır. Bir st basamakta sinopsisler gelir. Sinopsisler mevcut derlemeler ve çalışmaların derlenerek kanıt temelli zet bilgileri kullanıma sunulmasıdır. ACP Journal Club bu hizmeti sağlayan indekslere örnektir. 4S piramitinin en üstünde ise ‘‘System’’ vardır (şekil 2.1). Sistemler kanıt temelli bilgilerin hekimlerin kullanımına bilgisayar olanakları ile sunuldukları en güçlü ve kullanışlı, ideal kaynaklardır. KDT temelli karar destek sistemleri bu sistemlere örnektir. Ancak sistemleri her zaman bulmak zordur. Gelecekte kanıta dayalı karar destek sistemlerini daha çok kullanıma gireceği beklenmektedir. Bir klinik soruya KDT temelli yanıt ararken ilk olarak sistemler aranır, yoksa sırası ile sinopsisler, sentezler ve çalışmaların aranması önerilmektedir (100).



şekil 2.1. Kanıta Dayalı Tıp uygulamalarında kullanılan araçların kullanışlılığını gösteren 4S piramiti

2.2.2. KDT ve Radyoloji

KDT tanı, tedavi, prognoz belirleme gibi her klinik karar aşamasında kullanılmaktadır. Radyoloji alanında özellikle tanı uygulamalarına gereksinim

duyulmaktadır. Bu amaçla tetkik seçimi, tetkikin tanı gücü, test sonrası olasılık belirleme en çok kullanım alanı bulan uygulamalardır.

Radyoloji alanında 2000’li yıllardan sonra daha sık olarak KDT’ye ilgi duyulmuştur. Kanıta Dayalı Radyoloji terimini içeren ilk yayın 1997 yılında yayınlanmıştır (106) 2001 yılında “Radiology” dergisindeki yayında “Kanıta Dayalı Radyoloji” kavramı yeni bir yöntem olarak tanıtılmıştır (107).

2007 yılında radyoloji disiplininin en önemli yayınlarından olan “Radiology” dergisinde ardışık olarak yayınlanan ve Kanıta Dayalı Radyolojiyi tanıtan beş makale dünyada radyoloji gündemine KDT yaklaşımını taşımıştır (108,109,110,111,112).

2012 yılı haziran ayında “evidence based radiology” terimi ile yapılan pubmed taramasında 46 adet yayın bulunmaktadır (113).

Radyoloji alanında KDT temelli uygulamalarda ACRCAC yeri önemlidir. Kanıta dayalı tıp ilkeleri ve uzman paneller aracılığı ile geliştirilen ve yukarıda ayrıntılı olarak tanımlanan ACRCAC tetkik uygunluğunu belirleme açısından en önemli çalışma olup radyolog, klinisyen ve diğer ilgililere kanıt temelli kılavuzlar sunmaktadır.

2.3. Tetkik Uygunluğu

Radyolojide “tetkik uygunluğu” kavramı, sıklıkla radyolojik istemlerin aşırı kullanımı ile birlikte anılmaktadır (1). Her ne kadar kavramlar farklı olsa da “uygunsuz tetkik”, “aşırı kullanım” ile eş anlamlı kullanılabilir. Tanısal Görüntüleme yöntemlerindeki hızlı gelişmeler yanı sıra artan kullanım ve bunun sonucunda izlenen artmış maliyet, tetkiklerin akılcı kullanım gereksinimini doğuran en önemli nedendir. Bu artışlar çok çarpıcıdır. Geçtiğimiz 10 yılda görüntüleme merkezlerinin maliyetleri sağlık hizmetlerindeki laboratuvar ve ilaç gibi diğer maliyetlerden iki kat daha fazla artmıştır (114,115). Bu nedenle hekimler, hastane yöneticileri, basın, sağlık politikası geliştirenler konuyu tartışmaya başlamıştır. 2009 yılı Ağustos ayında Amerika Birleşik Devletleri’nde geri ödeme kuruluşları, sağlık bakımını akredite ve sertifikaya eden organizasyonlar, standart ve değerlendirme kuruluşları, profesyonel örgütler, sigorta kuruluşları, hastane kuruluşları ve ilgili hükümet birimlerini de içeren 60’dan fazla kuruluş iki günlük zirvede bir araya gelerek durumu, nedenlerini ve alınacak önlemleri tartışmışlardır (1,2,116,117). Bu zirvede aşırı kullanımın ana nedenleri ve önlemlerin neler olabileceği başlıklar halinde belirlenmiş ve ikinci bir zirve önerilmiştir. Buna göre aşırı kullanımın başlıca nedenleri; geri ödeme yöntemleri, tetkik isteyen klinisyenlerin davranış ve alışkanlıkları, “self referral” (kendi kendinden tetkik isteme), defansif tıp, hasta beklentileri, tetkik dublikasyonu olarak belirlenmiştir. Ayrıca zirvede çözüm önerileri olarak; disiplinler ve sektörler arası işbirliği ve iletişim, kanıta dayalı tıp temelli uygunluk kriterlerinin geliştirilmesi, istem sırasında ve tetkik gerçekleştirilmesinde standartların daha çok kullanılması, karar destek sistemleri,

klınısyen ve hastaların eğitimi, görüntüleme birimlerinin akreditasyonu, ödeme reformu, defansif tıp ve “self referral” a yönelik önlemler olarak sıralanmıştır (2).

Tetkik uygunluğu” içinde yer alan “uygunluk” kavramı önceleri sağlık hizmetinde coğrafi farklılıkları ayırd etmek için kullanılmıştır (118,119,120,121). “Tetkik uygunluğu” kavramı için ilk olarak yapılan ve halen yaygın kabul edilir bir tanım ise şoyledir: (1,6,7,8) “Bir tıbbi prosedürü gerçekleştirmenin indikasyonu umulan sağlık yararının (rn: artmış yaşam beklentisi, ağrının iyileşmesi, anksiyetenin azalması, iyileşmiş işlevsel kapasite) olumsuz sonuçlarını (rn. Mortalite, morbidite, işlemi beklerken olan anksiyete, işlemden olan ağrı vs) güvenli bir marjinde aştığı durumlarda uygundur ve işlem yapmaya değerdir”.

Bu tanıma göre görüntüleme alanında tetkikin uygunluğu “umulan net sağlık çıktısı”na göre değerlendirilir. Umulan net sağlık çıktısı ağrıdan kurtulma, artmış yaşam süresi, kayıdan kurtulma, işlevselliğin artışı gibi kavramları içerebilir (1).

Tıbbi görüntüleme tetkiklerinin sağlık sistemlerine getirdiği aşırı maliyet nedeni ile gündeme gelen tetkik uygunluğuna ilişkin çalışmalar yeni değildir. 1980’li yıllarda ABD hükümeti ile ACR, radyolojik tetkik istem kılavuzları (“referral criteria”) hazırlanması için anlaşmışlardır. O sıralarda asıl amaç maliyetten daha çok federal hkmetin X işınlarının zararlı etkilerine karşı yaptığı çalışmalardı. Bu alışma tetkik uygunluğu konusunda yapılacak sonraki çalışmaların öncüsü olmuştur (123). Çalışmadaki metodoloji RAND/UCLA sağlık kullanım çalışmasında tanımlanan yönteme benzer olarak uzman paneller yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem halen fiilen bir standart olmuş ve tetkik uygunluğu konusunda diğer ülkelerde yapılan çalışmalara örnek olmuştur. Uzman panellerin Delphi yöntemi ile yaptığı 1’den 9’a dek skorlama sonraki yıllarda da kullanılmaya devam etmiştir (123,124,125,126,127). Avrupa Birliği, Kanada ve İngiltere tarafından yayınlanan kılavuzlar da halen dünyada en çok kullanılan ve 15 yılı aşkın bir süredir geliştirilen ACRAC’taki bu yönteme temeller üzerindedir (11,12,13). Bu çalışmalardan aşağıda daha ayrıntılı olarak bahsedilmiştir.

Radyolojik tetkiklerin uygunluğuna karar vermek pek çok açıdan değerlendirmeyi gerektirir. Tetkikin güvenilirliği, sağlayacağı yararlar, zararlı etkileri ve maliyeti, tanısal etkinliği, etik konular, hastaya ait etmenler bunlardan önemlileridir. “Tıbbi görüntüleme tetkiklerinin uygunluğu” kavramı son yıllarda daha da popüler olmuş ve bu alanda çalışmalar artmıştır. Ancak “Tetkik uygunluğu” nu kesin olarak belirlemek zordur. Çok sayıda değişken bu kavramı etkilemektedir. Halen bu kavramı yeterince tanımlayan basit bir tanım yoktur ve kavramın sınırlarını belirlemek de oldukça zordur. Sstrom bu tartışmaların yoğunlaştığı sıralarda, “Tetkik uygunluğunun kavramsal erevesi” ne ait çalışmasını 2009 yılında yayımlayarak kavrama dikkat çekmiş, tetkik uygunluğunu tanımlayacak bileşenleri ayrıntılı olarak tanımlamış ve bu alandaki çalışmalara yeni bir boyut kazandırmışlardır (1). Bu alandaki kavramsal çerçeveyi belirlemesi açısından önemli olan bu çalışmada tetkik uygunluk kavramının bileşenleri olarak hasta, senaryo, ve

“diagnostic imaging procedure” (DIP) ya da “tanısal görüntüleme işlemi (TGİ)” belirlenmiştir. TGİ bileşenleri olarak ise modalite, organ, kontrast uygulama gibi alt tanımlara gidilerek “tetkik uygunluk” kavramı için ve bu konudaki çalışmalara yol gösterecek ayrıntılar oluşturulmuştur.

Tetkik uygunluğunu değerlendirirken kullanılan bir başka kavram ise “Quality Adjusted Life Adjustment (QALY)”dir. Bu kavram ekonomik analizlerde oldukça sık kullanılmaktadır (128,129). QALY bir hastalığın yaşam üzerindeki hem kalite hem de kantitesini gösteren bir ölçüttür. Tek bir sayı ile gösterilir. Tam sağlıklı yaşam “1” ve ölüm “0” ile gösterilerek hesaplamalar yapılır (136). Sağlık hizmetlerindeki fiyat etkinlik analizlerinde iki seçenek arasındaki QALY değerleri birbirilerinden çıkarılarak hesaplamalar yapılır. Örneğin tetkikin uygulandığında QALY değeri ile tetkikin uygulanmadığı durumdaki QALY değeri çıkarılarak inkremental QALY bulunur (2).

Tetkik uygunluğu çalışmalarında belirli bir klinik senaryo, TGİ ve QALY kavramlarını kullanmak gerekmektedir. Hesaplamalar sonrası tetkikler genellikle “uygunsuz”, “belirsiz ya da kuşku” ve “uygun” olarak sınıflandırılır. “Belirsiz” tetkikler “QALY” de bir farklılık oluşturmazlar. Uygun ve uygunsuz tetkiklerin QALY’ye etkileri oranında uygunlukları veya uygunsuzlukları artmaktadır (2).

Tıbbi görüntüleme yöntemleri sağladığı pek çok yarın yanı sıra maliyetleri, kullanılan ilaç, iyonlaştırıcı radyasyon veya girişimsel işlemler nedeni ile hastaya verebilecekleri zarar ve yanlış negatiflik veya pozitiflik gibi durumları ile göz önüne alınarak bir “karar verme süreci” sonucu uygulanır ya da uygulanmaz. Bu durumlar tetkiklerin yapılıp yapılmamasında önemli olup ölçülmeli ve araştırılmalıdır. Radyolojik tetkikler ile ilgili çalışmalar hasta yaşamına ya da toplum sağlığına etki yapması ile daha anlamlı hale gelmektedir. Radyolojik tetkikler ile ilgili yapılan çalışmalarda tetkikin teknik olarak gerçekleştirilebilmesi, tetkikin duyarlılık ve özgüllük değerleri, tanıya ve tedaviye etkisi ve en son aşama olarak da toplum sağlığına etkisi açısından değerlendirilir. Bu sıra tetkiklerin “teknolojik değerlendirme hiyerarşisi” olarak bilinir. Bu sıra arttıkça değerlendirmesi ve çalışmaların gerçekleştirilmesi zorlaşır (131,132,133,134,135).

Uygunluk terimi için yapılan çalışmalar ve hazırlanan kılavuzlarda “fiyat” değişkeni direkt olarak yer almamaktadır (1). Fiyat ile uygunluk arasında kısmen bir korelasyon vardır (1). Ancak uygun olduğu halde çok ucuz olduğu gibi, pahalı olduğu halde uygun olmayan tetkikler de vardır (1). Bu nedenle uygunluk etkinlik ile aynı anlamı taşımamaktadır vardır (136).

2.3.1. Radyoloji Yararlanım Yöneticileri (Radiology Benefit Managers)

Artan görüntüleme tetkiki sayı ve maliyeti ile uygunsuz tetkik konusunun birkaç yıldır gündemde olduğu ABD’de uygulanan bir yöntemdir. Radyoloji yararlanım yönetim sistemleri (RBMs) olarak bilinen bu uygulamalar son yıllarda

Amerika Birleşik Devletleri'nde özel sigorta kuruluşları tarafından kullanılan provizyon sistemleridir. Bu sistemler birkaç yöntem ile daha az tetkik kullanımını sağlamaya çalışır; istenen tetkiki ödemeyi reddetmek, hastaları daha ucuz hizmet sunan görüntüleme kuruluşlarına yönlendirmek, tetkik uygunluğu konusunda klinisyenleri eğitmek, istemlerin gerekliliğinin değerlendirmeleri ile geri bildirim vermek gibi yöntemler kullanır. Bu sistemlerde görüntüleme yetki kararını, ya var olan klinik kılavuzlar ya da özel sigorta kuruluşlarının uzman panelleri verir. ABD geri ödeme kuruluşu "Medicare" de RBM benzeri bir yöntemi kullanmayı bir süredir tartışmaktadır. 2010 yılı Obama hükümeti bütçesine özel sigorta kuruluşlarınca kullanılan RBM deneyimleri girmiştir. Medicare Ödeme Danışma Kurulu ise RBM uygulamalarının henüz tahmin edilen yararının işletme giderlerini karşılamayacağını savunmaktadır (137,138,139,140,141,142,143).

2.4. American College of Radiology ve Uygunluk Kriterleri

"American College of Radiology (ACR)" 1923 yılında 21 radyolog tarafından kurulmuştur (9). Halen radyolog, radyasyon onkoloğu, nükleer tıp uzmanı, girişimsel radyolog, medikal fizikçi ve ilgili diğer alanlardaki sağlık profesyonellerinden oluşan 36000 üyesi vardır. Kaynaklarını güvenilir, etkili ve ulaşılabilir tıbbi görüntüleme için harcadığını ifade etmektedir. ACR bilimsel alanda çalışmalarının yanı sıra eğitim ve basın ilişkileri gibi alanlarda da çalışmaktadır. Kalite ve güvenlik çalıştığı diğer alanlardan olup, bu kapsamda akreditasyon programları, klinik rehberler hazırlamaktadır. Uygunluk Kriterleri (Appropriateness Criteria) (AC) ACR'nin kalite ve güvenlik başlığı alanında sürdürdüğü önemli çalışmalardandır. ACRAC belirli klinik durumlarda en uygun tanı ve tedavi kararı için tetkik isteyen klinisyenlere yardımcı olmak için hazırlanmış kanıt temelli kılavuzlardır (144). Haziran 2012 güncelleme sonrası tanısal görüntüleme, girişimsel radyoloji ve radyasyon onkolojisi alanında 180 farklı başlık altında 850 varyantı içerir.

ACR, 1990'lı yıllarda tıbbi görüntüleme alanında uygun kullanım için ulusal kılavuzların gerekliliğini fark ederek gündemine almıştır. Bu amaçla 1993 yılında bu çalışmaya hazır olduklarını deklare etmiştir (10, 145,146).

Halen ACRAC radyasyon onkolojisi ve girişimsel radyoloji alanında olduğu gibi tanısal radyoloji alanında en kapsamlı kanıt dayalı klinik kılavuzlardır (144). ACR, 2012 Haziran revizyonu sonrası tanısal radyolojinin 10 değişik alanında kılavuz hazırlanmıştır. Bunlar; Meme Görüntüleme, Kardiyak Görüntüleme, Gastrointestinal Görüntüleme, Muskuloskeletal Görüntüleme, Nörolojik Görüntüleme, Pediatrik Görüntüleme, Torasik Görüntüleme, Ürolojik Görüntüleme, Vasküler Görüntüleme ve Kadın Hastalıkları Görüntüleme alanlarıdır.

Nörolojik Görüntüleme alanında 17 başlık mevcut olup çocuk olguları da kapsamaktadır. Bu başlıklar;

- Ataksi,
- Serebrovasküler Hastalık,
- Kranial Nöropati,
- Demans ve Hareket Bozukluğu,
- Fokal Nörolojik Bozukluk,
- Kafa Travması,
- Baş Ağrısı,
- Bel Ağrısı,
- Myelopati,
- Boyun kitleleri/adenopati,
- Nöroendokrin Görüntüleme,
- Orbita-Görme-Görme Kaybı,
- Pleksopati,
- Epilepsi,
- Sinonazal hastalık,
- Spinal travma kuşkusu,
- Vertigo ve İşitme kaybıdır (144).

ACR tarafından 1990'lı yıllarda başlayan uygunluk kriteri çalışmaları 1993 yılında tanıtılmış ve bir yıl sonra da ilk panel seçilerek çalışmalarına başlamıştır (10,152). ACR'nin çalışmaları uzman panelleri ile ve yukarıda bahsedilen RAND/UCLA yöntemine uygun biçimde geliştirilmiş ve günümüze dek revize edilerek sürdürülmüştür. Son yıllarda ise elektronik ortama taşınarak kullanılabilirliği artırılmış ve karar destek sistemlerinde kullanılabilmesi için önemli bir adım atılmıştır (14,15,146).

ACRAC, RAND/UCLA modeline bağlı olarak literatürde geliştirilen diğer uygunluk kriterlerinden bazı farklılıklar gösterir. Diğer uygunluk kriterlerinde bir prosedür seçilir ve asıl hedef bu prosedür altında değişik klinik indikasyonlar panelistlere önerilerek skorlamaları istenir. Bu model “servis bazlı” olarak adlandırılan bir modeldir. Yakın zamanda American College of Cardiology'nin yaptığı görüntüleme uygunluk ölçütleri çalışması bir başka “servis bazlı” çalışma örneğidir (147,148,149). ACR'de ise bu durumun tersine sürece bir “klinik senaryo” ile başlanır. ACRAC terimi olarak bu senaryolara “klinik varyantlar” denmektedir. Her bir klinik senaryo için uzman panele 15 TGİ önerilir ve skorlama yapılır. Bu yöntem ise “hastalık bazlı” olarak adlandırılır (1). ACRAC'ta kullanılan yöntem olan “Servis bazlı” yöntem ile diğer kriter oluşturma çalışmalarında kullanılan “hastalık bazlı” çalışmaların farkını araştıran bir çalışma literatürde yoktur (1).

ACRAC tetkiklerin uygunluğunu 1 ile 9 arasındaki bir ölçekte değerlendirir. Bu ölçekte 1-3 arası puan “uygunsuz tetkik” olarak adlandırılır, 4-6 arası “belirsiz” olarak, 7-9 arası ise “uygun tetkik” olarak adlandırılır. Kanada ve İngiltere kaynaklı benzer çalışmalarda farklı terimler kullanılmaktadır. Söz gelimi ACRAC'ta kullanılan “uygun” kavramı yerine “endike” denmektedir (1).

Yukarıda tartışıldığı gibi tetkik uygunluğu ile etkinliğinin aynı olmadığı yolunda görüşler vardır. Aslında bu kavramlar farklı yollarla aynı soruya yanıt vermektir (1). Uygunluk uzman panellerin aracılığı ile tahmin edilir, etkinlik ise ölçülür.

ACRAC hakkındaki eleştirilerden biri de “kanıta dayalı” olmadığı yolundadır. Ancak halen ACR ilgili sitesinde ilan edildiği ya da pek çok yerde kullanıldığı gibi tanım olarak ACRAC “ACR tarafından hazırlanan, kanıt temelli kılavuzlardır” denmektedir (150).

2.5. Tıbbi Görüntüleme: Tarihçe, Gelişim ve Güncel Durum

Tıbbi Görüntüleme kavramı “radyoloji” kavramı ile zaman zaman eş anlamlı olarak kullanılmakla birlikte daha kapsayıcıdır ve son zamanlarda tercih edilmektedir. Tıbbi görüntülemenin tarihçesi 8 Kasım 1895 tarihinde Alman asıllı fizikçi Wilhelm Conrad Roentgen’in, laboratuvarında katod tüpleri ile deney yaparken pek çok denemeden sonra baryum platino syanürden oluşan ekranda bir ışımaya görmesi ile başlamaktadır. Dr. Roentgen tekrarlayan denemelerde hep aynı sonuca varmıştı. Henüz bilinmeyen bir tür ışımaya “X”adını vermişti (151). Modern fizikteki en önemli gelişmelerden biri kabul edilen bu gelişmenin fizik ilkeleri birkaç yıl sonra açıklığa kavuşmuştur. Buna göre; “X” ışınları yüksek enerjili elektromanyetik radyasyondur ve biyolojik dokuları geçebilir. Dokulardan geçerken dokuların atom ağırlıklarına göre değişen derecede soğrulur. Böylece yüksek atom ağırlıklı yapılar “X” ışınını soğururken daha düşük yoğunluklu yapılar geçirir ve dokuyu geçebilen ışınlar ekran veya film üzerinde reaksiyona neden olur. Dokular arasında bu şekilde yoğunluk farklılıklarına göre bir kontrast oluşur.

Dr. Roentgen kısa bir süre sonra tarihin ilk “X” ışını ile elde edilmiş grafisi olan karısının eli ve parmağındaki yüzüğünü 15 dakikalık bir ışımaya sonrası görüntülemeyi başarmıştır (152). Bu tarihten sonra gelişmeler hızla devam ederek günümüze kadar tıbbi değiştiren çok önemli bir yenilik olagelmıştır. Tıbbi görüntüleme alanındaki ilk Nobel ödülü X ışınının keşfi için 1901 yılında Dr. Roentgen’e verilmiştir (153).

X ışınlarının (röntgen ışınları) önemi keşfinden hemen sonra anlaşılmış, kullanılmaya başlanmış ve bu keşif üzerine yoğunlaşan çalışmalar ile pek çok teknik yenilikler hızla gerçekleşmiştir. Hemen bir yıl sonra hareketli olarak görüntü almaya izin veren ilk “fluoroskopi” çalışmaları sonuç vermiştir. 1897 yılında ise kurbağa bacağına hareketi görüntülenmiş ve yayınlanmıştır (154).

X ışınları ile çalışan cihazlar hastanelerde kullanılmaya başlarken bir yandan da yeni gelişmeler oluşmuştur. İki değişik açıdan alınan görüntülerin izlenmesi 3 boyutlu görüntünün ilk arayışları olan stereoskopik görüntüleme bunlardan biridir. (155). İlk yıllarda bir film alınması için 15 dakika civarı X ışını kullanmak gerekiyordu. Bu nedenle sonraki yıllarda daha kısa sürelerde filme elde edilmeye

başlanan tekniklere yönelindi (156). X ışınlarının tıp üzerine olası etkisi o kadar iyi anlaşılmıştır ki bu alanda çalışmalar daha da yoğunlaşmış ve 1901 yılında “portable” cihazlar geliştirilerek kullanıma girmiştir (157).

X ışınlarının kullanılması alanındaki gelişmeler yepyeni ufuklar açarken intravenöz olarak enjekte edilen kontrast maddeler bir başka önemli gelişme olmuştur. X ışınlarının yüksek yoğunluklu yapılarca soğrulması yüksek yoğunlukta bir elementin vücuda verilerek kontrast olarak kullanılması yöntemini geliştirmiştir. (158). Ağrı ve alerji gibi önemli dezavantajları bulunan kontrast maddelerin kullanımı arteriografi, venografi, intravenöz pyelografi gibi çok önemli klinik kullanım alanlarının doğmasına neden olmuştur. Metal kontrast maddelerin dışında negatif kontrast olarak hava da metal ile birlikte (çift kontrast) veya yalnız başına kullanılmaktaydı.

Film üzerine X ışını ile elde edilen görüntülerin aktarılması doksan yıl kadar devam etmiş ve 1980’li yılında dijital teknolojinin başlaması ile yerini bir başka önemli gelişmeye bırakmıştır. Bu gelişme ile birlikte tıbbi görüntülerin dijital olarak saklanması ve iletilmesi anlamına gelen “Picture Archiving and Communication System” (PACS) geliştirilmiştir. Bu yenilik hızla olgunlaşarak web temelli uygulamalar ve gelişen ağ teknolojileri ile sadece radyolojiyi değil tıbbi değiştiren yepyeni bir çağın habercisi olmuştur (159,160). Tıbbi görüntüleme alanındaki gelişmeler X ışını ile çalışan yöntemlere sınırlı değildir. Ultrasonografi (US), çok önemli ve kullanışlı bir tıbbi görüntüleme yöntemi olmuştur. X ışını ile görüntülemenin çok hızlı kabulü, klinik alana kurgulanması ve gelişmesinin tersine US alanında gelişmeler görece yavaş olmuştur. US, X ışını kullanılmayan bir görüntüleme yöntemidir, iyonlaştırıcı radyasyon bulunmaz ve bu özelliği en önemli avantajıdır. İkinci Dünya Savaşı sırasında ses dalgaları kullanılarak yapılan radar ve benzeri sistemlerden esinlenerek keşfedilmiştir. Teknik, ses dalgalarının gönderilmesi ve yansması ilkesine dayanır. Ses belirli bir derinlikte bir engele çarpıp transdusere geri döndüğünde bu süre ölçülerek yansıtan dokunun derinliği hesaplanır. Böylece ses dalgasını yansıtması veya geçirmesine göre dokular arasında bir kontrast oluşur. İyonlaştırıcı radyasyon içermemesi nedeni ile tekrarlanabilme avantajına sahip US incelemeleri en çok kistik ve solid dokuların ayırımında kullanılmaktadır. Ses dalgalarını kemik ve hava gibi yapılardan geçememesi nedeni ile bir dezavantajı vardır. Kullanıcı bağımlı olması ise diğer dezavantajlarından. Ekokardiografi, bebeklerde transfontanel kullanımı, özellikle abdominal uygulamalarda, oftalmolojik ve diğer yumuşak dokularda tekrarlanabilirliği ve nispeten ucuz olması nedeni ile çok sık kullanılmıştır. Gerçek zamanlı “Real time” görüntüleme ile dinamik incelemeleri yapma olanağı mevcuttur. Son zamanlarda 3 boyutlu ve gerçek zamanlı 3 boyutlu incelemeler yapabilen teknikler geliştirilmiştir. Özellikle X ışını içermemesi nedeni ile obstetrik uygulamalarda çok önemli kullanım alanı bulmuştur (161).

1842 yılında Avusturyalı fizikçi ve matematikçi Johann Christian Doppler tarafından bir ses kaynağının hareket etmesi ile ses frekansının değiştiği ilkesinin

kullanılmasından esinlenerek US alanında önemli bir gelişme daha olmuştur. Doppler Ultrasonografi adı ile bilinen bu yenilik 1950-1955 yılları arasında Japon bilimadamları Shigeo Satomura ve Yasuharu Nimura öncülüğünde geliştirilmiş ve kardiyovasküler araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır (162). Doppler US bu özellikleri nedeni ile dokularda yer alan vasküler yapıları ve akım özelliklerini güvenilir bir biçimde gösterebilmektedir.

1972 yılında görüntüleme alanında bir başka devrimsel gelişme tıp dünyasına Godfrey Hounsfield tarafından tanıtılmıştır. Bilgisayarlı Tomografi (BT) adı verilen bu yöntem X ışını ile çalışmakta ancak farklı olarak kesit alabilmektedir ve 1979 yılında Nobel ödülü almıştır (163). BT kesit alabilmesi avantajı yanısıra yumuşak dokularda X ışınının soğrulma derecesini daha hassas olarak belirleyebilmekte, kantitatif olarak ölçebilmekte ve görüntülere çevirebilmektedir. Örneğin, bir kesitte ikise de yumuşak doku olan ve direkt radyolojik yöntemler ile ayrılması olanaklı olmayan ventrikül ve beyin beyaz cevheri yoğunluk farkı ölçülebilir olarak ayrılabilir ve bir kontrast farklılığı oluşturulabilmektedir. Tanıtıldıktan hemen sonra klinik kullanıma giren Bilgisayarlı Tomografi önceleri sadece beyin incelemeleri için kullanılmaktaydı. Bir kesit için görüntü oluşumu süresi yaklaşık 4.5 dakika olup çok uzun bir süre idi ve hareketli yapıların görüntülenmesini olanaksız kılmakta idi. Teknolojik gelişmeler ile ikinci jenerasyon BT cihazları tek alıcı yerine 8-30 alıcı ile çalışmakta olup 18 saniyede bir görüntü almak mümkün olmuştur. Bu süre 3. ve 4. jenerasyon ürünlerde 2-4 saniyeye kadar düşürülmüştür. Günümüzde çok sıralı X ışını kullanan kaynaklar ile milisaniyeler düzeyinde görüntüler alınabilmekte, üç boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmekte, dokuların zamansal (temporal) olarak kontrastlanma oranları incelenebilmektedir. BT günümüzde artık acil servislerin vazgeçilmez tanı aracı olmuştur (164, 165).

Tıbbi görüntüleme de asıl devrim niteliğindeki gelişme 1981 yılında ilk klinik kullanımının yayınlandığı Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile olmuştur. Önceleri Nükleer Manyetik Rezonans olarak adlandırılıyordu. 1980'li yıllarda "nükleer" terimi bırakıldı. 1940'lı yıllarda manyetik alanda atomlarda yer alan protonların farklı frekansta salınım gösterdiği ve salınımlarına uygun enerji verilerek bir uyarılma ve enerji açığa çıktığı bulundu. Bu enerji aktarımı ile olan uyarılma ve açığa enerji çıkmasına "rezonans" adı verilmektedir. Yöntem Bloch ve Purcell tarafından bulunmuş 1952 yılında Nobel ödülü almıştır. Önceleri in vitro dokularda analiz için kullanılan bu yöntem MRG temelini oluşturmaktadır (166). MRG'nin biyolojik dokularda kullanılarak görüntü elde edilmesi ilk kez 1973 yılında Lauterbur tarafından gerçekleştirilmiştir. Hızlı görüntüleme yöntemleri ve gadolinyum bileşiklerinden oluşan kontrastların kullanılabilmesi bu alandaki önemli gelişmelerdendir.

Günümüz MRG'lerinin temel görüntü elde ilkesi dokularda farklı salınım gösteren protonların varlığı üzerine dayanmaktadır. İnsan vücudunda pek çok atom MR sinyal kaynağı olabilir, ancak en çok bulunan hidrojen iyonu bir başka deyişle "proton" sinyalin en önemli kaynağıdır. Dokular farklı miktarda proton

bulundurulur ve bu protonlar sıvıda veya solid yapılarda bulunması gibi farklı çevresel etkileşim içerisindedirler. Protonların salınım frekanslarına uygun radyo dalgaları ile uyarılması ile rezonans olayı meydana getirilir. Dokulardan yansıyan bu enerji her doku için farklıdır ve bu enerjiyi algılayarak elektrik enerjisine çeviren “coiller” (sargılar) aracılığı ile toplanırlar. Son derece karmaşık algoritmalar ile kesitlerde her bir noktadan gelen sinyal lokalize edilerek görüntü oluşturulur.

MRG nin en önemli avantajı X ışını ile elde edilen ve dokuların yoğunluğu ya da atom ağırlığı ile oluşan kontrasttan daha farklı bir alternatif sunmasıdır. Özellikle yumuşak dokulardaki bu kontrast farklılığı ile daha önce ayrılamayan pek çok doku farklı sinyal ve gri tonları ile ayrılabilir. Yüksek yumuşak doku kontrast rezolüsyonu olarak tanımlanan bu özellik MRG'nin klinik kullanımında en önemli avantajıdır. Bu özelliği, özellikle nöroradyoloji ve kas-iskelet sistemi görüntülemeye önemli olanaklar sunmuştur. İyonlaştırıcı radyasyon içermemesi MRG'nin bir diğer özelliğidir. Ayrıca incelenen objeleri yer değiştirmeden ve rekonstrüksiyona gerek kalmaksızın gerçek olarak her türlü planda kesit alabilmesi BT'ye çok önemli bir avantajı ve önemli bir kullanım nedenidir (167,168).

Çok hızlı teknolojik gelişme ve kullanımına rağmen MRG incelemeleri hala uzunca sayılacak sürede inceleme yapar. Bunun nedenlerinden biri incelenecek doku volümünün kesitlerinin ayrı ayrı değil de birlikte incelenmesidir. Bu durum yöntemi harekete hassas hale getirmektedir ve acil durumlarda, çocuk hastalarda, bilinci ve kooperasyonu yerinde olmayan ya da hareket bozukluğu olan hastalarda incelemeyi güçleştirir. Yüksek manyetik alan nedeni ile vücutta veya çevrede metalik objelerin varlığı incelemeyi güçleştiren bir başka dezavantajlı durumdur ve özel dikkat gerektirmektedir (167,168).

MRG temelli diğer yöntemler olan spektroskopi, perfüzyon, dinamik incelemeler, difüzyon, anjiyografi uygulamaları, çok hızlı görüntülemeler ve fonksiyonel MRG gibi çok sayıda yenilik kullanıma girmiş, tetkik ve tedavi algoritmalarını değiştirmiş, yeni hastalıkların adlandırılmasını sağlamıştır (167,168).

Görüntüleme alanında nükleer tıp uygulamaları özellikle fonksiyonel incelemelerde katkı sağlayan bir başka alandır. Parçacık radyasyonu bulunması ve geometrik rezolüsyonunun zayıf olması ise bu yöntemlerin dezavantajlarıdır. Yakın zamanda Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)'ni BT ile hibrid olarak görüntülemesi özellikle rezolüsyon sorununa kısmen katkı sağlamıştır. Yakın zamanda bir başka hibrid görüntüleme PET-MRG klinik kullanıma girmiştir (169).

Moleküler görüntüleme tıbbi görüntülemenin önümüzdeki yıllarda gelişmesi beklenen en önemli alanıdır. Bu yöntem kişisel tıp adı verilen yepyeni bir dönemi başlatacağına kesin gözü ile bakılmaktadır. Öte yandan kanser olgularında daha etkin bilgi sağlanması, tedavi etkinliğinin izlenmesi diğer katkı sağlayacağı durumlara örnek verilebilir (170, 171,172).

2.5.1. Nöroradyoloji

Tanısal görüntüleme bir yandan cihaz temelli olarak gelişirken, klinik olarak ise organ temelli gelişme ve yandalların ortaya çıkması ile olgunlaşmıştır. Bu alanlar birbirleri ile ilişkilidir ve zaman zaman farklı isimler ile adlandırılabilir. Örnek olarak; torasik radyoloji, kas-iskelet radyolojisi, gastrointestinal sistem radyolojisi, üroradyoloji, obstetrik ve jinekolojik radyoloji, kardiyak görüntüleme, ve nöroradyolojidir. Bu çalışma kapsamında seçilen çalışma alanı olan nöroradyoloji bu yan dallardan özellikle kesitsel görüntüleme yöntemlerinin çok etkili olarak kullanıldığı biridir. Beyin, beyin damarı, periferik sinirler, omurilik ve omurga hastalıklarının görüntülenmesi en öncelikli inceleme alanlarıdır (167,168).

Nöroradyolojik çalışmalar uzun süreler beyin cerrahları tarafından sürdürülmüş ve radyologlar direkt grafi elde etme görevini üstlenmişlerdir. Klinik radyoloji kavramına duyulan ihtiyaç ve gelişmeler bu alanı da etkilemiştir. İlk tam zamanlı nöroradyolog olan Cornelius Dyke 1929 yılında New York Nöroloji Enstitüsünde çalışmaya başlamıştır. İlk bağımsız nöroradyoloji bölümü Mannie M. Schechter tarafından New York St. Vincent's Hastanesinde kurulmuştur (172). Halen nöroradyoloji alanında en önemli organizasyon olan American Society of Neuroradiology ilk başkanı Juan Taveras bu alanda özel eğitim pogramı konusunda yaptığı çalışmalar ile bu alanın yerleşmesine çok önemli katkıda bulunmuştur (173).

Nöroradyolojik incelemeler önceleri sadece direkt grafi ile kraniumun incelemelerine sınırlı idi. Kontrast maddelerin kullanılması ile vasküler yapıların gösterilebilmesi sonucu klinik uygulamalara çok önemli katkı sağlanabilmiştir. Ventrikülografi, myelografi diğer önemli tekniklerdir, 1970'li yıllardan sonra ise BT ve MRG'nin kullanımı ile beyin direkt olarak görüntülenebilmiştir. Bugün ise çok önemli morbidite ve mortalite nedeni olan nörolojik hastalıkların büyük kısmının tanısı BT, MRG ve MRG temelli yöntemler ile yapılabilmekte ve gerek acil gerek ise acil olmayan durumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (167,168). Bu amaçla BT daha ulaşılabilir, ucuz, kısa sürede olması avantajları nedeni ile ağırlıklı olarak acil durumlarda tercih edilir. MRG ise yüksek yumuşak doku kontrast rezolüsyonu avantajının sağladığı yararlar nedeni ile tercih edilmektedir.

GEREÇLER VE YÖNTEMLER

Karar Destek Sistemi (RADDES), ACRAC nöroradyoloji başlığı altındaki alt başlıklarda yer alan varyantlar karar ağacı diagramlarına dönüştürüldükten sonra uzman görüşü olarak kullanılarak geliştirilmiştir. Web tabanlı bu sistem kullanımı öncesi ve sistem ile birlikte olmak üzere klinisyenlere iki set halinde senaryolar verilerek tetkik önerileri alınmıştır. Sistem kullanımı öncesi ve sonrası öneriler, ACRAC önerileri ile uyumluluk açısından karşılaştırılmıştır. Sistem kullanımı ile birlikte verilen senaryo setine hekimlerin tetkik önerileri alındıktan hemen sonra açık uçlu geribildirimlerin analizi yapılmıştır. Ayrıca “Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği” ile kullanılabilirlik analizi yapılmıştır. Sonrasında yüz yüze görüşülerek açık uçlu sorular sorulmuş ve değerlendirilmiştir.

3.1. Sistem Geliştirilmesi

3.1.1. Karar Ağaçlarının Oluşturulması

Karar ağaçlarının oluşturulmasında ACRAC 2012 Haziran ayı revizyonlarını da içeren nöroradyoloji başlığı kullanıldı. Bu başlıkta yer alan ve karar ağacı çıkarılan 16 alt başlık ve parantez içlerinde değerlendirilmede kullanılan kısaltmaları aşağıda sunulmuştur;

- Ataksi (AT)
- Serebrovasküler Hastalık (SV)
- Demans ve Hareket Bozukluğu (DE)
- Fokal Nörolojik Bozukluk (FN)
- Kafa Travması (KT)
- Baş Ağrısı (BA)
- Bel Ağrısı (BE)
- Myelopati (MP)
- Boyun kitleleri/adenopati (BK)
- Nöroendokrin Görüntüleme (NE)
- Orbita-Görme-Görme Kaybı (OR)
- Paranasal sinus hastalıkları (Sİ)
- Pleksopati (PP)
- Nöbet ve Epilepsi (EP)
- Spinal travma kuşkusu (OM)

Karar ağaçları bir nöroradyoloji uzmanı, bir nöroloji uzmanı ve tıp bilişimi uzmanı olan bir yazılımcıdan oluşan panel tarafından ACR web sitesindeki metinler kullanılarak çıkarıldı. Panel her başlıkta yer alan toplam 127 varyantın tamamını içerecek şekilde tercihen iki ya da üç seçenekli yanıtları olan sorular ile ve en az adımda sonuca ulaşacak şekilde karar ağacı taslaklarını oluşturdu. ACRAC Nörolojik Görüntüleme alanında yer alan “Kranial Sinirler” alt başlığı karar ağacı dönüşümüne uygun bulunmadığı için panel tarafından çalışma dışı bırakıldı. Karar ağacı diagramları çıkarıldıktan sonra yazılım için kullanıldı. Çıkarılan karar ağacı diagramlarından ataksi ve baş ağrısı alt başlıklarına ait olanlar ve bunlara karşılık gelen XML belgeleri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de örnek olarak verilmiştir.

3.1.2. Yazılım Geliştirilmesi

Tez çalışmasında kullanılan karar destek sistemi farklı kaynaklardan hızlı erişim sağlamak ve dağıtımı kolaylaştırmak amacıyla web tabanlı olarak geliştirilmiştir. Sistemin geliştirilmesi için katmanlı bir yapı tercih edilmiş bu sayede oluşan modüllerin tekrar kullanılabilirliği sağlanmıştır (Şekil 3.3).

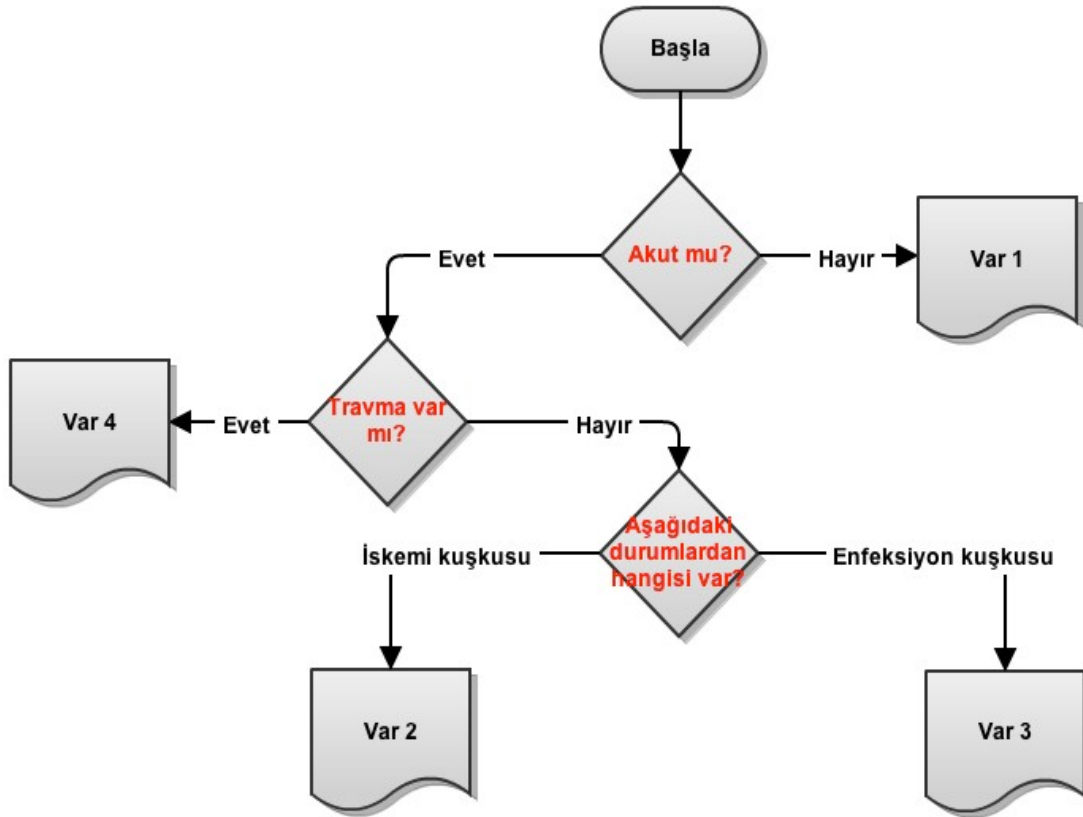
Sistemin kullanıcılar tarafından görüntülenebilen kısmını temsil eden ve web tarayıcıları ile mobil cihazlar tarafından erişilebilen kullanıcı ara yüzlerinin geliştirilmesinde HTML (Hyper Text Markup Language) ve CSS (Cascading Style Sheets) kullanılmıştır. Ayrıca arayüzlerde kullanılan kullanıcı etkileşimli araçların görselleştirilmesinde JQuery javascript kütüphanesinden de faydalanılmıştır. Bu kütüphane aynı zamanda AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) çağrılarını yaparak sunucu ile iletişimde de kullanılmış bu sayede karar destek modülü için çalışma anında kullanıcıların kesinti yaşamadan modülü kullanabilmeleri sağlanmıştır.

Sistemin mobil ara yüzleri de mobil cihazlara uygun olarak HTML ve javascript kütüphaneleri yardımı ile geliştirilmiş ve sisteme entegrasyonu sağlanmıştır.

Mevcut hali ile bir web sunucusu üzerinden yayın yapan sistemin arka planında ise karar destek ve statik web sayfası içerikleri için iki farklı sanal katman çalışmaktadır. Statik içerik katmanı sadece ara yüzlerde görselleştirilen web içeriğini saklamakta iken karar destek modülünde yer aldığı katman dinamik olarak çalışmaktadır. Web ya da mobil arayüzden gelen kullanıcı istekleri ilk olarak HTTP parser tarafından karşılanmaktadır. Bu sanal katmanın iki görevi vardır. Birincisi kullanıcı isteklerini parametrik olarak inceleyip karar destek modülüne iletmek ikincisi karar destek modülünden gelen yanıtları kullanıcının sisteme eriştiği teknolojiye göre mobil ya da web ara yüzü olarak kullanıcıya geri göndermek. HTTP parser ile aynı seviyede yer alan bir diğer modül ise Web Servisi modülüdür. Bu modül sayesinde geliştirilen XML tabanlı karar destek sisteminin aynı zamanda başka ortamlara da entegrasyonu sağlanabilmektedir. Bu modül yetkilendirilmiş dış

kaynaklardan gelen talepleri karar destek modülünde çalıştırıp oluşan çıktıları XML formatında istek yapan tarafa iletmektedir.

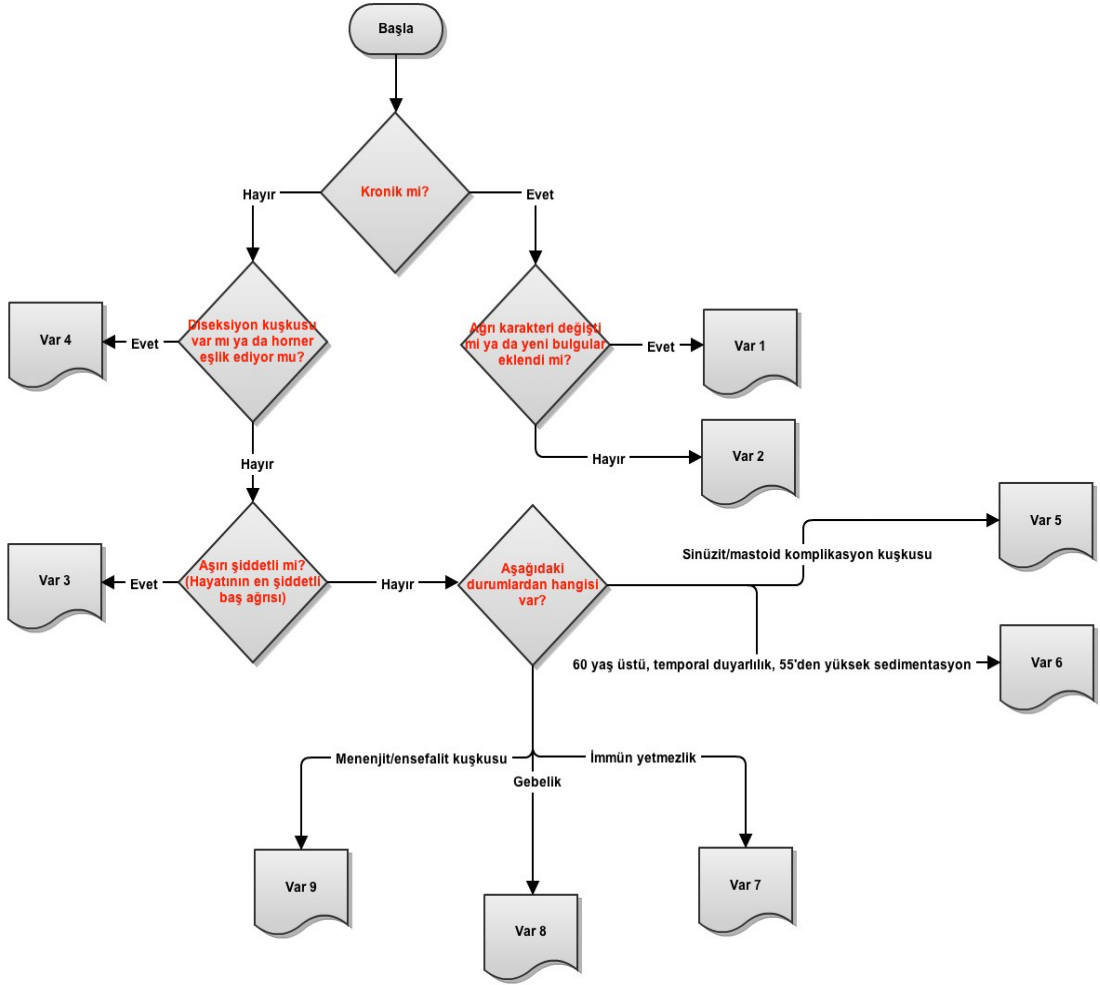
Karar destek modülü şeması belirlenmiş XML dökümanlarını kullanarak sistemin çıktılar üretmesini sağlamaktadır. Kendisine HTTP parser ya da Web Servisi modüllerinden gelen parametreleri kullanarak XML dökümanları içinde oluşturulmuş karar ağaçlarını takip eden katman uygun çıktıların oluşturulmasından ve üst katmana aktarımından sorumludur. Bu katman ve üstünde yer alan iki modül PHP programlama dili ile geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.



Şekil 3.1.a. Ataksi alt başlığına ait karar ağacı

```
<ataxia>
<question level="1" text="Akut mu?">
<options value="L2">Evet</options>
<options value="V1">Hayır</options>
</question>
<question level="2" text="Travma var mı?">
<options value="V4">Evet</options>
<options value="L3">Hayır</options>
</question>
<question level="3" text="Aşağıdaki durumlardan hangisi var?">
<options value="V2">İskemi kuşkusu</options>
<options value="V3">Enfeksiyon kuşkusu</options>
</question>
<variation level="1">
<options Rating="8" Comments="Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz."
RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="7" Comments="" RRL="0">Kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="7" Comments="Ataksi omurilik kaynaklı olabilir. Beyin görüntüleme negatif veya yetersiz
sonuç veriyorsa bunu dikkate alınız. Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz."
RRL="0">
Hem kontrastlı hem kontrastsız servikal, torasik ve lomber MRG
</options>
<options Rating="6" Comments="Ataksi omurilik kaynaklı olabilir. Beyin görüntüleme negatif veya yetersiz
sonuç veriyorsa bunu dikkate alınız." RRL="0">Kontrastsız servikal, torasik ve lomber MRG</options>
<options Rating="5" Comments="Yetişkinler için Görece Radyasyon Düzeyi (Relative Radiation Level) 3'dür."
RRL="4">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin BT</options>
<options Rating="5" Comments="" RRL="3">Kontrastlı beyin BT</options>
<options Rating="4" Comments="" RRL="3">Kontrastsız beyin BT</options>
<options Rating="3" Comments="" RRL="4">Beyin FDG-PET/BT</options>
<options Rating="2" Comments="Belirsiz lezyonları tanımlayabilmek için konvansiyonel MRG'ye ilave olarak
kullanılır." RRL="0">Kontrastsız MR spektroskopisi</options>
<options Rating="2" Comments="" RRL="3">Beyin I-124 Ioflupane SPECT (DaT tarama)</options>
<options Rating="1" Comments="" RRL="0">Transkraniyal Doppler USG</options>
</variation>
<variation level="2">
<options Rating="8" Comments="Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz."
RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="8" Comments="Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz."
RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin ve boyun MRG</options>
<options Rating="8" Comments="Vasküler ve serebral değerlendirilmenin birlikte yapılması gerekir.
Yetişkinler için Görece Radyasyon Düzeyi (Relative Radiation Level) 3'dür." RRL="4">Kontrastlı beyin ve
boyun BTA</options>
<options Rating="8" Comments="Posterior fossa'da CT perfüzyonunun doğruluğu daha azdır. Eğer tedaviyi
makul olmayan bir seviyede geciktirmeyecekse MRG ve perfüzyon ile karakterizasyon tercih edilir. Vasküler
ve serebral değerlendirilmenin birlikte yapılması gerekir. Yetişkinler için Görece Radyasyon Düzeyi (Relative
```

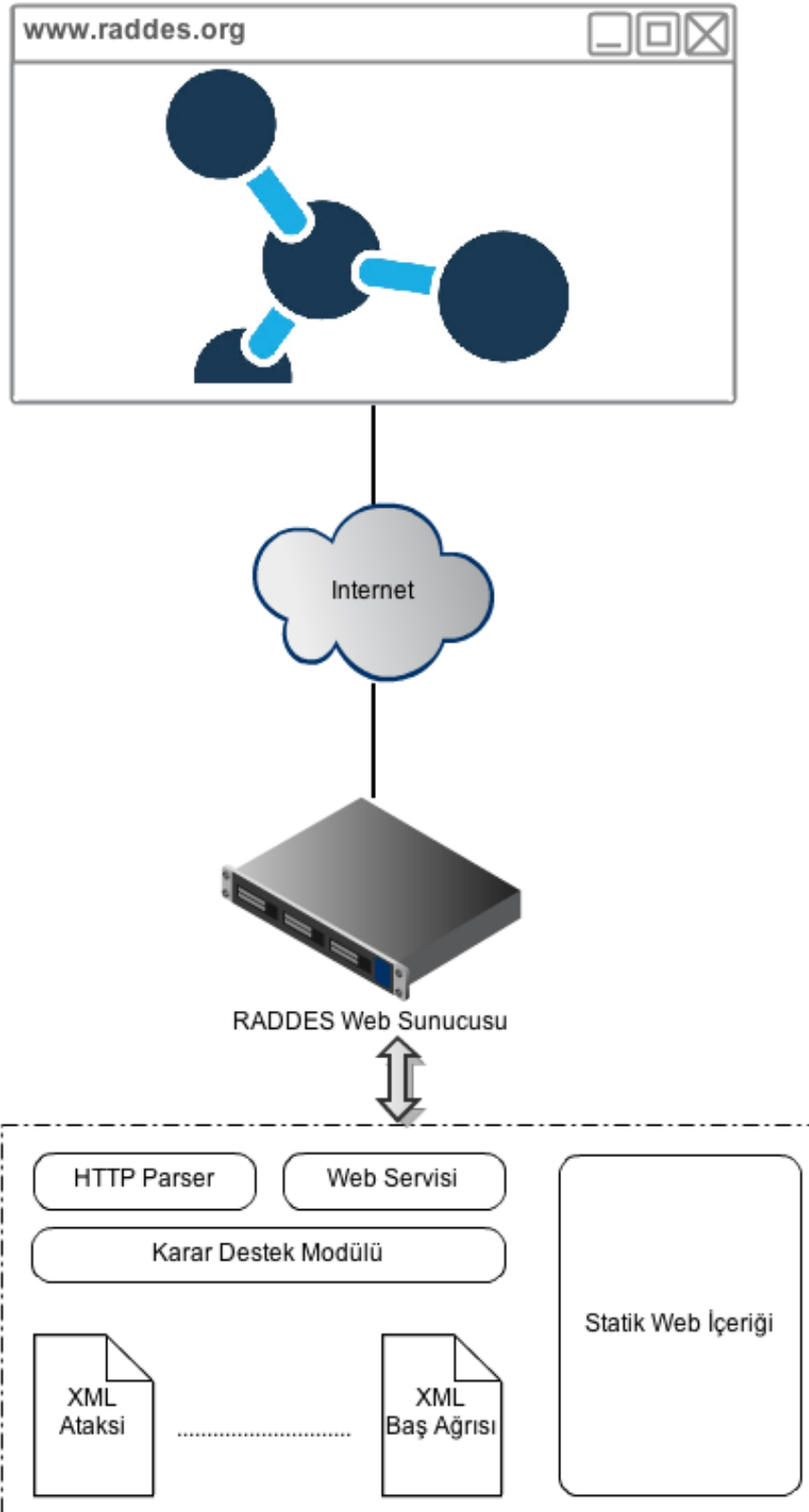
Şekil 3.1.b. Ataksi alt başlığına ait XML sayfası örneği



Şekil 3.2.a. Baş ağrısı alt başlığına ait karar ağacı

```
<headache>
<question level="1" text="Kronik mi?">
<options value="L3">Evet</options>
<options value="L2">Hayır</options>
</question>
<question level="2" text="Diseksiyon kuşkusunu var mı ya da horner eşlik ediyor mu?">
<options value="V4">Evet</options>
<options value="L4">Hayır</options>
</question>
<question level="3" text="Ağrı karakteri değişti mi ya da yeni bulgular eklendi mi?">
<options value="V2">Evet</options>
<options value="V1">Hayır</options>
</question>
<question level="4" text="Aşırı şiddetli mi? (Hayatının en şiddetli baş ağrısı)">
<options value="V3">Evet</options>
<options value="L5">Hayır</options>
</question>
<question level="5" text="Aşağıdaki durumlardan hangisi var?">
<options value="V5">Sinüzit/mastoid komplikasyon kuşkusunu</options>
<options value="V6">
60 yaş üstü, temporal duyarlılık, 55'den yüksek sedimentasyon
</options>
<options value="V7">İmmün yetmezlik</options>
<options value="V8">Gebelik</options>
<options value="V9">Menenjit/ensefalit kuşkusunu</options>
</question>
<variation level="1">
<options Rating="4" Comments="Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz."
RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="4" Comments="" RRL="0">Kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="4" Comments="" RRL="3">Kontrastsız beyin BT</options>
<options Rating="4" Comments="" RRL="3">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin BT</options>
<options Rating="2" Comments="" RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin MRA</options>
<options Rating="2" Comments="" RRL="3">Servikoserebral arteriografi</options>
<options Rating="2" Comments="" RRL="3">Kontrastlı beyin BTA</options>
</variation>
<variation level="2">
<options Rating="8" Comments="Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz."
RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="7" Comments="" RRL="0">Kontrastsız beyin MRG</options>
<options Rating="5" Comments="Eğer yeni bulgular intrakraniyal hemoraji olasılığını güçlendiriyorsa,
varyant 3'e bakınız. Eğer MRG yoksa veya kontrendike ise." RRL="3">Kontrastsız beyin BT</options>
<options Rating="5" Comments="Vasküler hastalık şüphesi varsa bazı seçilmiş vakalar için. Kontrastla
ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleyiniz." RRL="0">Hem kontrastlı hem kontrastsız
beyin MRA</options>
```

Şekil 3.2.b. Baş ağrısı alt başlığına ait XML sayfası örneği



Şekil 3.3. RADDES'e ait mimari

3.2. Sistem Değerlendirme

Değerlendirme öncesi Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurul'undan Etik Kurul onayı alındı. Değerlendirme hem sistem uygulaması öncesi hem de sonrası senaryolara kullanıcılar tarafından anket aracılığı ile verilen yanıtların analizi ile yapıldı. Anket formatının anlaşılabilirliği ve her bir anketteki optimal senaryo sayısını belirlemek için bir ön anket hazırlandı. Bu ön anketler dört radyolog, bir acil tıp uzmanı, bir çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanı ve bir nöroloji uzmanı tarafından değerlendirildi. Görüşmeler ile gelen geribildirimler doğrultusunda anket formları revize edilerek hazırlandı ve her bir ankette sekiz senaryo yer almasına karar verildi. Hazırlanan 72 senaryo KDS uygulaması öncesi ve sonrası ilgili klinisyenlere sorulmak üzere sistematik örnekleme ile 36 senaryodan oluşan iki bölüme ayrıldı. Sistematik örnekleme sistem öncesi ve sonrasında alt başlıkların eşit ölçüde yer almasına dikkat edilerek yapıldı. Sistem uygulama öncesi ve sonrası 36'şar senaryo konularına göre ilgili bölümlere dağıtılarak Beyin Cerrahisi, Nöroloji, Acil Servis ve Kulak Burun Boğaz bölümünden gönüllü klinisyenlere sunuldu. Her hekime sunulan sekiz senaryoya hekimlerin ilk tetkik tercihi yanısıra varsa ek veya alternatif olarak tercih edecekleri ikinci ve üçüncü tetkik tercihleri soruldu. Tercihler ACRAC'ta modele uyum sağlaması gerekçesi ile modalite, bölge, kontrast uygulaması istemi ve istenen tetkikin gerekliliği olarak yapılandırılmış formlar ile alındı (EK 3). Tetkik gerekliliği için;

- Gereksiz
- Özel durumlarda tercih edilebilir
- Uygun tetkik
- Kesinlikle gerekli tetkik

Olarak dörde ayrıldı. Bu işlem için ACRAC'ta kullanılan derecelendirme ölçeği (1) baz alınarak hazırlandı ve anket formlarında bu başlıkların neye karşılık geldiği açıklandı. Birinci anket formu örneği EK3'de sunulmuştur.

Senaryolara gönüllü hekimlerin yanıtları KDS kullanılmaksızın alındıktan sonra KDS uygulaması web üzerinden katılımcılara sunuldu. Bilgilendirme ve sistem ile ilgili eğitim sonrası yeniden her hekim için sekiz farklı senaryo içeren ikinci form ile senaryolara tetkik önerileri istendi. Bu formda KDS sonrası senaryolara yanıtlarının sistemden yardım alınabileceği ve sistemdeki tetkik önerilerinin ACR tarafından hazırlanmış KDT temelli kılavuzlarından hazırlandığı belirtildi. Bu form ve formda yer alan bilgilendirme EK4'de sunulmuştur.

3.2.1. Senaryolar

ACRAC'ta nöroradyoloji başlığı altında yer alan ve karar ağaçları çıkarılan 16 alt başlığın her birinden dörder adet senaryo hazırlandı. Ayrıca Kulak Burun

Boğaz Hastalıkları (KBB) Bölümü ile Çocuk Nörolojisi Bölümüne yeterli sayıyı sağlamak için ek olarak ikişer adet boyun kitleleri, bir adet sinonazal hastalık, bir adet vertigo alt başlığından senaryo eklendi. Çocuk yaş grubuna yönelik olarak revize edilen dört adet senaryo ile birlikte toplam 72 senaryo kullanıldı. Senaryoya temel alınacak varyantların seçimi sistematik örnekleme ile yapıldı. Bu amaçla her alt başlıktan iki, dört, altı ve sekizinci olmak üzere çift sayıdaki varyantlar senaryo oluşturmak için seçildi. Sekizden az sayıda varyantı olan alt başlıklarda bir numaralı varyanta dönülerek tek numaralı varyantlar da sırası ile senaryo için kullanıldı. KBB ve Çocuk Nörolojisi ek senaryoları için eğer varsa ilgili alt başlığın sekizden sonraki çift numaralı varyantları senaryo hazırlanması için kullanıldı. Senaryolar seçilen her bir varyantı tamamen karşılayacak ve diğer varyantlar ile örtüşme olmayacak şekilde bir nörolog, bir nöroradyolog, bir patoloğ tarafından ve gerektiği durumlarda Acil Tıp, Beyin Cerrahisi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları uzmanlarının görüşü alınarak hazırlandı. Senaryo hazırlarken en kısa metin için çalışıldı. Ataksi, baş ağrısı ile Demans ve Hareket Bozuklukları alt başlıklarına ait birer adet senaryo örnekleri aşağıda verilmiştir. Diğer senaryolar EK5’de sunulmuştur.

AT2

45 yaşında erkek hasta iki saat içinde başlayan dengesizlik, ayağa kalkamama yakınması ile başvuruyor. Özgeçmişte hipertansiyon dışında özellik yok. Ayağa kaldırıldığında sağ tarafa doğru devriliyor. Sağda serebellar testler bozuk.

DE8

48 yaşında kadın hasta. Bir süredir ellerinde istemsiz kıvrılma ve sıçrama tarzı hareketleri oluyor. Bu hareketler zamanla tüm vücuduna yayılmış. Hareketler stres altında artıyor ve son zamanlarda görsel halüsinasyonlar da başlamış. Muayenede dört ekstremitte distallerde belirgin koreiform hareketler mevcut.

BA4

60 yaşında kadın hasta. Bugün öğleden sonra başının sol tarafında ve boynunda şiddetli ağrı gelişmiş. Muayenede solda miyozis, pitozis ve enoftalmus saptandı.

3.2.2. Değerlendirmeye Katılanlar

Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Çocuk Nörolojisi, Nöroloji, Acil Tıp, Kulak Burun Boğaz ve Beyin Cerrahisi Anabilim Dallarında çalışan gönüllü uzman veya öğretim üyeleri ile hekimlik pratiklerinde uzman gözetiminde çalışan ancak yalnız başına tetkik isteme yetkisi olan gönüllü son sene araştırma görevlileri sistem öncesi ve sistem sonrası senaryo değerlendirme amacı ile katıldı. Birinci değerlendirmeye katılan 31 gönüllünün tamamına ikinci değerlendirmeye katılmaları istendi. İlk değerlendirmeye katılan dört gönüllü çeşitli nedenler ile ikinci senaryo

değerlendirmesini yapmadı. Bir katılımcının ilk senaryo değerlendirmesi uygunsuz doldurması nedeni ile çalışma dışı bırakıldı. İkinci senaryo setini değerlendiren tüm gönüllüler “Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği” doldurdu.

3.2.3. Kullanılabilirlik Analizi

Geliştirilen KDS için kullanılabilirlik analizi yapıldı. Analiz, KDS uygulaması sonrası ikinci senaryo değerlendirmeden hemen sonra katılımcılara uygulanan anket ile gerçekleştirildi. Bu amaçla kullanılabilirlik değerlendirmeleri için özel olarak geliştirilmiş ve uygulama sonucunda nicel bir kullanılabilirlik skoru elde edilebilen, az soru sayısına sahip ve güvenilir bir anket olduğu bilinen “System Usability Score” (SUS) uyarlanarak kullanılmıştır (174,175) (EK 6).

SUS, 5’li Likert tipi (1:kesinlikle katılmıyorum, 5:kesinlikle katılıyorum) 10 soru içeren bir ankettir ve sonucunda 0 ile 100 arasında değişen bir kullanılabilirlik skoru elde edilir. Bu skorun kabul edilebilir düzeyleri 65 ile 70 arasındadır ve ne kadar yüksekse sistemin kullanılabilirliğinin o kadar iyi olduğu belirtilmektedir (176).

3.2.4. İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizlerde SPSS paket programı (versiyon 18.0) kullanılmıştır. Hekimlerin anketlerle öğrenilen istemleri 4’lü kategoride toplanmıştır.

Bu kategoriler:

1. Gereksiz
2. Sadece özel durumlarda uygulanabilir
3. Uygun ancak şart değil
4. Kesinlikle gerekli

şeklinde. Analizlerde bu 4’lü sınıflandırmanın yanı sıra, 3’lü bir sınıflandırma daha uygulanmıştır. Buna göre 3. ve 4. kategoriler birleştirilerek “Uygun İstem” kategorisi oluşturulmuştur. Hekim istemlerinin uygunluk değerlendirmesi hem 3’lü hem de 4’lü sınıflandırmalarla gerçekleştirilmiştir.

ACRAC tetkik uygunluk dereceleri için hekim isteminin ACRAC karşılığı ile uyum içerisinde olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla çapraz tablolar düzenlenmiş ve uyumlu istemlerin tüm istemlere oranları sayı ve yüzde olarak hesaplanmıştır. Hekim isteminin hem kendi ACRAC uygunluk derecesi karşılığı ile hem de ACRAC’da sunulan en uygun isteme kıyasla değerlendirmesi bu şekilde yapılmıştır.

Sistem ile birlikte senaryo değerlendirmeleri uyumu ile sistemsiz senaryo değerlendirmeleri uyumu arasındaki farkların istatistiksel değerlendirmesi için Ki Kare analizi kullanılmıştır. Alfa yanılğı düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir.

3.2.5. Geribildirimler ve Değerlendirmesi

SUS anketi sonrası aynı formda anket sorularının hemen ardından katılımcılara "Ekleme istedikleriniz" başlığı ile açık uçlu yazılı geribildirim istenmiştir (EK6). Ayrıca ikinci form ile senaryolara öneriler alındıktan sonra sekiz katılımcı ile yüzyüze görüşülerek aşağıdaki sorulara yanıtları istenmiş ve analiz edilmiştir?

- Sistemi günlük uygulamalarınızda kullanmak ister misiniz?
- Önerilere kolaylıkla ulaşabiliyor musunuz?
- Sistem önerilerini makul buluyor musunuz?
- Ek öneri ve düşünceleriniz var mı?

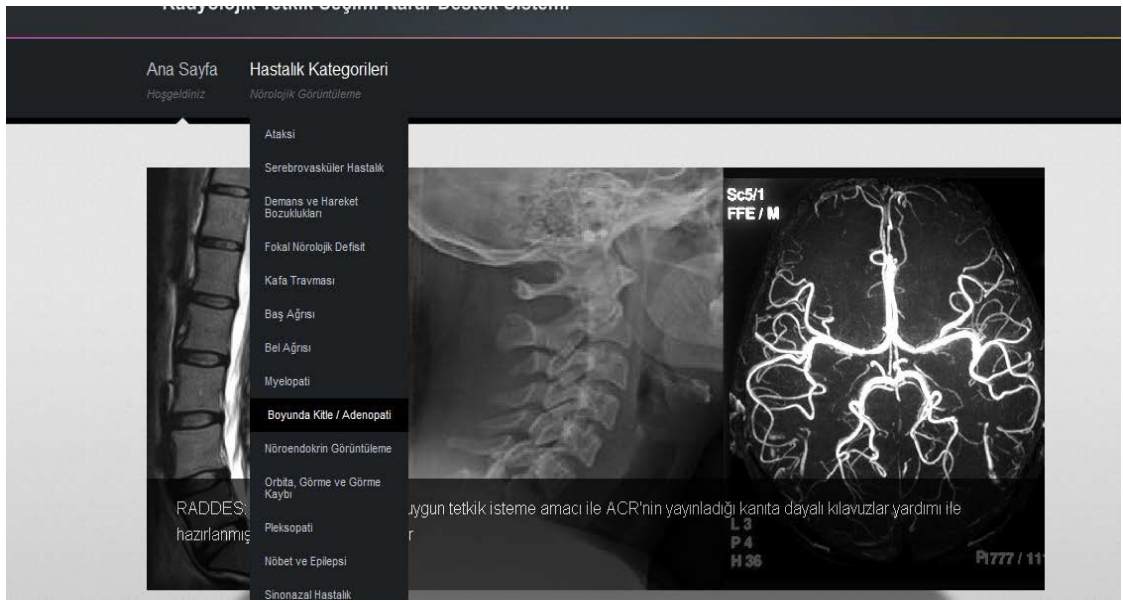
BULGULAR

4.1. RADDES Arayüz Örnekleri

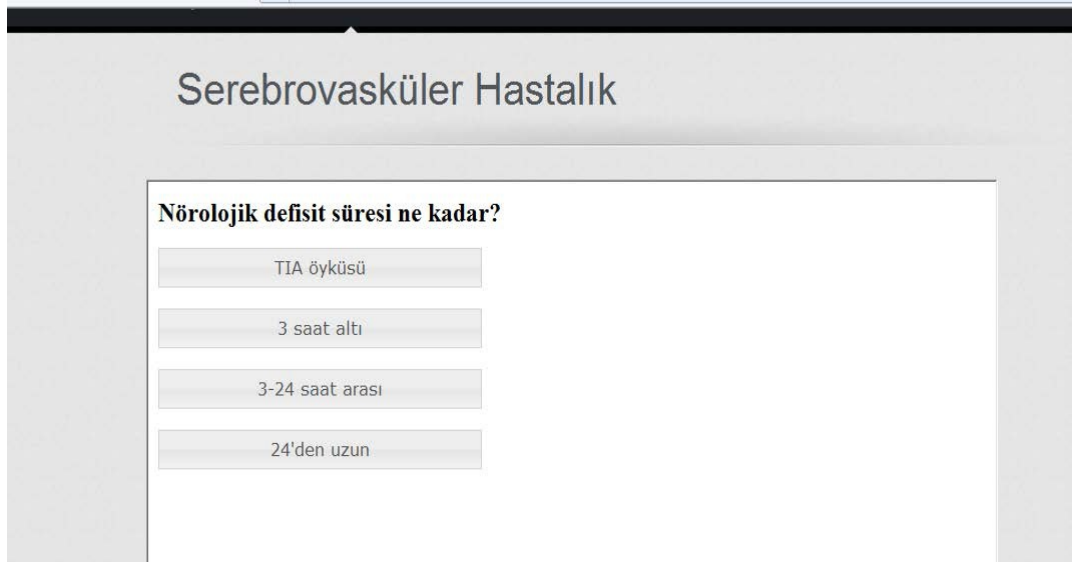
RADDES kişisel bilgisayarlar ve mobil cihazlar için ara yüz örnekleri Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6.'da sunulmuştur.



Şekil 4.1. Karar Destek Sistemi web giriş sayfası (www.raddes.org) arayüzü



a



b

Serebrovasküler Hastalık

1: en gereksiz... 9: en gerekli

Radyolojik Tetkik	Öneri Derecesi	Yorumlar	Radyasyon Seviyesi
Kontrastlı beyin BTA	8	Multidetektör BTA, MRA ya kıyasla daha fazla uzaysal çözünürlüğe sahiptir ve akış artefaktı yoktur (aksiyal kaynak görüntüleri ve reformat maksimum intensite projeksiyonu (MIP) görüntüleri tercih edilir: 3B yüzey reformasyonları yanıltıcı artefaktlara yol açabilir). Kontrastlı MRA ya kıyasla radyasyona maruz kalım fazladır ve kontrast toksisitesi/reaksiyonu da az da olsa daha risklidir. Kontrastsız BT taraması da (NCCT) rutin olarak eşzamanlı yapılmaktadır. Eğer tedavi makul olmayan bir seviyede geciktirmeyecekse MRG tercih edilir.	☼☼☼
Kontrastsız beyin MRA	7		0
Hem kontrastlı hem kontrastsız	7	Kontrastla ilgili istisnalar için www.acr.org web sitesini inceleviniz.	0

c

Şekil 4.2. a,b,c. Karar Destek Sistemi arayüz örnekleri: a: Hastalık kategorisi sekmesi altındaki başlıklar, b: Sistemin ürettiği sorulara örnek, c: Sistem tetkik öneri örnek sayfası

Hakkında Daha Fazla Bilgi Uygunluk Derecesi Nedir?



Nasıl Kullanılır

Araştırma amacı ile gönüllü katılımcılara verilen senaryolara tetkik önerilirken destek amacı ile kullanılır. Bunun için herhangi bir senaryoda sistemden yardım almak istediğinizde ya da gerek duyduğunuzda "Hastalık Kategorileri" sekmesine tıkladıktan sonra açılan 16 alt başlıktan senaryo ile ilgili olana yeniden tıklamanız gerekmektedir. Açılan pencerede 1 ile 5 arası soru ile sizleri sistemin önerdiği en uygun tetkike ve bu tetkikin uygunluk derecesine yönlendirir. Ayrıca bu tetkikler hakkında açıklayıcı bilgiler verir. Senaryoya tetkik seçerken bu bilgileri edindikten sonra kararınızı vermeniz beklenmektedir.

Uyarı!

Bu site araştırma ve eğitim amacı ile geçici olarak kullanıma açılmıştır. Klinik kullanımının uygunluğu henüz test edilmemiş ve yetkilendirilmemiştir. Projenin bu aşamasında, tetkik önerileri American College of Radiology tarafından yayınlanmış kılavuzların yardımı ile hazırlanmıştır.

Şekil 4.3. Karar Destek Sisteminin gönüllü klinisyenlerden oluşan kullanıcılara yönelik açıklama ve uyarıyı gösteren arayüz örneği

Radyoloji Karar Destek Sistemi

Ana Sayfa  KDS

Boyunda Kitle / Adenopati 

Hasta yaşı?

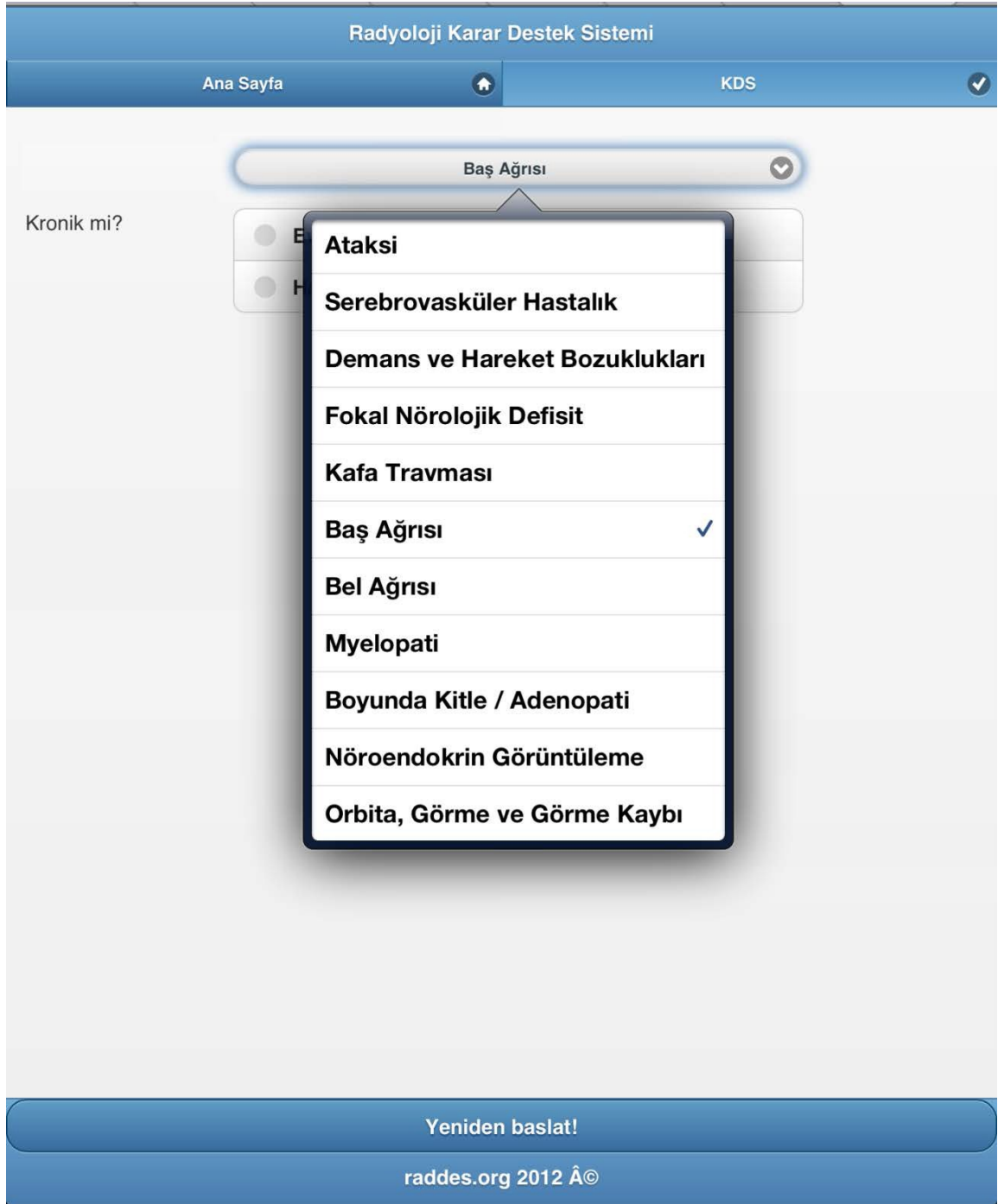
0-14

>14

Şekil 4.4. Karar Destek Sistem mobil araçlar için sistemin ürettiği soruları gösteren arayüz örneği



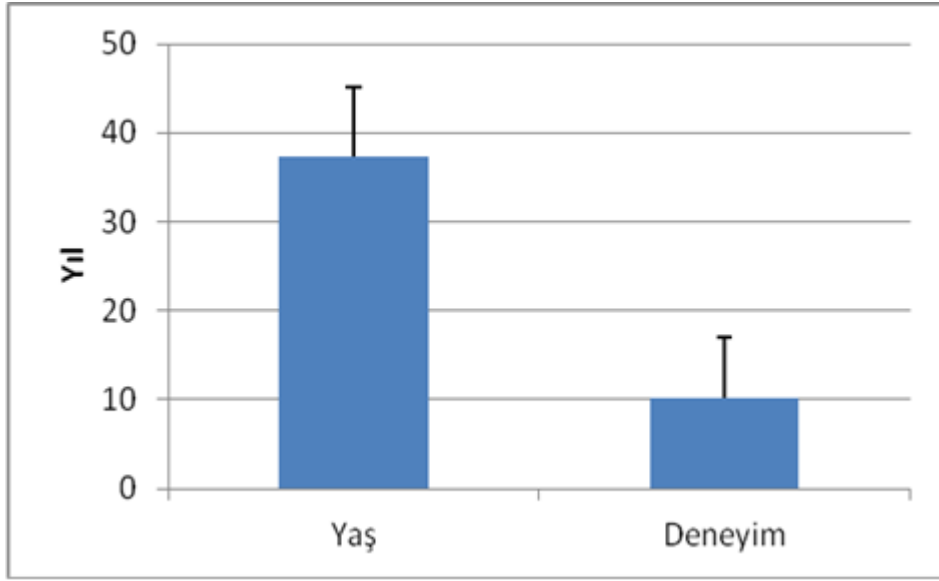
Şekil 4.5. Karar Destek Sistem mobil araçlar için sistemin önerdiği tetkikleri ve açıklamayı gösteren arayüz örneği



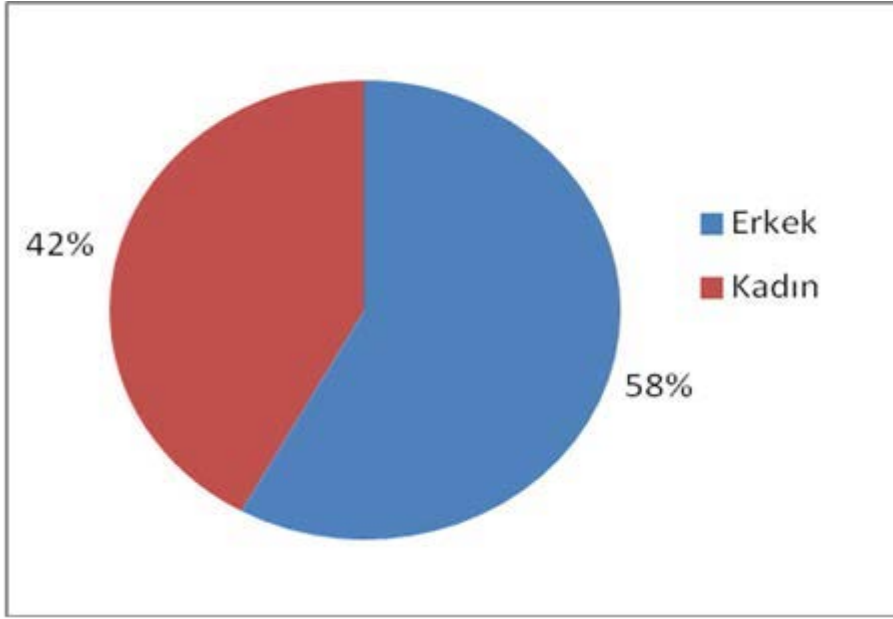
Şekil 4.6. Karar Destek Sistem mobil araçlar için hastalık kategorilerini gösteren arayüz örneği

4.2. Değerlendirmeye Katılan Hekimlere Ait Demografik Veriler:

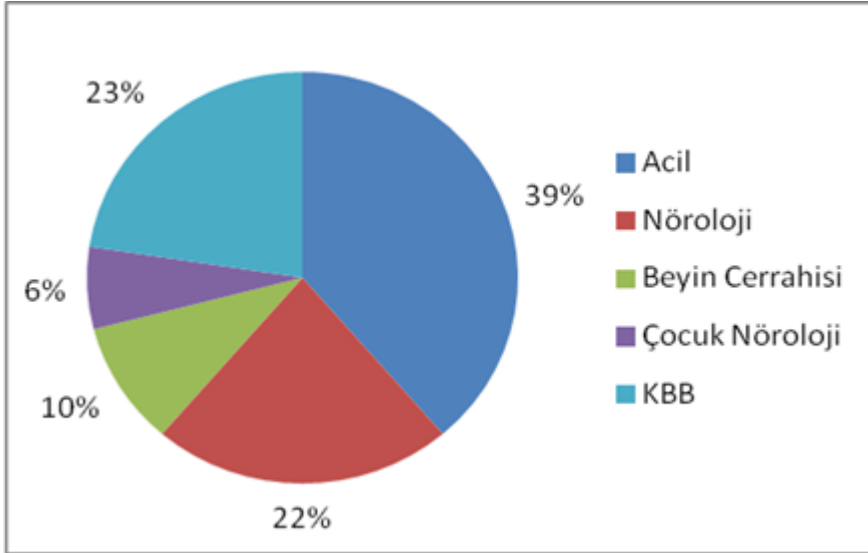
Sistem uygulama öncesi değerlendirmeye Nöroloji, Beyin ve Sinir Cerrahisi, Acil Tıp, Kulak-Burun-Boğaz Hastalıkları ve Çocuk Nörolojisi Bölümlerinden 16'sı uzman, 15'i uzman denetiminde istem doldurma yetki ve sorumluluğu verilmiş son yıl araştırma görevlisi olmak üzere toplam 31 gönüllü hekim katılmıştır. Gönüllülerin 18'i erkek, 13'ü kadın olup yaş ortalaması 37 (standart sapma: 7.78), meslekte deneyim ortalaması 10 (standart sapma: 6.87) yıldır (Şekil: 4.7, 4.8, 4.9, 4.10).



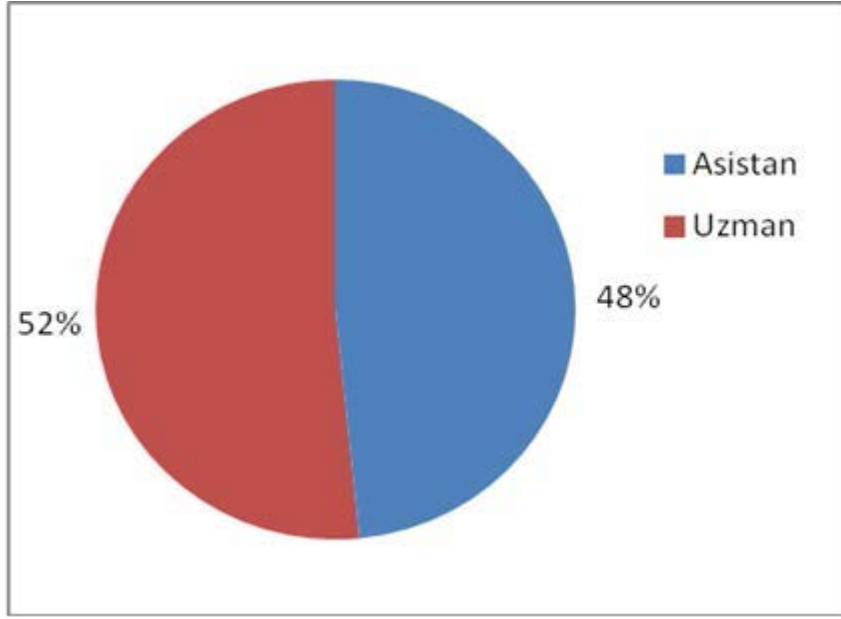
Şekil 4.7. Hekimlerin yaş ve deneyimleri



Şekil 4.8. Hekimlerin cinsiyetlerine göre dağılımı



Şekil 4.9. Hekimlerin bölümlere göre dağılımı



Şekil 4.10. Hekimlerin uzmanlık durumuna göre dağılımı

4.3. Değerlendirme Bulguları

Hekimlerin sistem öncesi senaryo değerlendirmelerinde yapılan 368 tetkik önerisinin her birindeki dört dereceli uygunluk önerisinin ACRAC karşılıkları ile uyumu %31 iken bu oran sistem kullanılarak yapılan değerlendirmelerde %55.1'e çıkmıştır ($p<0.0001$). Senaryolara yapılan ilk tetkik önerileri için ise bu değerler sırası ile %27.9'dan %52.7'ye çıkmıştır (Tablo 4.1).

Senaryolara önerilerdeki "kesinlikle gerekli" ve "uygun tetkik" derecelerinin birleştirilip 3 dereceli uygunluk önerisi olarak yapılan analizinde ACRAC karşılıkları ile uyumu sistem öncesi değerlendirmelerde %50.8 iken bu değer sistem kullanılarak yapılan değerlendirmede %79.6'ya yükselmiştir ($p<0.0001$). Senaryolara önerilen ilk tetkiklerin üç dereceli uygunluk önerilerinin uyumu ise sistem öncesi %53.8 iken sistem uygulanama sonrası %81.6'ya çıkmıştır (Tablo 4.2).

Sistem öncesi ve sistem kullanılarak senaryolara yapılan tetkik önerilerinin dört dereceli ve üç dereceli uygunluk önerilerinin ACRAC ile uyumu araştırma görevlileri ve uzman hekimler için ayrıca değerlendirilmiştir. Dört dereceli uygunluk önerisine göre sistem öncesi araştırma görevlilerinin öneri uyumu %32.6 iken sistem kullanılarak bu değer %54.6'ya çıkmıştır ($p<0.0001$). Uzmanlar için ise sistem öncesi uyum %29.1 iken sistem sonrası %55.9'a yükselmiştir ($p<0.0001$). Üç dereceli uygunluk önerisi analizine göre ise araştırma görevlileri tetkik önerisi uyum

oranı sistem kullanarak %50.8'den %73'e yükselmiştir ($p<0.0001$). Bu değerler uzman hekimler için ise sırası ile %50.9 ve %80.1'dir (Tablo 4.3 ve Tablo 4.4).

Tablo 4.1. Hekimlerin senaryolara 4 dereceli ölçeğe göre önerdikleri tüm istemlerin ve ilk istemlerin, sistem öncesi ve sonrası ACRAC karşılıkları ile uyumu

	Sistem Öncesi Değerlendirme			Sistem Kullanılarak Değerlendirme			p değeri
	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	
Tüm İstemler	368	114	%31,0	285	157	%55,1	<0,0001
İlk İstemler	240	67	%27,9	201	106	%52,7	<0,0001

Tablo 4.2. Hekimlerin senaryolara 3 dereceli ölçeğe göre önerdikleri tüm istemlerin ve ilk istemlerin, sistem öncesi ve sonrası ACRAC karşılıkları ile uyumu

	Sistem Öncesi Değerlendirme			Sistem Kullanılarak Değerlendirme			p değeri
	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	
Tüm İstemler	368	187	%50,8	285	227	%79,6	<0,0001
İlk İstemler	240	129	%53,8	201	164	%81,6	<0,0001

Tablo 4.3. Asistan ve uzman hekimlerin değerlendirdikleri senaryolara ait tüm önerilerinin sistem öncesi ve sonrası 4 dereceli ölçeğe göre ACRAC uyumu

	Sistem Öncesi Değerlendirme			Sistem Kullanılarak Değerlendirme			p değeri
	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	
Asistan	193	63	%32,6	174	95	%54,6	<0,0001
Uzman	175	51	%29,1	111	62	%55,9	<0,0001

Tablo 4.4. Asistan ve uzman hekimlerin değerlendirdikleri senaryolara ait tüm önerilerinin sistem öncesi ve sonrası 3 dereceli ölçeğe göre ACRAC uyumu

	Sistem Öncesi Değerlendirme			Sistem Kullanılarak Değerlendirme			p değeri
	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	Önerilen tetkik sayısı	Uyumlu öneri sayısı	Uyumlu öneri Yüzdesi	
Asistan	193	98	%50,8	174	127	%73,0	<0,0001
Uzman	175	89	%50,9	111	90	%81,1	<0,0001

4.4. Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği Bulguları

Katılımcıların 5'li Likert ile (1: Kesinlikle katılmıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum) değerlendirdikleri SUS skoru 71.58 olarak hesaplanmıştır. SUS anketinde yer alan maddelere verilen yanıtların ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.5'de sunulmuştur.

Tablo 4.5. SUS anketindeki başlıklara verilen yanıt ortalama ve standart sapmaları

	Ortalama/standart sapma
Bu siteyi sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum	3.52 (1.01)
Sistemin kullanımını kolay buldum	4.11 (1.01)
Çoğu kişinin programı kullanmayı çok hızlı bir şekilde öğreneceğini düşünüyorum	4.04 (0.94)
Web sitesindeki çeşitli özelliklerin birbiriyle iyi entegre edilmiş olduğunu düşünüyorum	3.44 (0.93)
Programı kullanırken kendimi çok rahat ve emin hissediyorum	3.44 (0.85)
Sistemi gereksiz ölçüde karışık buldum	2.0 (0.96)
Programda çok fazla tutarsızlık olduğunu düşünüyorum	2.26 (0.81)
Programı kullanım için çok elverişsiz buldum (Programı çok kullanışsız buldum)	2.0 (0.88)
Web sitesini kullanmak için teknik desteğe ihtiyaç duyabileceğimi düşünüyorum	1.81 (0.92)
Web sitesini kullanabilmem için öğrenmem gereken çok şey var	1.85 (0.86)

4.5. Geribildirim Bulguları

4.5.1. Yazılı Geribildirim Bulguları

Altı katılımcı anket formu ile yazılı olarak açık uçlu geribildirim vermişlerdir. Bu gönüllülerin yaşları 28- 45, alanlardaki deneyimleri ise 4-21 yıl arası değişmekte olup dört hekim Acil Tıp, bir hekim Çocuk Nörolojisi ve bir hekim ise Nöroloji bölümünde çalışmaktadır. Yapılan analizde;

1. Altı geribildirim dördünde sistemin kolay ve yararlı olduğu yolunda olumlu ifadeler yer almakta idi.
2. Acil Tıp hekimlerince yapılan üç geribildirimde ise ayrıca bazı durumlarda sistemin önerilerinin acil koşullarına göre revize edilmesi gerektiği belirtilmekte olup sistemin sıklıkla önerdiği MRG veya BT yerine daha ulaşılabilir tetkikler olan direkt grafileri acil serviste bazı durumlarda tercih ettiklerini belirtmişlerdir.
3. Bir geribildirimde “omurga travması” altbaşlığında bir karışıklık olabileceği iletilmiştir.

4.5.2. Sözlü Geribildirim Bulguları

Yüzyüze görüşmeler beşi uzman, üçü asistan olmak üzere sekiz katılımcı ile gerçekleştirildi. Bu hekimlerin yaşları 28 ile 55 yaş arası, alanlarındaki deneyimleri ise 4-24 yıl arası değişmekte idi. Hekimlerin üçü acil tıp, ikisi KBB, ikisi Nöroloji biri ise Beyin Cerrahi anabilim dalında çalışmakta idi. Bu geribildirimlerin analizinde;

1. Kullanıcılarının tamamı sistemi bölümlerinde kullanmak istediklerini ve yararlı olduğunu belirtmişlerdir.
2. Beş uzmandan dördü sistemi yararlı ve kullanışlı bulmalarına rağmen kendilerinin az kullanacaklarını ancak daha deneyimsiz hekimler için kullanışlı olacaklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bir beş yıllık deneyimli asistan benzer olarak siteyi kendisinin az kullanacağını ancak deneyimsizler için çok yararlı olacağını belirtmiştir.
3. Görüşülen üç asistandan ikisi sistemden yeni bilgiler edindiğini belirtmiştir.
4. İki acil tıp uzmanı, sistemin BT ve MRG’yi kendi uygulamalarına göre daha sık önerdiğini ancak bu tetkiklere ulaşılabilirliğin az olması, kurum uygulamaları ve tercihleri nedeni ile kendilerinin sistem önerilerinden farklı tercih yaptıklarını ve direkt grafiyi daha çok kullandıklarını belirtmişlerdir.

5. İki uzman kullanıcı günlük uygulamalarında sistemden daha fazla tetkik önerdiğini bunun ise malpraktis kaygısı nedeni ile olduğunu eklemişlerdir.
6. Görüşme yapılan tüm katılımcılar senaryolar için tetkik önerilerine sistemden ulaşabildiklerini belirtmişlerdir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada RADDES uygulaması öncesi yapılan senaryo değerlendirmelerine ait analizler birkaç açıdan önemlidir. Öncelikle ulaşabildiğimiz literatürde halen en geçerli uygunluk ölçütü çalışmalarından biri olan ACRAC'a uyumluluk açısından tetkiklerin değerlendirildiği bir çalışma yoktur. Öte yandan yapılan analizlerde, sistem öncesi önerilen tüm tetkiklerin; uygun tetkik (ACRAC uygunluk derecesi: 1-3), özel durumlarda (ACRAC uygunluk derecesi: 4-6) ve gereksiz tetkik (ACRAC uygunluk derecesi: 7-9) olmak üzere 3 dereceli ölçeğe göre yaklaşık yarısı kanıta dayalı kılavuz ACRAC uygunluk önerilerine uyum göstermemektedir. Bu oran, uygun tetkik (ACRAC uygunluk derecesi: 7-8) ve kesinlikle gerekli tetkik (ACRAC uygunluk derecesi: 9) ayırımı yapıp dört dereceli ölçeğe göre yapılan analizlerde çok daha belirgindir. Bu bulgular radyolojik tetkiklerin uygunsuzluğu açısından anlamlı olabilir ve nedenlerini araştırmak gerekir. Bu nedenle bu konu genelleme yapmaya uygun daha geniş gruplarda ve olanaklı ise gerçek hasta istemlerinde yapılacak çalışmalar ile daha ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

RADDES uygulaması sonrası önerilen tetkiklerin uygunluğunda hem uzman hem araştırma görevlileri için, ayrıca hem önerilen tüm tetkikler hem de ilk tetkik önerileri için önemli oranda artış olması RADDES'in senaryolara yanıt verebildiği anlamına gelmektedir. Öte yandan sayıca az olsa da deneyimli gönüllüler değerlendirmeler sonrası verdikleri açık uçlu geribildirimlerde bazı senaryolar için RADDES'in önerdiği tetkiklere ulaştıklarını ancak farklı görüşte olduklarını belirtmiş ve sistemin bu açıdan gözden geçirilmesini önermişlerdir. Bu da RADDES'in hem senaryolara yanıt verebildiğini hem de kullanıcıların öneri aldıktan sonra kendi deneyimleri ile birlikte karar verdiğini göstermekte olup KDS'nin beklendiği gibi kullanımına bir örnektir.

Radyoloji alanında aşırı tetkik artışı ve buna bağlı maliyet sorununun önemi son yıllarda daha da belirgin olarak hissedilmektedir. ABD'de yapılan ve 60'dan fazla kurumun katıldığı önemli bir zirvede bu sorunun nedenleri araştırılmış ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Buna göre tetkik artışının önemli nedenleri; hasta talepleri, defansif tıp, klinisyenlerin eğitim eksikliği, geri ödeme sistemleri olduğu raporlanmıştır (1,2,116,117). Türkiye'de 2003 yılında başlayan sağlıkta dönüşüm projesi kapsamında son yıllarda yapılan uygulamalar ve sonuçları oldukça çarpıcıdır. Sağlığa erişimi kolaylaştıran bir seri uygulama yanısıra hasta memnuniyetini önemseyen sağlık politikaları ile hasta memnuniyetinin arttığı bildirilmektedir (177).

Bu bağlamda hasta talepleri önemli hale gelmiştir. Öte yandan hizmet başı geri ödeme yönteminin hem kurumların mali yapısında hem de hekimlerin gelirlerinde etkili olması önemlidir. Son yıllarda Türkiye'deki MRG ve BT tetkik sayıları artmaktadır (177). Bu durum dünyadaki artışa paralel olmakla birlikte Türkiye'deki sağlık alanındaki bu politikaların bir sonucu da olabilir. Böylece hekim ve hastaların beklentileri farklı olmakta ve bu da günlük tıp pratiğine yansıtılabilmektedir. Tetkik isteme alışkanlıkları değişebilmekte ve hekimler daha çok tetkik isteyebilmektedir. Bu çalışmanın böyle bir ortamda yapıldığı ve başka ülkelerdeki koşullara göre bulguların değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle KDS uygulaması öncesi senaryolara önerilen tetkiklerde Türkiye'ye özgü son zamanlardaki bu değişikliklerin ve bunun sonucu olarak yeni alışkanlıkların etkisinin olabileceği düşünülmüştür.

Hekimlerin KDS'leri tercih etmediğine dair yayınlar bulunmaktadır. KDS'lerin hekimler tarafından tercih edilmeme nedenleri önemli bir araştırma sorusudur. Bates ve arkadaşlarının çalışmalarında KDS benimsenmesi için 10 başlık halinde öneri sunulmuştur (37). Buna göre bir sistemin kullanılabilmesi için; kolay ve hızlı olması, gereksiz soru sormaması, geribildirim alması, eylemsizlikten daha çok bir öneri getirmesi, içeriğinin yönetilmesi önemli özelliklerindedir. RADDES bu başlıkların bir çoğunu karşılamaktadır. Kullanımının kolay olduğu, SUS anketinde yer alan "Sistemin kullanımını kolay buldum" maddesine verilen yanıtlar (ortalama:4.11, SD:1.01) ile doğrulanmıştır. RADDES'te karar ağaçları yardımı ile ACRAC başlıkları altındaki görece karmaşık varyantlar basite indirgenmiş, karar süreçlerine yardımcı olacak bir biçimde sunulmuştur. Öte yandan sistem, XML tabanlı olması nedeni ile kolayca güncellenip, içerik yönetimi ile kurum gereksinimleri ve kullanıcı geribildirimleri doğrultusunda revize edilebilecektir. Bu özellikleri ile sistem kullanılabilirliğinin ve benimsenmesinin artacağı beklenebilir. Çalışmamızda, RADDES'i kullanan gönüllülere uygulanan formlar ile araştırılan SUS değeri 71.58 bulunmuş olup bu değer kullanılabilir olarak kabul edileceğini göstermektedir. RADDES hemen klinik kullanıma konulması düşünülen bir sistem değildir. Telif hakları bulunan ACRAC kanıta dayalı kılavuzları bu projede araştırma amaçlı kullanılmıştır. Bilgi sistemlerine entegrasyon için yapılacak düzenlemeler ve kullanım kolaylığı sağlayacak diğer modifikasyonlar kullanılabilirliğini artıracaktır. RADDES, mobil araçları desteklemekte olup bu özelliği ile bildiğimiz kadarı ile literatürdeki ilk tetkik isteme amaçlı KDS uygulamasıdır. Ancak değerlendirme sırasında bu özelliği kullanılmamıştır. Bu özelliğin kullanımı, sisteme alışkanlığı artıracak ve kullanılabilirliğine katkı sağlayacak bir başka yönüdür. Gönüllülerin ACRAC hakkında bilgileri, RADDES ve kapsamı hakkında deneyimleri arttıkça ve yukarıda bahsedildiği gibi kullanıcı geribildirimlerinden yararlanarak içerik düzeltme dahil bir iyileştirme süreci ile sistem kullanılabilirlik ölçeğinin skorunun artması beklenebilir. Öte yandan deneyimli kullanıcılar sistem hakkında olumlu geribildirimleri yanı sıra sistemi kendilerinin çok sık kullanmayacaklarını ancak asistan ve genç uzmanlar için çok önemli bir yardımcı araç olduğunu belirtmişlerdir.

Bu nedenle SUS'taki "sistemi sık kullanım" sorusuna deneyimli hekimlerin verdiği düşük skor ve buna bağlı toplam SUS skorunda bir azalmaya neden olmuş olabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde radyolojik tetkik artışına çözüm olarak özellikle özel sigorta kuruluşları tarafından kullanılan ve çoğunlukla provizyon sistemi şeklinde uygulanan RBM programları yaygınlaşmaktadır. Geri ödeme kuruluşu olan Medicare içinde de bu tartışmalar olmaktadır (137-143). ACR tarafından bu amaçlı karar destek sistemleri için yayınlanmış kılavuz mevcuttur (178). Ancak radyolojik istem için ACRAC temelli KDS örneğine ait literatürde yayınlanmış olan sadece tek merkeze ait seri çalışmalar vardır. Bu seri çalışmalarda ACRAC ölçütlerinin kullanıldığı KDS'lerin uygulanması ile istem sayılarında azalmalar bildirilmektedir (74,179). Çalışmamızda da ACRAC uzman görüşü olarak kullanılmıştır. Ancak bu seri çalışmaların yayınladığı merkezin sisteminden farklı biçimde tasarlanmış bir KDS örneği geliştirilmiştir. Senaryolar ile yapılan analizde tetkik istem uygunluğunun sistem kullanımı ile arttığı izlenmektedir. Çalışmamızda her ne kadar direkt olarak gereksiz tetkik sayısında ya da toplam radyolojik istem sayısında bir azalma araştırılmamışsa da RADDES kullanımı sonrası uygun tetkik oranında belirgin artış şeklinde ulaştığımız sonuçlar, başarılı bir entegrasyon sonrası gereksiz tetkik ve toplam tetkik sayılarında azalma olacağını düşündürmektedir. Bu çalışmada kullanılan ACRAC'ın telif hakları sadece araştırma, eğitim ve kişisel kullanım amaçlı izin vermektedir. Orta ve uzun vadede bilgi sistemlerine entegre edilerek kullanıma sunulacak RADDES ve değerlendirilmesi gelecek bir araştırma örneğidir. Ayrıca, RADDES benzeri kolaylıklar sağlayan ve kullanılabilir olan, ACRAC veya başka kılavuzlar kullanılarak benzer karar destek sistemlerinin tasarlanması ve uygulanıp değerlendirilmesi diğer gelecek araştırma örnekleridir.

ACRAC halen dünyada uygun radyolojik tetkik isteme için hazırlanmış en kapsamlı ve önemli kılavuzlardandır. Bu konuda İngiltere, Kanada ve Avrupa Birliği kaynaklı benzer çalışmalardan "senaryo bazlı" olması, daha kapsamlı olması ve üzerinde daha çok bilimsel araştırma yayınlanması ile ayrılmaktadır. Buna karşılık ACRAC'ın yeterince kullanılmadığı eleştirileri ve daha kullanışlı kılmak için çabalar mevcuttur. Yapılan çalışmalarda hem radyologlar hem de klinisyenler tarafından ACRAC'ın sınırlı olarak kullanıldığı izlenmektedir (180,181). Bautista ve arkadaşlarının 2009 yılında yayınladığı çalışmalarında (180) klinisyenlerin ACRAC'ı son derece az kullandıkları, pek çok kaynaktan daha az başvurdukları ve hatta Google taramadan bile az tercih ettikleri izlenmiş ve araştırmacılar ACRAC'ın revize edilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. ACRAC kullanılabilirliği artırılması için bazı girişimler yapılmıştır. İlişkisel veritabanına dönüştürme bunlardan biridir (14, 15, 16). Radlex, ICD ve CPT'ler ile eşleştirme kullanılabilirliği artırmak için önemli olacaktır. Öte yandan mevcut ACRAC'ın klinik senaryoların ne kadarını karşıladığı yeterince bilinmemektedir. Bu konuda literatürde ulaştığımız MRI incelemelerinin çalışıldığı tek yayında ACRAC varyantlarının klinik durumların yaklaşık %50'sini karşıladığı bildirilmektedir (182). Bu konuda daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır. Öte yandan ACRAC'ın kanıta dayalı tıp ilkelerine uygunluğu hakkında

tartışmalar olup daha çok iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (17). ACRAC'ın KDS'ler ile kullanılması yolunda da öneriler mevcuttur (14,15,16). Ancak literatürde yayınlanmış ACRAC temelli KDS çalışmaları yok denecek kadar azdır. Literatürde ulaşabildiğimize göre bu alanda ACRAC kılavuzları temelinde hazırlanmış hekim istem giriş sistemi Rosenthal ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır (74). Bu yayında ICD kodları ile eşleştirilmiş sistem hekimlere BT, MRG ve Nükleer Kardiyografi tetkikleri girdikten sonra tetkiklerinin öneri derecesini bildirmekte ve uygun olmayan bir tetkik istendiğinde dikkat çekilerek alternatif tetkik önerileri sunmaktadır. Bu çalışmada istemlerde bir azalma saptandığı bildirilmektedir. Uygulanan sistemde ICD eşleştirme önemli bir role sahiptir ve sistemi kolay kullanılır kılmaktadır. RADDES bu çalışmadaki sistemden bazı farklılıklar göstermektedir. Araştırma amaçlı olup henüz ICD eşleştirmesi ve bilgi sistemine entegrasyonu yapılmamıştır. Sistemin teknik yapısı ve XML tabanlı olması bu uygulamaları kolaylıkla olanaklı kılmaktadır. Ayrıca karmaşık klinik senaryolarda karar ağaçları yardımı ile karar süreçlerine uygun olarak karar analizine yardımcı olması ve kişisel bilgisayar ve tablet cihazlar ile akıllı telefon uygulamaları gibi arayüz seçenekleri gibi özellikleri ve bunların geliştirilmesi gibi özellikleri ek katkılar sağlayabilir.

Bu çalışma sırasında karar ağaçlarını oluşturma sürecinde ACRAC içerisindeki varyantlarda panel tarafından bazı belirsizlikler ve anlaşmazlıklar olduğu düşünülmüş olup yorum gerekmiştir. Öte yandan birden fazla klinik bulgu ve durumun olduğu durumlarda varyant önerilerine ulaşma zor olmakta, birden farklı varyanta ulaşılabilen ve bunların arasında da öneri farklılıkları olabilmektedir. Bu durumlar tıbbi hastalık durumlarının çok çeşitli ve karar süreçlerinin karmaşık olmasından kaynaklanıyor olabilir ve uygunluk ölçütleri hazırlamada önemli bir zorluktur.

ACR tarafından hazırlanmış "online" taranabilir kaynaklar ile ACRAC varyantlarına ulaşmak kolaylaşmıştır. Ancak bu tarama sonucu çok sayıda linke ve metin dosyalarına ulaşılmaktadır ve kullanıcı karşısına gelen varyantları okumak zorunda kalmaktadır. Bu durum kullanılabilirlik açısından bir sorun olabilir. Bu tez projesinde elde edilen bulgular ile az ve basit sorularla sonuca ulaşmayı sağlayan karar ağaçları uygulamasının ACRAC'ın kullanılabilirliği açısından katkı sağlamış olduğunu düşünmekteyiz. Ulaşabildiğimiz literatürde bu tür bir uygulama yoktur. RADDES benzeri uygulamaların ACRAC'ın kullanılabilirliğini artıracığına ve bir model olarak ileride hem radyoloji hem de diğer alanlarda yapılacak başka yöntemlere örnek olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca karar ağacı uygulaması sonucu sorular ile yönlendirmeler çalışmamızda olduğu gibi akıllı telefonlar ile de uyumlu olabilecektir. Öte yandan Radlex, ICD ve CPT'ler ile eşleştirmenin RADDES kullanılabilirliğini artıracığı, bilgi sistemleri ile entegrasyonunu kolaylaştıracağı söylenebilir. Ayrıca sorular ile karar önerisine ulaştıktan sonra teknik olarak RADDES'e eklenmesi kolay olan kanıt değeri en yüksek ilgili pubmed linkinin kullanıcılara ek bilgi sağlayacağını ve sistemin benimsenmesi ve kullanılabilirliğinin

artacağı varsayılabilir. Önerilen tetkiklerin varsa “olabilirlik oranı” gibi değerleri veren bilgilerin eklenmesi gibi yenilikler ise bundan sonraki aşamalarda RADDES üzerinde yapılacak diğer çalışmalara örneklerdendir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları vardır. Değerlendirme çalışması, Akdeniz Üniversitesi Hastanesi’nde çalışan hekimlere uygulanmıştır. Türkiye’de 2003 yılında başlayan Sağlıkta Dönüşüm Projesi sonrasında güncel tıp pratiğini etkileyecek bir seri değişikliklerin ülkede, bir üniversite hastanesinde ve Akdeniz Üniversitesi Hastanesi özelinde, çalışanlarda tetkik isteme alışkanlıklarına olası etkisi bu çalışmada senaryolara alınan önerilerin ACRAC ile uyumluluğu sonuçlarını etkilemiş olabilir. Bu nedenle sonuçların genellenerek yorumlanmasında dikkatli olunmalıdır. İstenen tetkiklerin ACRAC ile uyumluluğu ve gerekliliği için çok merkezli olarak planlanmış yeni çalışmalar katkı sağlayabilir. Bir başka sınırlılık ise RADDES’in hazırlanan senaryolar ile değerlendirilmiş olmasıdır. KDS’nin güncel olarak uygulamaya sokulduğunda gerçek hastalardaki tetkik önerilerine etkisi senaryolar ile ölçülden farklılık gösterebilir. Öte yandan gerçek hastaların istemlerinin ACRAC ile uyumluluğunun değerlendirilmesi güçtür. Radyoloji kliniklerine gelen istemler çoğunlukla gerçek ve tam bilgiyi yansıtmamaktadır. Bu nedenle hasta dosyalarına ulaşarak ayrıntılı bir değerlendirme yapmak gerekmektedir. Çalışmada bir başka sınırlılık RADDES’i hemen tanıttıktan sonra kullanıcılar tarafından herhangi bir alışma dönemi geçirmeksizin kullanılmasıdır. RADDES uygulandıktan sonra eğitim, deneyim ve geribildirimler sonucu sistem iyileştirme ile daha çok kullanılması beklenebilir. Ayrıca, çalışma için hazırlanan senaryolar sadece ACRAC nörolojik görüntüleme başlığında yer alan varyantlara karşılık gelmektedir. Bu nedenle bulgular diğer başlıklara genellenmemelidir. Öte yandan, örneklem seçilerek hazırlanacak bir gerçek hasta setinin senaryolara dönüştürülerek ACRAC’ın nörolojik hastalıklarının ne kadarına karşılık geldiği araştırılmalıdır. Ek olarak, gerçek hasta öykülerinden çıkılarak hazırlanmış durumlarda RADDES ve benzeri KDS’lerin nasıl işlev göstereceği tartışılmalı ve çalışılmalıdır.

Çalışmada bir başka sınırlılık ise ACRAC’ta derecelendirme amaçlı kullanılan 1-9 arası ölçek, çalışmamızda ACRAC’ta esas alınan tetkik uygunluğunun anlamlarına bağlı kalınmakla beraber analizin sağlıklı ve kolay olabilmesi, gerçek karar ortamını daha iyi simüle edebilmesi nedenleri ile dönüştürülerek 4 seçeneğe indirilmiştir. Bu seçeneklerin tanımlanması ve anlaşılması ACRAC ile uyumluluk araştırılması açısından yetersiz kalmış olabilir. Bu durum hem sistem öncesi hem sistem sonrası tetkik gerekliliğinin ACRAC ile uyumluluğu analizinde yukarıda verilen değerlerin bir miktar daha olduğundan düşük çıkmasına neden olabilir. Halen RADDES içerisindeki 1-9 dereceli ACRAC tetkik önerileri yerine “kesinlikle”, “gerekli”, “uygun”, “özel durumlarda” ve “gereksiz” tetkik dereceleri kullanılması daha doğru bir uyumluluk tahmini sağlayabilirdi. Ayrıca ACRAC önerileri içerisinde tetkiklerin “kontrastlı”, kontrastsız” gibi olması da önerilmekte ve buna uygun olarak gönüllülere verilen senaryolarda aynı seçenek yer almaktadır. Ancak çalışmanın gerçekleştirildiği hekim grubu ülke ve hastane uygulamalarına paralel olarak

radyolojik istemlerde kontrast uygulaması tercihi belirtmemekte olup seçimi çoğunlukla radyologlara bırakmaktadır. Her ne kadar yapılandırılmış senaryo formlarında bu durum açıkça belirtilip tercih istenmiş olsa da kontrast uygulamasına ilişkin tercihlerin de alınmış olması ülke uygulamaları nedeni ile bu konuda deneyimleri görece az olan hekimlerin önerilerindeki uyumsuzluk oranının yüksekliğine neden olmuş olabilir. Öte yandan RADDES uygulama ile birlikte alınan öneriler tetkiklerin kontrastlı veya kontrastsız yapılması kararında klinisyenlere önemli katkı sağlamış olabilir ve RADDES'in tetkik uyumluluğundaki yüksek başarısının bir nedeni olabilir. Hazırlanan KDS anket formlarına senaryo yanıtları aranırken web temelli sisteme girilerek incelenmesi istenmiştir. Karar ağacı ile kullanıcılara kolaylıkla hitap edebileceğini düşündüğümüz KDS'nin bilgi sistemlerine tam entegrasyonu ve ICD eşleştirme gibi kolaylıklar sunmasının daha doğru olduğunu düşünmekteyiz. Bu nedenle projemizin henüz hastane bilgi sistemine entegre olmaması da bir sınırlılık sayılabilir. Bilgi sistemleri ve çeşitli kodlamalar ile entegre bir RADDES veya benzeri sistemin daha kullanışlı ve etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada uzman paneller ile gerçekleştirilmiş ACRAC kriterleri kullanılmıştır. Çalışmanın hipotezlerinden biri karar ağacı diagramlarının yardımı ile gerçekleştirilmiş tetkik isteme amaçlı bir KDS'nin kullanılabilir olacağıdır. Ancak, ACRAC senaryoları karar ağacı uygulamasına uygun olarak hazırlanmamıştır. Nitekim alt başlıklardan olan kranial nöropatiler bu uygunsuzluk nedeni ile çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca karar ağacı diagramlarını oluşturan panel bazı altbaşlıklarda hedeflenen en fazla üç seçenekli soru ile önerilere ulaşmak yerine dört-beş seçenek koymak zorunda kalmıştır. Herhangi bir aşamada kullanıcının önüne dört-beş ya da daha fazla seçenek gelmesi kullanılabilirlik açısından bir dezavantaj olabilir. Bu nedenler ile belirli bir bölge, tetkik, klinik durum veya hastalık için karar ağacı dönüşümüne uygun olarak hazırlanmış bir uygunluk kriteri çalışması daha yararlı olabilir. Bu amaçla kurumlar ya da ülkeler kendi koşullarına uygun ölçütler ya da çalışmalar yapabilir.

ACRAC'da tetkik önerileri ülkemiz koşullarından bir miktar farklılık göstermektedir. Örneğin çalışmamızdaki senaryolara verilen yanıtlarda özellikle acil servis uygulamalarında hekimlerin ACRAC önerilerine göre daha az BT ve MRG önerdiği bunların yerine direkt grafıyı tercih ettiği izlenmektedir. Bu durum cihazların ulaşılabilirliği ile ilgilidir. Benzer olarak boyun kitlelerine tetkik önermede ABD'de daha az yaygın olarak kullanılan US incelemeleri katılımcılar tarafından ACRAC önerilerine göre daha çok seçilmiş olabilir. Bu ve benzeri durumlar ülkelerin tıbbi uygulamalarına göre değişkenlik gösterebilir. Ayrıca Türkiye'de radyolojik istemlerdeki başlıklar çoğunlukla geri ödeme için esas alınan Sağlık Uygulama Tebliği'nde ilan edilen başlıklar ile sınırlıdır. Senaryolara verilen yanıtları almak için düzenlediğimiz yapılandırılmış formlar ile çalışmamızda bu sınırlılık kısmen aşılmaya çalışılmıştır (EK3, EK4). Ancak bu durum yine de çalışma sonuçlarını etkilemiş olabilir.

RADDES teknik açıdan da önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu kolaylıklardan en önemlisi geliştirilen XML tabanlı karar destek modülüdür. Bu modül sayesinde karar destek sistemine yeni bir bileşen eklemek için ya da var olanları güncellemek için yeniden kod geliştirilmesine ya da herhangi bir veritabanı işlemine gerek yoktur. XML dosyaları herhangi bir ortamda basit metin editörleri ile bile oluşturulabileceğinden RADDES içerisinde değişiklik ya da ek yapmak isteyen araştırmacının XML şablonuna uygun şekilde içeriği hazırlaması gerekmektedir. Hazırlanan içerik XML deposuna taşındıktan sonra web ve mobil araç parserları ek bir işleme gerek duyulmaksızın yeni veya güncellenmiş olan karar destek ağacını kullanabilirler. Sistemin web tabanlı olarak geliştirilmesi ayrıca dağıtım güncellenmesi açısından önemlidir. Bu sayede yapılan değişiklikler kullanıcılara anında ulaştırılabilir. Ayrıca mobil cihazlar için optimize edilmiş versiyonu ile de farklı platformlar için kolay kullanım imkanı sağlamaktadır. Geliştirilen sistemin bir diğer avantajı ise modüler yapısı sayesinde yeni özelliklerin eklenebileceği esnek bir mimariye sahip oluşudur. Bu esnek yapı ileride yapılması planlanan KDS tarafından üretilmiş çıktıların “Pubmed” kaynakları ile entegrasyonu veya kullanıcıların ICD ve CPT kodları, Radlex gibi parametrelerle ile sistemi kullanabilecekleri modüllerin eklenmesini kolaylaştırmaktadır. Son olarak geliştirilen sistem, servis ara yüzünden yetkilendirilmiş kaynaklarla XML formatında veri gönderip alabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede yetkilendirilmiş bilgi sistemleri veya yazılımlar ile hızlı ve kolay entegrasyonun sağlanabileceği bir temel oluşturulmuştur.

Tetkiklerin gerekliliğini belirlemek zordur. Bu konuda yapılan çalışma örneği oldukça azdır. Çalışmamızda önerilen tetkiklerin ACRAC ile uyumluluğu araştırılmıştır. Ancak ACRAC ile uyumluluk, tetkiklerin ne kadar gerekli olduğunu tamamen yansıtmayabilir. Ayrıca ACRAC ölçütlerinde 1-9 ile gösterilen tetkik gerekliliği tetkikin hastalık tanı ve tedavisine etkisini belirtmektedir. Oysa tanı veya tedaviye etkisinin yanı sıra mortaliteye, morbiditeye, yaşam kalitesine ve hatta toplum sağlığına etkisinin ölçülmesi ve maliyet analizleri ile radyasyon dozları gibi olası zararlı etkilerini araştıran çalışmalar gereklidir. Ancak bunlar çok daha zor ve kapsamlı çalışmalardır.

SONUÇLAR

1. Tıbbi görüntüleme alanında uygun tetkik isteme oldukça önem kazanmış ve güncel bir kavram olup üzerinde hala çalışılmaya gereksinim vardır.
2. Klinisyenlerin radyolojik tetkik istem uygunluklarını değerlendirme önemli ve zordur. Radyolojik tetkik önerilerinin ACRAC ile uyumluluğu ilk kez bu çalışmada değerlendirilmiştir. Tetkik önerilerinin uygunluğunun değerlendirilmesinde, ACRAC bir referans olarak kullanılabilir.
3. ACRAC halen tetkik uygunluğu için en kapsamlı çalışmadır. Ancak klinik gereksinimlere kısmen yanıt verebilmekte olup geliştirilmelidir. Gerek güncel uygulamalardaki kullanımında gerek KDS'lere uygulanmasında iyileştirilmesi gereken alanlar vardır.
4. ACRAC kılavuzları kullanılarak karar ağacı diagramları veya karar verme süreçlerine yardımcı olan başka benzeri araçlar yardımı ile KDS geliştirilmesi, kullanılabilirliğe katkı sağlayabilir. Çalışmamız bu tür KDS'lere bir örnektir.
5. Bu çalışmanın gerçekleştirildiği koşullarda hekimlerin tetkik önerileri ile ACRAC önerileri arasında dikkat çekici bir uyumsuzluk saptanmıştır.
6. RADDES klinisyenlerin uygun tetkik kararını iyileştiren ve kullanılabilir bir sistemdir. Kullanılması ile hekimlerin tetkik önerilerinin ACRAC önerilerine uyumu belirgin olarak artmıştır. Sistemin bilgi sistemlerine entegrasyonu ve sonrasında artmış kullanıcı deneyimi sistemin kullanılabilirliğini ayrıca artırabilir.
7. Uygun tetkik isteme amaçlı yaygın olarak kabul edilen KDS son derece sınırlı sayıdadır. RADDES bu alanda değerlendirme sonuçları yanı sıra kullanılabilirlik analizi yapılmış bir çalışmadır. Bu çalışmada elde edilen bulguların RADDES dışında uygun tetkik isteme amaçlı başka KDS'lerin değerlendirme ve kullanılabilirlik analizi verileri ile zenginleştirilmesi, gelecekte etkin ve yaygın olarak kullanılan sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.
8. ACRAC benzeri kanıta dayalı kılavuzların hazırlama aşamalarında tıbbi karar verme mekanizmalarının ve bu zeminde KDS geliştirilmesinin gözönünde

bulundurulması kullanılabilirliği yüksek sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

9. ICD, CPT ve Radlex'in de kullanıldığı entegre bilgi sistemleri, pubmed bağlantıları, akıllı telefon veya tablet cihaz ile uyumlu uygulamalar bu alanda yapılacak diğer çalışmalara örneklerdir. RADDES'in teknik yapısı nedeni bu çalışmaları olanaklı kılmaktadır, ayrıca güncellemeler ve içerik değişikliklerine kolaylıkla uyarlanabilecek yapısı nedeni ile önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Siström CL. The Appropriateness of Imaging, *Radiology* 2009; 251:637-649.
2. Hendee WR, Becker GJ, Borgstede JP, et al. Addressing overutilization in medical imaging. *Radiology* 2010; 257:240-245.
3. Evidence-Based Medicine Working Group. Evidence-Based Medicine A New Approach to Teaching the Practice of Medicine. *JAMA* 199; 268:2420-2425.
4. Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray JAM, Haynes RB. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996; 312:71-72.
5. <http://www.cebm.net>. Erişim tarihi: 11 Ağustos 2012
6. Chassin MR, Koseoff J, Park RE et al. Does inappropriate use explain geographic variations in the use of health care services? a study of three procedures? *JAMA* 1987; 258:2533-2537.
7. Leape LL, Park RE, Solomon DH, Koseoff J, Brook RH. Does inappropriate use explain small-area variations in the use of health care services? *JAMA* 1990; 263:669-672.
8. What do we mean by appropriate health care? Report of a working group prepared for the Director of Research and Development of the NHS Management Executive. *Qual Health Care* 1993; 2:117-123.
9. <http://www.acr.org>. Erişim tarihi: 2 Ağustos 2012
10. Cascade PN. American College of Radiology Appropriateness criteria project. *Radiology* 2000; 214:3-46.
11. Referral guidelines for imaging: radiation protection 118. Luxemborg City, Luxemborg. Office for Official Publication of the European Communities, 2001.
12. Canadian Association of Radiologists. Diagnostics imaging referral guidelines: a guide for physicians. Saint Lorent, Quebec, Canada. Canadian Radiological Foundations, 2005.

13. Royal College of Radiologists. Making the best use of clinical radiology services: referral guidelines. London, England: Royal College of Radiologists, 2007.
14. Siström CL, Honeyman JC. Relational Data Model for the American College of Radiology Appropriateness Criteria. *J Digit Imaging* 2002; 15:216-225.
15. Siström CL. The ACR Appropriateness criteria: Translation into Practice and Research. *J Am Coll Radiol* 2005; 2:61-67.
16. Siström CL. In Support of the ACR Appropriateness Criteria. *J Am Coll Radiol* 2008; 5:630-635.
17. Blackmore CC, Medina LS, Evidence-Based Radiology and the ACR Appropriateness Criteria. *J Am Coll Radiol* 2006; 3:505-509.
18. Druzdel MJ, Flynn RR. Decision support systems. New York: Marcel Dekker Inc, 2002
19. Berner ES. Clinical Decision Support Systems. Springer Science, New York, 2007.
20. Marakas GM. Decision Support Systems in the 21st century. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1999.
21. Osheroff JA, Teich JM, Middleton BF, Steen EB, Wright A, Detmer DE. A roadmap for national action on clinical decision support. For AMIA as a work product for ONC contract HHSP23300500877P. 2006.
22. Lehnert BE, Bree RL. "Analysis of Appropriateness of outpatient CT and MRI referred from primary care clinics at an academic medical center: How critical is the need for improved decision support? ". *Journal of American Academic College of Radiology* 2010; 7:192-197.
23. <http://acsearch.acr.org/> Erişim tarihi: 05/10/2009.
24. Özel D. Yoğun bakımda hastaların kabulü, tanı ve tedavi süreçleri için karar desteği sağlayan web-tabanlı klinik rehber geliştirilmesi. Uzmanlık tezi, Antalya, 2010.
25. Wang Y, The Cognitive Process of Decision Making. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence* 2007; 1: 73-85.
26. Decision Making. http://en.wikipedia.org/wiki/Decision_making#cite_note-reason-0. Erişim tarihi: 11.08.2009.

27. Simon HA. *The New Science of Management Decision*. New York; NY, US: Harper and Brothers, 1960.
28. Newell A, Simon HA. *Human Problem Solving*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.
29. Buhisi NI, Abu Naser SS. *Dynamic Programming as a Tool of Decision Supporting* 2009; 5:671-76.
30. Albright SC, Winston WL, Zappe C. *Data Analysis & Decision Making*. 3rd ed, Australia: Thomson South-Western, 2006.
31. Tversky A, Shafir E. Choice under conflict: the dynamic of the deferred decision. *Psychol Sci*. 1992; 3:358-361.
32. Simonson I, Tversky A. Choice in context: tradeoff contrast and extremeness a version. *J Marketing Res*. 1992; 29:281-295.
33. Huber J, Payne JW, Puto C. Adding asymmetrically dominated alternatives: violations of regularity and the similarity hypothesis. *J Consumer Res* 1982; 9:90-98.
34. Janis IL, Mann L. *Decision Making: A psychological Analysis of conflict, choice and commitment*. New York, NY: Free press, 1977.
35. Slovic P, Lichtenstein A. Preferences reversals: a broader perspective. *Am Econ Rev*. 1983; 73:596-605 .
36. Redelmeier DA, Shafir E. Medical decision making, situations in that offer multiple alternatives. *JAMA* 1995; 273:302-305.
37. Bates DW, Kuperman GJ, Wang S, Tejal G, Anne K, Volk L, Spurr C, Khorasani R, Tanasijevec M, Middleton B. Ten Commandments for Effective Clinical Decision Support: Making the Practice of Evidence-based Medicine a Reality. *Journal of the American Medical Informatics Association* 2003; 10: 523-530.
38. Kaplan B. Evaluating informatics applications-clinical decision support systems literature review. *International Journal of Medical Informatics* 2001; 64:15-27.
39. Bell DE, Raiffa H, Tversky A. *Decision Making: Descriptive, Normative, and Prescriptive Interactions*, 1988.

40. Einhorn HJ, Hogarth RM. Behavioral decision theory: processes of judgment and choice. *Annual Review of Psychology* Cambridge University Press, Cambridge 1981; 32: 53–88.
41. Kahneman D, Tversky A. The simulation heuristic. In *Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases* (eds. D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky), Cambridge University Press, Cambridge, 1982: pp. 201–208.
42. Bornstein BH, Emler AC, Chapman GB. Rationality in medical treatment decisions: is there a sunk-cost effect? *Social Science and Medicine* 1999; 49: 215–222.
43. Dawson NV, Arkes HR, Siciliano C, Blinkhorn R, Lakshmanan M, Petrelli M. Hindsight bias: an impediment to accurate probability estimation in clinicopathologic conferences. *Medical Decision Making* 1988;8:259–264.
44. Detmer DE, Fryback DG, Gassner K. Heuristics and biases in medical decision-making. *Journal of Medical Education* 1978;53:682–683.
45. Dolan JG. A method for evaluating health care providers' decision making: the Provider Decision Process Assessment instrument. *Medical Decision Making* 1999;19:38–41.
46. Elstein AS. Cognitive processes in clinical inference and decision making. In *Reasoning, Inference, and Judgment in Clinical Psychology* (eds. D. Turk & P. Salovey), 1988, pp. 17–50, Free Press, New York.
47. Hammond KR. How convergence of research paradigm can improve research on diagnostic judgment. *Medical Decision Making* 1996;16: 281–287.
48. Black WC, Welch G. Advances in diagnostic imaging and overestimations of disease prevalence and the benefits of therapy. *New England Journal of Medicine* 1993; 328:1237–1243.
49. Casscells W, Schoenberger A, Graboyes TB. Interpretation by physicians of clinical laboratory results. *New England Journal of Medicine* 1987; 299: 999–1001.
50. Haynes B, Haines A. Getting research findings into practice: barriers and bridges to evidence based clinical practice. *British Medical Journal* 1998; 317: 273–276.
51. Brian H, Bornstein A, Christine E. Rationality in medical decision making: a review of the literature on doctors' decision-making biases. University of

Nebraska – LincolnDigitalCommons@University of Nebraska – LincolnFaculty Publications, Department of Psychology Psychology, Department of 4-19-2001.

52. Curley SP, Connelly DP, Rich EC. Physicians' use of medical knowledge resources: preliminary theoretical framework and findings. *Medical Decision Making* 1990; 10:231–241.
53. Power, DJ. *Decision support systems: concepts and resources for managers*. Westport, Conn., Quorum Books, 2002.
54. Stivaros SM, Gledson A, Nenadic G, Zeng X-J, Keane J. Decision support systems for clinical radiological practice-towards the next generation. *The British Journal of Radiology* 2010; 83:904–914.
55. Keen PGW. *Decision support systems: an organizational perspective*. Reading, Mass., Addison-Wesley Pub. Co. 1978.
56. Haettenschwiler P. Neues anwenderfreundliches Konzept der Entscheidungsunterstützung. *Gutes Entscheiden in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft*. Zurich, vdf Hochschulverlag 1999, AG: 189-20
57. Marakas GM. *Decision support systems in the twenty-first century*. Upper Saddle River, Prentice Hall N.J, 1999.
58. Negnevitsky M. *Artificial intelligence: a guide to intelligent systems*. 2nd ed. Assison-Wesley, Ma, 2005.
59. Rich E, Knight K. *Artificial intelligence*. London: McGraw-Hill, 1991.
60. Asada N, Doi K, MacMahon H, Montner SM, Giger ML, Abe C, et al. Potential usefulness of an artificial neural network for differential diagnosis of interstitial lung diseases: pilot study. *Radiology* 1990;177:857–860.
61. Stutz J, Cheeseman P. A short exposition on Bayesian inference and probability. In: NASA Ames Research Centre: Computational Sciences Division, Data Learning Group, Available at: <http://ic.arc.nasa.gov/ic/projects/bayes-group/html/bayes-theorem-long.html>. 1994;
62. Helm L. Improbable inspiration. *Los Angeles Times*, 28 October 1996.
63. Burnside ES. Bayesian networks: computer-assisted diagnosis support in radiology. *Acad Radiol* 2005; 12:422–430.

64. <http://www.openclinical.org/dss.html#definition>. Erişim tarihi: ekim 2012.
65. Coiera E. *The Guide to Health Informatics* (2nd Edition). London, Arnold, October 2002. (Coiera quoting Sintchenko et al., 2002)
66. Perreault L, Metzger J. A pragmatic framework for understanding clinical decision support. *Journal of Healthcare Information Management*. 1999;13(2):5-21.
67. Altman RB. Informatics in the care of patients: ten notable challenges. *West J Med* 1997;166:118–22.
68. Lederberg J. How DENDRAL was conceived and born. In: *Proceedings of ACM conference on history of medical informatics* 5th November 1987. Bethesda, MD: ACM, 1987.
69. *Rule-based expert systems: the MYCIN experiments of the Stanford heuristic programming project*. Addison-Wesley, MA, 1984
70. Thacker NA, Varma AR, Bathgate D, Stivaros S, Snowden JS, Neary D, et al. Dementing disorders: volumetric measurement of cerebrospinal fluid to distinguish normal from pathologic findings - feasibility study. *Radiology* 2002; 224:278–85.
71. Stivaros SM, Sinclair D, Bromiley PA, Kim J, Thorne J, Jackson A. Endoscopic third ventriculostomy: predicting outcome with phase-contrast MR imaging. *Radiology* 2009; 252:825–32.
72. Selvarajah J, Scott M, Stivaros S, Hulme S, Georgiou R, Rothwell N, et al. Potential surrogate markers of cerebral microvascular angiopathy in asymptomatic subjects at risk of stroke. *Eur Radiol* 2009;19:1011–18.
73. Stivaros SM, Jackson A. Changing concepts of cerebrospinal fluid hydrodynamics: role of phase-contrast magnetic resonance imaging and implications for cerebral microvascular disease. *Neurotherapeutics* 2007;4:511–522.
74. Rosenthal DI, Weilburg JB, Schultz T, Miller JC, Nixon V, Dreyer KJ, Thrall JH. *Radiology Order Entry With Decision Support: Initial Clinical Experience* *Am Coll Radiol* 2006; 3:799-806.

75. Harpole LH, Khorasani R, Fiskio J, Kuperman GJ, Bates DW. Automated evidence-based critiquing of orders for abdominal radiographs: impact on utilization and appropriateness. *J Am Med Inform Assoc* 1997; 4:511–21.
76. Gurney JW. Determining the likelihood of malignancy in solitary pulmonary nodules with Bayesian analysis. Part I. Theory. *Radiology* 1993;186(2):405-413.
77. Gurney JW, Lyddon DM, McKay JA. Determining the likelihood of malignancy in solitary pulmonary nodules with Bayesian analysis. Part II. Application. *Radiology*. 1993;186:415-22. <http://www.chestx-ray.com/spn/spnprob.html> erişim tarihi kasım 2012
78. Karson A, Kuperman G, Horsky J, Fairchild DG, Fiskio J, Bates DW. Patient-specific computerized outpatient reminders to improve physician compliance with clinical guidelines. *J Gen Intern Med*. 2000; 15:126.
79. Teather D, Morton BA, du Boulay GH, Wills KM, Plummer D, Innocent PR. Computer assistance for CT scan interpretation and cerebral disease diagnosis. *Stat Med* 1985; 4: 311–15.
80. du Boulay GH, Teather D, Morton BA, Wills KM, Innocent PR, Plummer D. Brains-a computer advisor system to aid in CT scan interpretation and cerebral disease diagnosis. *Neuroradiology* 1987; 29:196–199.
81. Teather D, Teather BA, Wills KM, du Boulay GH, Plummer D, Isherwood I, et al. Evaluation of computer advisor in the interpretation of CT images of the head. *Neuroradiology* 1988; 30:511–517.
82. du Boulay GH, Woods AJ, Teather D, Teather BA, Wills KM, Plummer D. Towards an advisor for MRI. *Neuroradiology* 1988; 30:245–251.
83. Erol FS, Uysal H, Ergun U, Barisci N, Serhatlioglu S, Hardalac F. Prediction of minor head injured patients using logistic regression and MLP neural network. *J Med Syst* 2005; 29:205–215.
84. Sinha M, Kennedy CS, Ramundo ML. Artificial neural network predicts CT scan abnormalities in pediatric patients with closed head injury. *J Trauma* 2001; 50:308–12.
85. Fukuda H, Inoue Y, Nakajima H, Usuki N, Saiwai S, Miyamoto T, et al. Potential usefulness of an artificial neural network for assessing ventricular size. *Radiat Med* 1995; 13: 23–26.

86. Wu Y, Doi K, Metz CE, Asada N, Giger ML. Simulation studies of data classification by artificial neural networks: potential applications in medical imaging and decision making. *J Digit Imaging* 1993; 6:117–125.
87. Suryanarayanan S, Karellas A, Vedantham S, Glick SJ, D’Orsi CJ, Baker SP, et al. Comparison of tomosynthesis methods used with digital mammography. *Acad Radiol* 2000; 7:1085–1097.
88. Burnside ES, Rubin DL, Fine JP, Shachter RD, Sisney GA, Leung WK. Bayesian network to predict breast cancer risk of mammographic microcalcifications and reduce number of benign biopsy results: initial experience. *Radiology* 2006; 240:666–673.
89. Burnside ES, Rubin DL, Shachter RD. Using a Bayesian network to predict the probability and type of breast cancer represented by microcalcifications on mammography. *Medinfo* 2004; 11:13–17.
90. Floyd CE Jr, Lo JY, Yun AJ, Sullivan DC, Kornguth PJ. Prediction of breast cancer malignancy using an artificial neural network. *Cancer* 1994;74:2944–2948.
91. Burnside ES, Rubin DL, Shachter RD, Sohlich RE, Sickles EA. A probabilistic expert system that provides automated mammographic-histologic correlation: initial experience. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 182:481–488.
92. Burnside E, Rubin D, Shachter R. A Bayesian network for mammography. *Proc AMIA Symp* 2000:106–10; Kahn CE Jr, Roberts LM, Shaffer KA, Haddawy P. Construction of a Bayesian network for mammographic diagnosis of breast cancer. *Comput Biol Med* 1997; 27:19–29.
93. Kahn CE Jr, Roberts LM, Wang K, Jenks D, Haddawy P. Preliminary investigation of a Bayesian network for mammographic diagnosis of breast cancer. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care* 1995:208–212.
94. Power R, Scott D, Evans R. What you see is what you meant: direct knowledge editing with natural language feedback. In: Henri Prade (Ed) 13th European Conference on Artificial Intelligence, Brighton UK, 1998: Proceedings John Wiley and Sons NJ.
95. Medical Research Council. Streptomycin treatment of pulmonary tuberculosis. *BMJ* 1948; 2: 769–782.
96. Medical Research Council. Clinical trial of patulin in the common cold. *Lancet* 1944; ii: 373–375.

97. Cochrane A. Effectiveness and Efficiency: Random Reflections on Health Services. London: Royal Society of Medicine Press, 1999. <http://www.medicine.ox.ac.uk/bandolier/painres/download/whatis/ebm.pdf>
Erişim tarihi: ağustos 2012.
98. Straus SE, Richardson WS, Glasziou P, Haynes RB. Evidence based medicine. How to practice and teach evidence based medicine 3rd edition, Elsevier- Churchill Livingstone, Toronto, 2005.
99. Rosenberg W, Donald A. Evidence based medicine: an approach to clinical problem-solving. *BMJ* 1995; 310:1122–1126.
100. Siderov J. How are internal medicine residency journal clubs organized and what makes them successful? *Arc Intern Med* 1995;155:1193-1197.
101. Alguire PC. A review of postgraduate medical education. *J Gen Intern Med* 1998;13:347-353.
102. Hopcroft K. Why the drugs don't work. *The Times* 13 December 2003.
103. McAlister FA, Graham I, Karr GW, Laupacis A. Evidence-based medicine and the practicing clinician: a survey of canadian general internists. *J Gen Intern Med* 1999;14:236-42.
104. McColl A, Smith H, White P, Field J. General practioners' perceptions of the route to evidence- based medicine : a questionnaire survey. *BMJ* 1998; 316:361-365.
105. Young JM, Glasziou P, Ward J. General practitoners' self ratings of skills in evidence based medicine: validation studt. *BMJ* 2002; 324:950-951.
106. Dixon AK. Evidence based diagnostic radiology. *Lancet* 1997; 350:509-512.
107. Evidence-Based Radiology Working Group. Evidence-based radiology: a new approach to the practice of radiology. *Radiology* 2001; 220:566-575.
108. Staunton M. Evidence-based radiology: steps 1 and 2--asking answerable questions and searching for evidence. *Radiology* 2007; 242:23-31.
109. Maher MM, Hodnett PA, Kalra MK. Evidence-based Practice in Radiology: steps 3 and 4--appraise and apply interventional radiology literature. *Radiology* 2007; 242:658-70.

110. Dodd JD. Evidence-based practice in radiology: steps 3 and 4--appraise and apply diagnostic radiology literature. *Radiology* 2007; 242:342-354.
111. Malone DE, Staunton M. Evidence-based practice in radiology: step 5 (evaluate)--caveats and common questions. *Radiology* 2007; 243:319-328.
112. Medina LS, Blackmore CC. Evidence-based radiology: review and dissemination. *Radiology* 2007; 244:331-336.
113. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=%22evidence%20based%20radiology%22>. Erişim tarihi: Ekim 2012
114. Iglehart JK. The new era of medical imaging: progress and pitfalls. *N Engl J Med* 2006; 354:2822 -2828.
115. America's health insurance plans: ensuring quality through appropriate use of diagnostic imaging. America's Health Insurance Plans Web site, 2008. <http://www.ahip.org/content/default.aspx?docid=24057>. Erişim: September 14, 2009
116. Congress of the United States. Budget options. Vol 1, Health care. Washington, DC: Congressional Budget Office, 2008.
117. Emanuel EJ, Fuchs VR. The perfect storm of overutilization. *JAMA* 2008; 299 (23): 2789 – 2791.
118. Fisher ES, Wennberg JE, Stukel TA, et al. Associations among hospital capacity, utilization, and mortality of US Medicare beneficiaries, controlling for sociodemographic factors. *Health Serv Res* 2000; 34:1351–1362.
119. Fisher ES, Wennberg DE, Stukel TA, Gottlieb DJ, Lucas FL, Pinder EL. The implications of regional variations in Medicare spending. I. The content, quality, and accessibility of care. *Ann Intern Med* 2003; 138:273-287.
120. Fisher ES, Wennberg DE, Stukel TA, Gottlieb DJ, Lucas FL, Pinder EL. The implications of regional variations in Medicare spending. II. Health outcomes and satisfaction with care. *Ann Intern Med* 2003; 138:288-298.
121. Wennberg JE, Fisher ES, Skinner JS. Geography and the debate over Medicare reform *Health Aff (Millwood)* 2002.
122. Barnett M. The Evolution of Federal X-Ray Programs. *Radiographics* 1989; 9: 1277-1282.

123. Brook RH. The RAND/UCLA appropriateness method. In: McCormick KA, Moore SR, Siegel RA, eds. Methodology perspectives. Agency for Health Care Policy and Research publication no. 95-0009. Rockville, Md: Public Health Service, Department of Health and Human Services, 1994; 59:–70.
124. Hicks NR. Some observations on attempts to measure appropriateness of care. *BMJ* 1994; 309:730–733.
125. Brown BB. The Delphi method: a methodology used for the elicitation of opinion of experts. Santa Monica, Calif: RAND Corporation, 1968.
126. Dalkey NC. The Delphi method: An experimental study of group opinion. Document no. RM-5888-PR. Santa Monica, Calif: RAND Corporation, 1969.
127. Fitch K, Bernstein SJ, Burnand B, et al. The RAND/UCLA appropriateness method user’s manual. Santa Monica, Calif: RAND Corporation, 2001.
128. Guyatt GH, Feeny DH, Patrick DL. Measuring health-related quality of life. *Ann Intern Med* 1993;118:622–629.
129. Prieto L, Sacristán JA. "Problems and solutions in calculating quality-adjusted life years (QALYs)". *Health and Quality of Life Outcomes* 2003; 1: 80.
130. <http://www.nice.org.uk/newsroom/features/measuringeffectivenessandcosteffectiveness/qaly.jsp>. Erişim tarihi: Ağustos 2012
131. Brennan A, Chick SE, Davies R. A taxonomy of model structures for economic evaluation of health technologies. *Health Econ* 2006;15:1295–1310.
132. Pearl WS. A hierarchical outcomes approach to test assessment. *Ann Emerg Med* 1999; 33:77–84.
133. Fryback DG. A conceptual model for output measures in cost-effectiveness evaluation of diagnostic imaging. *J Neuroradiol* 1983; 10: 94–96.
134. Brealey S. Measuring the effects of image interpretation: an evaluative framework. *Clin Radiol* 2001; 56:341–347.
135. Mackenzie R, Dixon AK. Measuring the effects of imaging: an evaluative framework. *Clin Radiol* 1995; 50:513–518.
136. Kane RL, Lurie N. Appropriate effectiveness: a tale of carts and horses. *Qual Rev Bull* 1992; 18:322–326.

- 137.** Levin DC, Bree RL, Rao VM, Johnson J. A prior authorization program of a radiology benefit management company and how it has affected utilization of advanced diagnostic imaging. *J Am Coll Radiol* 2010; 7:33-38.
- 138.** Mitchell JM, LaGalia RR. Controlling the escalating use of advanced imaging: the role of radiology benefit management programs. *Med Care Res Rev* 2009; 66:339-351.
- 139.** US Government Accountability Office. Report to Congressional Requesters. Medicare Part B imaging services: rapid spending growth and shift to physician offices indicate need for CMS to consider additional management practices. Available at: <http://www.gao.gov/products/GAO-08-452>. Accessed July 19, 2009.
- 140.** <http://www.gpoaccess.gov/usbudget/fy10/index.html>. Accessed December 12, 2009.
- 141.** Medicare Physician Payment Advisory Commission. Report to the Congress: Medicare payment policy. http://www.medpac.gov/publications/congressional_reports/Mar05_EntireReport.pdf. Erişim tarihi; Aralık 2010.
- 142.** Radiology Benefit Managers: Cost Saving or Cost Shifting? David W. Lee, PhDa, James V. Rawson, MDb, Sally W. Wade, MPHc *J Am Coll Radiol* 2011; 8:393-401.
- 143.** Blachar A, Tal S, Mandel A, Novikov I, Polliack G, Sosna J, Freedman Y, Copel L, Shemer J. Preauthorization of CT and MRI examinations: assessment of a managed care preauthorization program based on the ACR Appropriateness Criteria and the Royal College of Radiology guidelines *J Am Coll Radiol*. 2006 Nov; 3(11):851-859.
- 144.** <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>: Erişim tarihi 1 ağustos 2012
- 145.** Cascade PN. Setting appropriateness guidelines for Radiology. *Radiology* 1994; 192(1):50A-54A.
- 146.** Bettmann MA. The ACR appropriateness criteria: view from the committee chair. *J Am Coll Radiol* 2006; 3:510-512.

- 147.** Brindis RG, Douglas PS, Hendel RC, et al. ACCF/ASNC appropriateness criteria for single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging (SPECT MPI). *J Am Coll Cardiol* 2005; 46:1587-1605.
- 148.** Douglas PS, Khandheria B, Stainback RF, et al. ACCF/ASE/ACEP/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2007 appropriateness criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance endorsed by the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine. *J Am Coll Cardiol* 2007;50: 187–204.
- 149.** Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48:1475-1497.
- 150.** Blackmore CC, Medina LS. Evidence-based radiology and the ACR appropriateness criteria. *J Am Coll Radiol* 2006;3:505–509. Siström CL. In support of the ACR appropriateness criteria. *J Am Coll Radiol* 2008;5: 630–635.
- 151.** Kraft E, Finby N. Beginning of Radiology in 1896: First newspaper report of discovery of x-ray. *NY state J Med* 1981; 81:805.
- 152.** Glasser Wilhelm Conrad Roentgen and the early history of the roentgen rays. Springfield, III, Charles C Thomas, 1933.
- 153.** Knutsson F. Röntgen and the Nobel Prize: The discussion at the Royal Swedish Academy of Sciences in Stockholm in 1901. *Acta Radiol* 1974; 15:465-473.
- 154.** MacIntyre J. X-ray records for the cinematograph. *Arch Skiag* 1897; 1:37.

- 155.** Davidson JM: Remarks on the value of stereoscopic photography and skiagraphy: Records of clinical and pathological appearances. *Brit Med J* 2:1668-1671, 1898.
- 156.** Angus WM. A commentary on the development of diagnostic imaging technology. *RAudioGraphics* 1989; 9: 1225-1244.
- 157.** Williams FH. *The Roentgen rays in medicine and surgery*. New York, Mac Millan, 1901.
- 158.** Grainger RG. Intravascular contrast media: the past, the present and the future. *Brit J Radiol* 1982; 55:1-18.
- 159.** Arenson RI, Seshadri SB, Kundel HI et al: Clinical evaluation of a medical image management system for chest images. *AJR* 1988; 150:55-59.
- 160.** Cox GG, Templeton AW, Dwyer SJ. Digital image management: Networking, display, and archiving. *Radiol Clin North Am* 1986; 24: 37-54.
- 161.** Diagnostic ultrasound: Historical perspective. In King DL (ed): *Diagnostic ultrasound*. St Louis, Mosby, 1974.
- 162.** Satomura S. Ultrasonic Doppler method for the inspection for cardiac functions. *J Acoust Soc Am* 1957; 29:1181.
- 163.** Hounsfield GN. Computed medical imaging. Nobel lecture 1979. *J Comput Assit Tomogr* 1980; 4:665-674.
- 164.** Hendee WR. Cross sectional medical imaging: A history. *Radiographics* 1989; 9:1155-1180.
- 165.** Brouder J, Warshauer DM. Increasing utilization of computed tomography in the adult emergency department, 2000-2005. *Emergency Radiology* 2006; 2006; 13:25-30.
- 166.** Andrew ER, A historical review of NMR and its clinical application. *Brit Med Bull* 1984; 40:115-118.
- 167.** Osborne AG. *Diagnostic Neuroradiology*. Mosby Year Book, 1994, St Louis, Missouri.
- 168.** Atlas SW. *Magnetic Resonance Imaging Brain and Spine*, 4th ed. Lippincott Williams&Wilkins, 2009, Philadelphia.

- 169.** Judenhofer MS, Cherry SR. Applications for Preclinical PET/MRI. *Seminer in Nuclear Medicine*. 2013; 43:19-29.
- 170.** Wolf G, Abdolmaali N. *Recent Results Cancer Res*. 2013;187:257-310.
- 171.** Lopci E, Fanti S. Preclinical Molecular Imaging Using PET and MRI. *Recent Results Cancer Res. Molecular Imaging in Oncology* 2013;187:371-400.
- 172.** Gutierrez C. The birth and growth of neuroradiology in the USA. *Neuroradiology* 1981; 21: 227-237.
- 173.** Taveras JM. The development of neuroradiology in the United States. *AJNR* 1980;1-2.
- 174.** Tullis TS, Stetson JN. A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability, Usability Professional Association Conference, 2004.
- 175.** Brooke J. SUS: A quick and dirty usability scale. In P. Jordan, B. Thomas, B. Weerdmeester, I. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry*. London: Taylor & Francis, pp: 189-194, 1996
- 176.** Bailey B. Getting the Complete Picture with Usability Testing. Usability.gov.2006.<http://www.usability.gov/pubs/030106news.html>. Erişim Tarihi: 06.04.2008.
- 177.** http://www.tusak.saglik.gov.tr/saglik_istatistikleri_yilligi_2010.pdf. Erişim tarihi: Kasım 2011.
- 178.**http://www.rbma.org/uploadedFiles/RBMA_Web_site/Advocacy/Advocacy_Payer_Relations/ACRRBMA%20Best%20Practices%20for%20Radiology%20Benefits%20Management%20Programs.pdf.
- 179.** Siström CL, Dang PA, Weilburg JB, Rosenthal DI, Thrall JH. Effect of Computerized order entry with integrated decision support on the growth of outpatient procedure volumes. Seven-year time series analysis. *Radiology* 2009; 251:147-155.
- 180.** Bautista AB, Burgos A, Nickel BJ, Yoon JJ, Tilara AA, Amorosa JK. Do Clinicians Use the American College of Radiology Appropriateness Criteria in the Management of Their Patients? *AJR* 2009; 192:1581-1585.
- 181.** Tigges S, Sutherland D, Manaster BJ. Do Radiologists Use the American College of Radiology Musculoskeletal Appropriateness Criteria? *AJR* 2000; 175:545-547.
- 182.** Levy G, Blacharz A, Goldstein L, Paz I, Olsha S, Atar E, Goldberg A. Nonradiologist Utilization of American College of Radiology Appropriateness

Criteria in a Preauthorization Center for MRI Requests: Applicability and Effects. AJR 2006; 187:855-858.

ÖZGEÇMİŞ

Abdullah Utku Şenol, 1966 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Elazığ'da tamamlayarak 1981-1988 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde eğitim gördü. 1988-1993 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Radyoloji alanında uzmanlık eğitimini tamamladı. 1993-1994 yılları arasında Kastamonu Devlet Hastanesi'nde zorunlu hizmetini yaptı. 1994-1996 yılları arasında Tatvan 100 yataklı asker Hastanesi'nde askerlik görevini yaptıktan sonra 1997 yılında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde uzman, 1998 yılında Yardımcı Doçent olarak çalıştı. 2000 yılında Radyoloji Doçenti olduktan sonra 2006 yılında Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı'nda Tıp Bilişimi Doktora eğitimine başladı. 2006 yılından itibaren Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda profesör olarak çalışmakta ve 2011 yılından beri Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroradyoloji Bilim Dalı Başkanlığını yürütmektedir. Evli, 2 çocuklu olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.

EKLER



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

Archives of Gerontology and Geriatrics 44 (2007) 141–151

ARCHIVES OF
GERONTOLOGY
AND GERIATRICSwww.elsevier.com/locate/archger

Linear measures of temporal lobe atrophy on brain magnetic resonance imaging (MRI) but not visual rating of white matter changes can help discrimination of mild cognitive impairment (MCI) and Alzheimer's disease (AD)

Esen Saka^{a,*}, Ebru Apaydin Dogan^b, Mehmet Akif Topcuoglu^a,
Utku Senol^c, Sevin Balkan^b

^aDepartment of Neurology, Faculty of Medicine, Hacettepe University, 06100 Ankara, Turkey

^bDepartment of Neurology, Faculty of Medicine, Akdeniz University, 07059 Antalya, Turkey

^cDepartment of Radiology, Faculty of Medicine, Akdeniz University, 07059 Antalya, Turkey

Received 7 October 2005; received in revised form 4 April 2006; accepted 10 April 2006

Available online 24 May 2006

Abstract

Clinical discrimination of the early stages of AD and MCI is challenging. MRI indices which are simple enough to be applied by non-radiologists on hard copies would be of practical importance in the discrimination. We studied 45 consecutive patients (17 with MCI, 25 with AD, 3 with normal cognitive findings) with at least one white matter lesion (WML) on axial fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) MRI sequences. WML load was evaluated by Fazekas' scoring system; temporal lobe atrophy by interuncal distance (IUD) measurement. WML pattern had no significant discriminative value of AD and MCI. No significant correlation between periventricular/subcortical WML scores and neuropsychological test results was observed. The mean IUD was significantly smaller in patients with MCI compared to those with AD. The cut-off value of IUD was 28.3 mm with receiver operating curve (ROC) analysis. Area under the curve was 0.925 (95% CI: 0.800–0.983). A significant negative correlation between IUD and the mini mental state examination (MMSE), verbal fluency, clock drawing, and Rey Auditory verbal learning test (AVLT) was noted. The results indicate that measurement of IUD is a clinically useful test in discrimination of AD and

* Corresponding author. Tel.: +90 312 3051809; fax: +90 312 3093451.

E-mail address: esensaka@yahoo.com (E. Saka).

MCI patients with WML(s) on brain MRI. However, severity of these lesions is not useful for distinctions.

© 2006 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

Keywords: Mild cognitive impairment (MCI); Alzheimer's disease (AD); Brain MRI; Fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR); Temporal lobe atrophy; White matter lesion (WML); Lacune

1. Introduction

AD is common in elderly persons. Since there still has no absolute cure for AD, diagnosis of preclinical cases can be important. As a great body of information has been gathered on the pathophysiology of AD, we can expect that it will be possible to delay the onset of AD, slow its progress, or even prevent it in the near future. MCI has been regarded as the pre-clinical form of dementia, a high-risk condition that may precede AD, and the reliable diagnosis of MCI cases can be the key point in AD prevention. Differentiation of MCI from AD is also important, since not the all cases of MCI will convert to AD (Knopman et al., 2003).

Unfortunately, there is no laboratory marker present for diagnosis of pre-clinical cases of AD. To help this problem, finding of a correlate of cognitive decline in MCI and AD gains high attention in neuroimaging studies. Besides identifying structural brain lesions, MRI can reliably detect hippocampal atrophy, and help to differentiate AD cases from healthy subjects (Jack et al., 1997; Laakso et al., 1998; Pucci et al., 1998; Juottonen et al., 1999; Wahlund et al., 2000). Several studies demonstrated that hippocampal atrophy measured by MRI can also differentiate preclinical AD cases from controls (Kaye et al., 1997; Jack et al., 1999; Killiany et al., 2000).

Besides hippocampal and cortical atrophy, WML are common in AD. Consequently, clinical and neuropsychological impact of WML on MRI images is another focus of interest in dementia, MCI and apparently normal elderly subjects. Numerous studies employed various techniques in analyzing WML, some are being very complicated and others are being very simplistic (Fazekas et al., 2002; Kapeller et al., 2003; Wardlaw et al., 2004). Different neuropsychological tests were employed in different studies. Sampling method and subjects also differed in those studies. Most of these studies addressed different questions, but the main point in all was unrevealing of the clinical importance of WML (Desmond, 2002). Verbal memory performances in some studies (Capizzano et al., 2004) and various frontal lobe functions in others correlated with WML (Starkstein et al., 1996; Leaper et al., 2001; Desmond, 2002). Some of the studies focusing on AD also demonstrated WML may be linked to the cortical or hippocampal atrophy in the way that patients with higher degree of atrophy also have higher WML (Capizzano et al., 2004; De Leeuw et al., 2004). It was reasonable to postulate that WML may be leading hippocampal atrophy by way of disconnecting input from cortical association areas.

MRI studies, in which WML and hippocampal volume were measured to differentiate MCI from AD, provided variable results: some of these studies demonstrated that these MRI indices were useful (Jack et al., 2000; Karas et al., 2004), but others did not (Bonanno et al., 2000). Besides the discrepancies of the result of these studies, the imaging analysis

techniques employed for volumetric measurements are demanding and time-consuming, and therefore not usually available to the clinicians for routine use. Thus, more simple but sensitive methodologies are needed. In this context, measurement of hippocampal atrophy on routine MRI hard copies, which usually obtained for exclusion of structural lesion, is of critical importance.

In this study, we aim to study the usefulness of IUD, which is proposed as a simple tool to detect atrophy of medial temporal lobe and can reliably be measured on MRI hard copies, for discrimination of MCI and mild/moderate stages of AD. Additionally, contribution of WML severity for this distinction is assessed.

2. Materials and methods

2.1. Subjects

Among the patients referred to the dementia out-patients clinic of Akdeniz University Hospital for neuropsychological evaluation between July 2004 and May 2005, patients with hyperintense lesion(s) on brain MRI were evaluated for this study. All of the cases had the complaint of memory impairment. Because of its low prevalence, additional patients with the diagnosis of MCI and hyperintense lesion on MRI, who were seen by one of the authors (SB) during the last 3 years, were also included to the study. After excluding vascular dementia cases, hyperintense MRI lesions were observed in 58 subjects (diagnosis after evaluation: mild/moderate AD in 25, severe AD in 13, MCI in 17 and normal in 3). Of them, patients with mild/moderate AD and those with MCI were included into the study. A detailed medical history was re-obtained from these subjects, including presence of cerebrovascular disorders and other active neurologic or psychiatric disorders, systemic illnesses such as diabetes mellitus, hypertension, coronary heart disease, current medication use, smoking, alcohol use, and incidence of head trauma. A detailed neurologic examination was performed. Complete blood count, biochemistry for hepatic and renal functions, thyroid function tests and Vitamin B₁₂ level were reviewed, and

Table 1
Demographic features

	MCI	AD
N	17	25
Age	68.9 ± 5.8	74.7 ± 6.4
Sex (female/male)	12/5	14/11
Family history of dementia	1 (6)	6 (24)
Education (in years)	7.4 ± 4.0	6.4 ± 4.9
Hypertension	11 (65)	11 (44)
Coronary heart disease	3 (18)	4 (16)
Diabetes mellitus	0 (0)	6 (24)
Hyperlipidemia	2 (12)	5 (20)
GDS	7.3 ± 5.2	9.6 ± 6.4
MMSE	26.3 ± 2.5	18.2 ± 4.1

Notes: Data in parentheses are %.

studied in their absence. The mean age of the patients with the diagnosis of MCI was lower than those with AD (68.9 ± 5.8 and 74.7 ± 6.4 years, respectively). In patients with MCI, gender ratio and education levels (in schooling years) were comparable (Table 1). Frequencies of vascular risk factors are also displayed in Table 1.

2.2. Cognitive assessment

A screening of general cognitive function was carried out by MMSE (Folstein et al., 1975). Geriatric depression scale (GDS) was introduced in all. Extensive neuropsychological testing, including digit span, reciting months forwards and backwards, trial A and B, Rey AVLT (Lezak, 1995), clock drawing, verbal fluency, category fluency, Boston naming test were administered to eligible patients (according to their education level and cognitive functioning). Diagnosis of dementia was done according to DSM-IV criteria (American Psychiatric Association, 1994). MMSE of patients with dementia were 24 or less. Patients with AD met the criteria for “probable AD” according to NINCDS-ADRDA Work Group (McKhann et al., 1984). Patients who did not meet DSM-IV criteria of dementia and were independent in activities of daily living, assessed through the Instrumental Activities of Daily Living (IADL) (Lawton and Brody, 1969), were further evaluated for the objective evidences of cognitive impairment. Patients demonstrated impairment of memory and/or executive functions and met the Mayo Clinic Criteria for MCI (Petersen et al., 2001) were classified as MCI. As expected, MMSE scores were significantly lower for patients with AD than for patients with MCI.

2.3. WML assessment

The FLAIR MRI sequences were used for analysis of load and extent of hyperintense lesion(s). A semi-quantitative rating scale described by Fazekas et al. (1987) was used. This system scores on a four-point scale of increasing severity of subcortical deep WML, and periventricular WML separately. Subcortical WML severity was scored as normal (Grade-0); punctate (Grade-1); coalescing (Grade-2) and confluent (Grade-3). Periventricular WML severity was scored as normal (Grade-0); pencil lines and/or caps (Grade-1); smooth haloes (Grade-2) and larger, patchy and irregular (Grade-3). Examples of subcortical and periventricular WML are shown in Fig. 1. The subcortical and

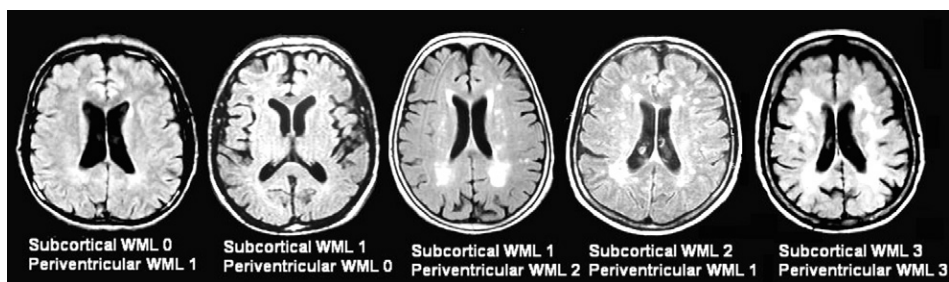


Fig. 1. Examples of the rating scores 0, 1, 2 and 3 for severity and extents of the WML and PVL.

periventricular WML were defined as punctate when their maximum diameter was less than 5 mm and as patchy when were larger than 10 mm. Small (diameter < 15 mm) FLAIR hypointense lesions with peripheral hyperintense rim were defined as lacunar infarcts, and were not included for lesion-load or severity scores. Enlarged perivascular spaces were also excluded on the basis of their characteristic appearance (hypointense linear or small punctate lesions) on FLAIR images. Only the supratentorial lesions were considered for the analyses. Lesions were considered as periventricular when directly adjacent to the ventricles or located within 10 mm perpendicularly from the ventricle border. The extending part of this type lesion was scored in subcortical WML (Fazekas et al., 2002).

The inter-rater reproducibility of subcortical and periventricular WML scores was tested with k statistics between 2 raters (US and MAT), both of whom were unaware of the clinical information of the subjects and of the results of the other rater, in randomly selected 14 patients (7 MCI, 6 AD, and 1 normal). For subcortical and periventricular WML scores, weighted $k = 0.814$ and 0.899 values were obtained, respectively, indicating an excellent agreement.

2.4. Measurement of IUD and normalization of the values

Axial T1 weighted MRI scans were used for linear measurement of IUD, bitemporal distance (BTD) and intracranial width (ICW) (see Fig. 2). All were measured at the level of suprasellar cystem. IUD is the distance between the unci of temporal lobes. BTD is the distance between outer margins of temporal lobes at the level where IUDs were obtained. ICW is the horizontal distance between the inner cranium at the level of the unci. IUD was normalized against ICW ($nIUD = IUD/ICW \times 100$) to exclude the effect of individual head size. We considered that a ratio of IUD to BTD, called uncotemporal index (UTI) = $IUD/BTD \times 100$ would be more sensitive measure for temporal lobe atrophy because IUD increases and BTD decreases with atrophy of temporal lobes progress. And also, this index helps to normalize the effect of brain sizes in the patients without cerebral atrophy. Cases in which the unci were not on the same horizontal plane were excluded. All MRIs were scanned and measurements were performed with the image analyzing software (UTHSCSA Image Tool¹, Version 3; obtained from <http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>).

In 14 patients, measurements were performed on hard copies with a ruler. The mean of IUD was 29.4 for rater 1 (US, with ruler) and 30.6 for rater 2 (MAT, with Image tool¹) with a correlation coefficient of 0.82, indicating satisfactory inter-observer and inter-technique reliability.

2.5. Statistical analysis

The data were analyzed by using SPSS¹ 13.0 and MedCalc¹ statistical software programs. The results were expressed as mean \pm S.D., or percentages as appropriate. Mann–Whitney U and 2-tailed Student's t -tests were used for analysis of numerical variables. Chi-square and Fisher's exact tests were used for comparison of categorical data. ROC analysis was used for calculation of cut-off values and for estimation of

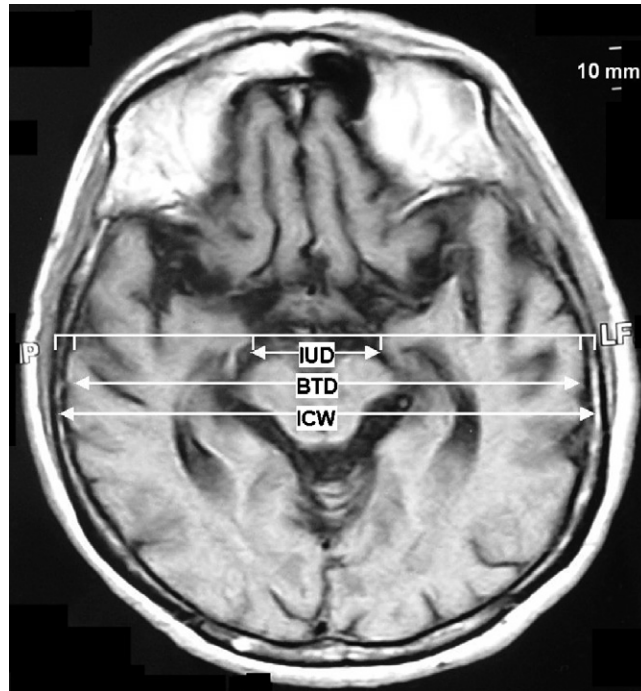


Fig. 2. Demonstration of IUD, BTD and ICW measurements on Axial T1 weighted MRI.

discriminative potential of the linear measurements of atrophy (IUD, nIUD and UTI) between AD and MCI. Positive and negative likelihood ratios (+LR and -LR) were calculated for WMLs and PVLs scores for the same purposes. The relation between atrophy (IUD) and white matter disease (WMLs and PVLs) were tested with Spearman's correlation analysis and one-way analysis of variance (ANOVA) statistics. For the latter, pair-wise multiple comparisons of the mean IUD values per categories of WMLs and PVLs scores were tested with Tamhane's T2 following ANOVA. *p* values and 95% confidence intervals were given. A value of $p < 0.05$ was considered as statistically significant.

3. Results

The MR data are summarized in Table 2. No significant difference was detected between the patients with AD and those with MCI in terms of subcortical WML scores 0–3 ($p = 0.285$, chi square test for 4×2 table). When test was repeated after combining the scores as absent/minimal lesion (scores 0 and 1) versus more significant lesions (scores 2 and 3), Fisher's exact test failed again to show any difference between AD and MCI ($p = 0.109$, for 2×2 table). However, periventricular WML scores were significantly higher in patients with AD, compared to those with MCI ($p = 0.021$ for 4×2 table, and $p = 0.027$ for 2×2 table). To discriminate MCI from AD, subcortical WML scores of 0 and 1 showed low positive and negative likelihood ratios (1.59 and 0.45, respectively) over

Table 2
Imaging characteristics

	MCI	AD
n	17	25
Subcortical WML		
0	3 (18)	3 (12)
1	10 (58)	9 (36)
2	2 (12)	9 (36)
3	2 (12)	4 (16)
Periventricular WML		
0	6 (35)	1 (4)
1	9 (53)	13 (52)
2	2 (12)	8 (32) ^a
3	0 (0)	3 (12) ^a
IUD (mm)	27.3 ± 2.7	34.6 ± 4.1 ^a
nIUD (%)	20.1 ± 1.6	25.9 ± 2.2 ^a
UTI (%)	21.2 ± 1.8	27.8 ± 3.0 ^a

Notes: Data in parentheses are %.

^a $p < 0.05$.

the scores of 2 and 3. Positive and negative likelihood ratios for periventricular WML scores (score 0–1 over score 2–3) were 1.58 and 0.27, respectively.

MMSE scores did not show any significant difference across subcortical WML scores: 22.7 ± 7.4 , 22.0 ± 5.9 , 21.8 ± 3.7 , and 20.3 ± 5.1 for from score 0 to score 3, respectively ($F = 0.213$, $p = 0.887$). Albeit a trend of negative correlation was available, MMSE scores again did not show any significant difference across periventricular WML scores: 24.3 ± 5.1 , 22.7 ± 5.2 , 19.7 ± 5.3 , and 17.3 ± 4.7 for score 0 to score 3 ($F = 2.072$, $p = 0.119$). No significant correlation of the MRI-scores of subcortical and periventricular WML with the results of the neuropsychological tests was observed except than a negative correlation between periventricular WML severity and categorical fluency ($r = -0.457$; $p = 0.003$).

The mean IUD, normalized IUD and UTI are significantly smaller in patients with MCI compared to those with AD (Table 2). The cut-off value of IUD is 28.3 mm with ROC curve analysis. Lower values than 28.3 mm have sufficient sensitivity (88.2%, 95% CI: 63.5%–98.2%) and specificity (96%, 95% CI: 79.6%–99.3%) for discrimination of MCI from AD. The area under curve (AUC) is 0.925 (S.E.M. = 0.041, 95% CI: 0.800–0.983). The positive and negative likelihood ratios are 22.06 and 0.12, respectively. Normalization of IUD with the intracranial width resulted in an increase of sensitivity (94.1%, 95% CI: 71.2–99.0) along with no change of specificity with the cut-off value of 23.2%. This index is also useful for discrimination of MCI and AD (AUC = 0.958; S.E.M. = 0.031, 95% CI: 0.846–0.994; +LR: 23.53; -LR: 0.06). The cut-off value of UTI is 21.5% and measurement of UTI has almost a similar degree of diagnostic yield (AUC = 0.962; S.E.M. = 0.029; 95% CI: 0.853–0.935; +LR: 23.53; -LR: 0.06). Pair-wise comparison of these three ROC curves failed to show any significant difference ($p = 0.235$ between IUD and nIUD; $p = 0.334$ IUD and UTI; $p = 0.697$ nIUD and UTI).

Overall (for 45 subjects), IUD showed a moderate but significant relationship to age ($r = 0.342$; $p = 0.022$). However, absence of correlation in the individual subgroups

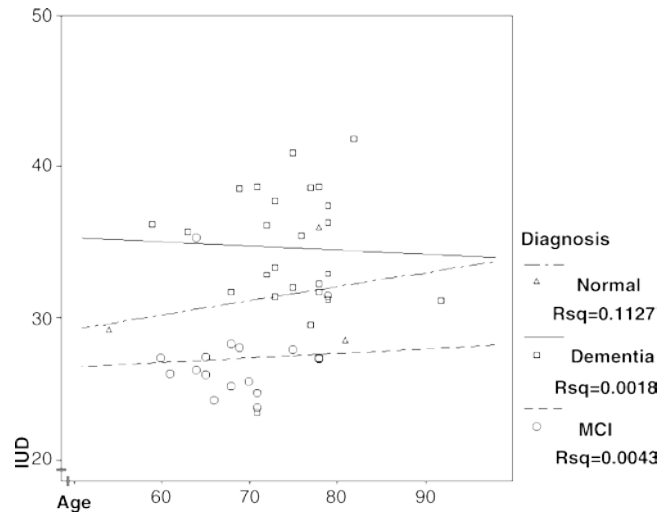


Fig. 3. Correlations of IUD and age in normal, MCI and AD groups. $R^2 = r^2$.

($r = 0.026$, $p = 0.920$ in MCI and $r = 0.025$; $p = 0.906$ in AD) and a significant overlap seen across the subgroups in the scatter-plots of the IUD against age (Fig. 3) indicate that correlation observed in entire population reflects the effect of the diagnostic categories, but not the direct effect of the age.

A significant negative correlation between IUD and MMSE scores was noted ($r = -0.541$, $p < 0.0001$). IUD showed significant correlation with the tests of verbal fluency ($r = -0.344$, $p = 0.032$), clock drawing ($r = -0.392$; $p = 0.022$) and AVLT ($r = -0.573$, $p = 0.041$).

While there was no significant correlation between IUD and subcortical WML ($r = 0.215$, $p = 0.155$; 95% CI: -0.0837 – 0.4785), a moderate but significant correlation between IUD and periventricular WML was present ($r = 0.464$, $p = 0.0013$; 95% CI: 0.1977 – 0.6669). And also, the mean values of IUD increased with increased periventricular WML scores (28.3 ± 3.3 for score 0; 30.7 ± 4.8 for score 1; 34.6 ± 4.7 for score 2; 35.7 ± 4.0 for score 3; $F = 3.986$, $p = 0.014$).

4. Discussion and conclusion

This study demonstrates that IUD, which is a simple linear measurement method of medial temporal lobe atrophy, is a useful tool to differentiate between MCI and AD patients with hyperintense lesion(s) on brain MRI. Measures of WML severity are not useful for discrimination of AD and MCI in this particular population.

The IUD was introduced by [Dahlbeck et al. \(1991\)](#) as a simple method obtainable from a single section of an MRI scan for the diagnosis of AD. These authors suggested that the IUD value higher than 30 mm was highly specific for AD, and not present in the normal elderly population. However, subsequent studies produced conflicting data on the

screening potential of IUD measurement because of the significant overlap observed with AD and normal controls (Doraiswamy et al., 1993; Howieson et al., 1993; Ishii, 1994). For the diagnosis of mild or early stages of AD, the data available on the usefulness of IUD is even more conflicting. Some studies suggested that the IUD and other linear measures of medial temporal lobe atrophy (width of the temporal horn, width of the choroid fissure, and hippocampal height) could contribute to the discrimination of control subjects or patients with MCI from patients with mild AD (Frisoni et al., 1996), but others claimed that IUD was not a reliable diagnostic tool for this purpose (Laakso et al., 1995). Because the available data are inconclusive, we decided to study the usefulness of IUD to distinguish AD and MCI. Beyond the inconsistency of literature on record, it is clear from the pathological studies that the medial temporal lobe structures such as hippocampus, entorhinal area, subiculum are harbored early in AD, therefore, the IUD is expected to be a useful tool for diagnosis of early AD unless it has a poor reproducibility. With ROC curve analysis, we demonstrated that a cut off value of 28.3 mm can reliably distinguish AD and MCI, because the 95% CI of the area under curve (0.800–0.983) did not include 0.50 (Hanley and McNeil, 1982). Furthermore, the reasonable positive and negative likelihood ratios (22.06 and 0.12, respectively) supported the usefulness of IUD. It is established that good tests have positive likelihood ratio value between 5 and 10 and negative likelihood ratio of less than 0.1–0.2 (Jaeschke et al., 1994a,b). Moreover, IUD was correlated with MMSE and other neuropsychological tests. We also demonstrated that measurement of IUD with a ruler on the hard copies of MRI and computer-based measurements were well correlated. Therefore, we suggest that any physician involved in the care of these patients can easily and objectively measure this useful index on the printed forms of the routine MRIs. Because, no additional benefit was observed in our study after adjustment of the IUD for brain (temporal lobe) and head (cranial vault) size, a cut-off number of IUD can be used alone as a criterion. We also demonstrated that there was no need to adjust for age. Contrary to some previous data indicating a significant effect of age on IUD (Doraiswamy et al., 1993; Laakso et al., 1995), the effect of age in our study was found only to be indirect (Fig. 3). In this context, it is worth mentioning that IUD can only be measured and evaluated on previously obtained MRI hard copies when there are no significant artifacts and improper head positioning.

Several studies had shown that WML and hippocampal atrophy are almost linearly related (Capizzano et al., 2004; De Leeuw et al., 2004). Our study confirms these observations by revealing a significant correlation between IUD and scores of periventricular WML severity. We found that subcortical deep WML severity is not useful to distinguish AD and MCI, but when the score is low (0 and 1) periventricular WML load can be accepted as a weak but still valuable parameter. Relative importance of periventricular WML over subcortical deep WML on disturbed cognitive performance had been demonstrated in a few studies previously (Ylikoski et al., 1993; Fukui et al., 1994). This locational preponderance is proposed to be due to the high density of inter-cortical connection pathways running through periventricular regions (Desmond, 2002).

It is important to note that in the absence of concomitant atrophy, WML load especially in the subcortical white matter location, is not directly associated with the severity of cognitive deficit (Desmond, 2002). Furthermore, some patients with severe subcortical WML, corresponding to one third of our study population with score 3 of subcortical WML, may appear to be relatively intact in cognition. This underlines the relative

importance of strategic distribution of the lesions over a threshold of total lesion load in development of clinically meaningful cognitive deficit.

Our small-sized but well-documented case series highlights the importance of IUD measurements as an easy-to-obtain, objective and useful tool to improve the diagnostic reliability of AD and its discrimination from MCI. In the absence of temporal lobe atrophy, WML load and its location has minimal or no yield in this respect.

References

- American Psychiatric Association, 1994. DSM-IV, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, fourth ed. American Psychiatric Association, Washington.
- Bonanno, M.R., Russo, M.S., Leonardo, M., Santangelo, A., Calanna, A., Barbagallo, P., Speciale, S., Panebianco, P., Maugeri, D., 2000. Leukoaraiosis, cognition and affectivity in elderly patients: on the lack of correlations between neurodiagnostic and psychometric findings. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 30, 101–108.
- Capizzano, A.A., Acion, L., Bekinschtein, T., Furman, M., Gomila, H., Martinez, A., Mizrahi, R., Starkstein, S.E., 2004. White matter hyperintensities are significantly associated with cortical atrophy in Alzheimer's disease. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 75, 822–827.
- Dahlbeck, J.W., McCluney, K.W., Yeakley, J.W., Fenstermacher, M.J., Bonmati, C., Van Horn 3rd, G., Aldag, J., 1991. The interuncal distance: a new MR measurement for the hippocampal atrophy of Alzheimer's disease. *Am. J. Neuroradiol.* 12, 931–932.
- De Leeuw, F.E., Barkhof, F., Scheltens, P., 2004. White matter lesions and hippocampal atrophy in Alzheimer's disease. *Neurology* 62, 310–312.
- Desmond, D.W., 2002. Cognition and white matter lesions. *Cerebrovasc. Dis.* 13 (Suppl. 2), 53–57.
- Doraiswamy, P.M., McDonald, W.M., Patterson, L., Husain, M.M., Figiel, G.S., Boyko, O.B., Krishnan, K.R., 1993. Interuncal distance as a measure of hippocampal atrophy: normative data on axial MR imaging. *Am. J. Neuroradiol.* 14, 141–143.
- Fazekas, F., Chawluk, J.B., Alavi, A., Hurtig, H.I., Zimmerman, R.A., 1987. MR signal abnormalities at 1.5 T in Alzheimer's dementia and normal aging. *Am. J. Roentgenol.* 149, 351–356.
- Fazekas, F., Barkhof, F., Wahlund, L.O., Pantoni, L., Erkinjuntti, T., Scheltens, P., Schmidt, R., 2002. CT and MRI rating of white matter lesions. *Cerebrovasc. Dis.* 13 (Suppl. 2), 31–36.
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., McHugh, P.R., 1975. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiat. Res.* 12, 189–198.
- Frisoni, G.B., Beltramello, A., Weiss, C., Geroldi, C., Bianchetti, A., Trabucchi, M., 1996. Linear measures of atrophy in mild Alzheimer disease. *Am. J. Neuroradiol.* 17, 913–923.
- Fukui, T., Sugita, K., Sato, Y., Takeuchi, T., Tsukagoshi, H., 1994. Cognitive functions in subjects with incidental cerebral hyperintensities. *Eur. Neurol.* 34, 272–276.
- Hanley, J.A., McNeil, B.J., 1982. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 143, 29–36.
- Howieson, J., Kaye, J.A., Holm, L., Howieson, D., 1993. Interuncal distance: marker of aging and Alzheimer disease. *Am. J. Neuroradiol.* 14, 647–650.
- Íshii, K., 1994. Value of interuncal distance measure in diagnosis of Alzheimer disease questioned. *Am. J. Neuroradiol.* 15, 1286.
- Jack C.R.Jr., Petersen, R.C., Xu, Y.C., Waring, S.C., O'Brien, P.C., Tangalos, E.G., Smith, G.E., Ivnik, R.J., Kokmen, E., 1997. Medial temporal atrophy on MRI in normal aging and very mild Alzheimer's disease. *Neurology* 49, 786–797.
- Jack C.R.Jr., Petersen, R.C., Xu, Y.C., O'Brien, P.C., Smith, G.E., Ivnik, R.J., Boeve, B.F., Waring, S.C., Tangalos, E.G., Kokmen, E., 1999. Prediction of AD with MRI-based hippocampal volume in mild cognitive impairment. *Neurology* 52, 1397–1403.
- Jack C.R.Jr., Petersen, R.C., Xu, Y.C., O'Brien, P.C., Smith, G.E., Ivnik, R.J., Boeve, B.F., Tangalos, E.G., Kokmen, E., 2000. Rates of hippocampal atrophy correlate with change in clinical status in aging and AD. *Neurology* 55, 484–489.

- Jaeschke, R., Guyatt, G., Sackett, D.L., 1994a. Evidence-Based Medicine Working Group: Users' guides to the medical literature: Part III—How to use an article about a diagnostic test: Part A. Are the results of the study valid? *J. Am. Med. Assoc.* 271, 389–391.
- Jaeschke, R., Guyatt, G., Sackett, D.L., 1994b. Evidence-Based Medicine Working Group: Users' guides to the medical literature: Part III—How to use an article about a diagnostic test: Part B—What are the results and will they help me in caring for my patients? *J. Am. Med. Assoc.* 271, 703–707.
- Juottonen, K., Laakso, M.P., Partanen, K., Soininen, H., 1999. Comparative MR analysis of the entorhinal cortex and hippocampus in diagnosing Alzheimer's disease. *Am. J. Neuroradiol.* 20, 139–144.
- Kapeller, P., Barber, R., Vermeulen, R.J., Ader, H., Scheltens, P., Freidl, W., Almkvist, O., Moretti, M., Del Ser, T., Vaghfeldt, P., Enzinger, C., Barkhof, F., Inzitari, D., Erkinjuntti, T., Schmidt, R., Fazekas, F., 2003. European Task Force of Age Related White Matter Changes. Visual rating of age-related white matter changes on magnetic resonance imaging: scale comparison, interrater agreement, and correlations with quantitative measurements. *Stroke* 34, 441–445.
- Karas, G.B., Scheltens, P., Rombouts, S.A., Visser, P.J., Van Schijndel, R.A., Fox, N.C., Barkhof, F., 2004. Global and local gray matter loss in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neuroimage* 23, 708–716.
- Kaye, J.A., Swihart, T., Howieson, D., Dame, A., Moore, M.M., Karnos, T., Camicioli, R., Ball, M., Oken, B., Sexton, G., 1997. Volume loss of the hippocampus and temporal lobe in healthy elderly persons destined to develop dementia. *Neurology* 48, 1297–1304.
- Killiany, R.J., Gomez-Isla, T., Moss, M., Kikinis, R., Sandor, T., Jolesz, F., Tanzi, R., Jones, K., Hyman, B.T., Albert, M.S., 2000. Use of structural magnetic resonance imaging to predict who will get Alzheimer's disease. *Ann. Neurol.* 47, 430–439.
- Knopman, D.S., Boeve, B.F., Petersen, R.C., 2003. Essentials of the proper diagnoses of mild cognitive impairment, dementia, and major subtypes of dementia. *Mayo Clin. Proc.* 78, 1290–1308.
- Laakso, M., Soininen, H., Partanen, K., Hallikainen, M., Lehtovirta, M., Hanninen, T., Vainio, P., Riekkinen, P.J., 1995. The interuncal distance in Alzheimer disease and age-associated memory impairment. *Am. J. Neurol.* 16, 727–734.
- Laakso, M.P., Soininen, H., Partanen, K., Lehtovirta, M., Hallikainen, M., Hanninen, T., Helkala, E.L., Vainio, P., Riekkinen Sr., P.J., 1998. MRI of the hippocampus in Alzheimer's disease: sensitivity, specificity, and analysis of the incorrectly classified subjects. *Neurobiol. Aging* 19, 23–31.
- Lawton, M.P., Brody, E.M., 1969. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 9, 179–186.
- Leaper, S.A., Murray, A.D., Lemmon, H.A., Staff, R.T., Deary, I.J., Crawford, J.R., Whalley, L.J., 2001. Neuropsychologic correlates of brain white matter lesions depicted on MR images: 1921 Aberdeen Birth Cohort. *Radiology* 221, 51–55.
- Lezak, M.D., 1995. *Neuropsychological Assessment*, third ed. Oxford University Press, NY.
- McKhann, G., Drachman, D.A., Folstein, M., Katzman, R., Price, D., Stadlan, E.M., 1984. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease Report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's disease. *Neurology* 34, 939–944.
- Petersen, R.C., Doody, R., Kurz, A., Mohs, R.C., Morris, J.C., Rabins, P.V., Ritchie, K., Rossor, M., Thal, L., Winblad, B., 2001. Current concepts in mild cognitive impairment. *Arch. Neurol.* 58, 1985–1992.
- Pucci, E., Belardinelli, N., Regnicolo, L., Nolfi, G., Signorino, M., Salvolini, U., Angeleri, F., 1998. Hippocampus and parahippocampal gyrus linear measurements based on magnetic resonance in Alzheimer's disease. *Eur. Neurol.* 39, 16–25.
- Starkstein, S.E., Sobe, L., Vazquez, S., 1996. Neuropsychological, psychiatric, and cerebral blood flow findings in vascular dementia and Alzheimer's disease. *Stroke* 27, 408–414.
- Wahlund, L.O., Julin, P., Johansson, S.E., Scheltens, P., 2000. Visual rating and volumetry of the medial temporal lobe on magnetic resonance imaging in dementia: a comparative study. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 69, 630–635.
- Wardlaw, J.M., Ferguson, K.J., Graham, C., 2004. White matter hyperintensities and rating scales-observer reliability varies with lesion load. *J. Neurol.* 251, 584–590.
- Ylikoski, R., Ylikoski, A., Erkinjuntti, T., Sulkava, R., Raininko, R., Tilvis, R., 1993. White matter changes in healthy elderly persons correlate with attention and speed of mental processing. *Arch. Neurol.* 50, 818–824.

REVIEW ARTICLE

A. Aralasmak
K. Karaali
C. Cevikol
H. Uysal
U. Senol



MR Imaging Findings in Brachial Plexopathy with Thoracic Outlet Syndrome

SUMMARY: The BPL is a part of the peripheral nervous system. Many disease processes affect the BPL. In this article, on the basis of 60 patients, we reviewed MR imaging findings of subjects with brachial plexopathy. Different varieties of BPL lesions are discussed.

ABBREVIATIONS: AA = axillary artery; ABD = abduction; ADs = anterior divisions; AS = anterior scalene muscle; AV = axillary vein; BPL = brachial plexus; CC = costoclavicular space; CL = clavicle; EMG, electromyography; I = inferior trunk; IS = interscalene triangular space; LC = lateral cord; M = middle trunk; MC = medial cord; MRA = MR angiography; MRV = MR venography; MS = middle scalene; NEU = neutral; PC = posterior cord; PDs = posterior divisions; PET = positron-emission tomography; PMA = pectoralis major muscle; PMI = pectoralis minor muscle; RP = retropectoralis minor space; S = superior trunk; SA = subclavian artery; STIR = short tau inversion recovery; SV = subclavian vein; T1WI = T1-weighted imaging; T2WI = T2-weighted imaging; TOS = thoracic outlet syndrome; TSE = turbo spin-echo

Many disease processes affect the BPL, and the common lesions can vary according to the age of subjects. In neonates and adolescents, traumatic injury is common. In middle-aged and older individuals, intrinsic and extrinsic tumors of the BPL, cervical spondylosis, TOS, and inflammatory plexopathy (idiopathic, infectious, radiation-induced, immune-mediated, and toxic) are common. On the basis of 60 patients, we reviewed MR imaging findings of subjects with brachial plexopathy. Different varieties of BPL lesions and imaging techniques are discussed.

Anatomy of the BPL

The BPL is a part of the peripheral nervous system, responsible for innervation of the shoulder, upper extremity and upper chest muscles, and cutaneous nerves of the skin and hand, with branches to the phrenic nerve (C3-C5) for diaphragm movement and to the sympathetic ganglia via the C8 and T1 nerves. In the cervicothoracobrachial region, the BPL courses superior and posterior to the subclavian artery and vein. The subclavian vein is located at the most anterior extent, antero-inferior to the anterior scalene muscle. The subclavian artery extends along the floor of the interscalene triangle between the anterior and middle scalene muscles. The BPL has 5 segments: roots, trunks, divisions, cords, and terminal branches. The supraclavicular plexus includes roots and trunks. Through the neural foramina, roots of the BPL extend into the interscalene region, forming the superior (C5 and C6), middle (C7), and inferior (C8 and T1) trunks at the lateral border of middle scalene muscles. The retroclavicular plexus is located in the costoclavicular space, posterior to the clavicle and above the

subclavian artery and vein, including the anterior and posterior division of the trunks. The infraclavicular plexus is situated in the retropectoralis minor space, lateral to the first rib, posterior to pectoralis muscles, and above the axillary artery and vein, including the 3 (medial, lateral, and posterior) cords and terminal branches (median, ulnar, musculocutaneous, axillary, and radial nerves) (Fig 1).

The lateral cord is formed by the anterior division of the upper and middle trunks; the medial cord, by the anterior division of the lower trunk; and the posterior cord, by the posterior division of the upper, middle, and lower trunks. The roots of the BPL are formed by the anterior rami of the C5-T1 nerve with/without minor branches from C4 and T2. At each vertebral level, anterior-motor and posterior-sensory roots exiting from the spinal cord merge at the dorsal root ganglion within the neural foramina, thereafter the anterior and posterior rami come out. Both rami include a mixture of motor and sensory fibers. The anterior rami form the BPL; the posterior rami do not form the BPL but innervate the paraspinous muscles.¹⁻³

MR Imaging Protocols

Standard protocol for BPL MR imaging (1.5T, Gyroscan Intera; Philips Medical Systems, Best, the Netherlands) was performed with the patient's arms alongside the body (neutral) by using a body or cervical coil from C4 to T2. If there was a clinical suspicion of TOS, additional images were obtained in abduction (arm elevated) and neutral positions (Table).

Physiologic, Functional, and Other Anatomic Imaging Techniques

For evaluation of brachial plexopathy, clinical assessment, electrophysiologic tests, and diagnostic imaging techniques are used. EMG is an electrophysiologic test, which provides functional information and lesion location by testing the muscles innervated by the BPL and increases the effectiveness of MR imaging by alerting the radiologist to lesion localization.⁴⁻⁶ EMG is used for follow-up of subjects with obstetric traumatic plexopathy. It can predict avulsion if conduction is not present by 3 months of age. However, for optimal recovery of denervated muscles, re-innervation of muscles is needed

From the Departments of Radiology (A.A., K.K., C.C., U.S.) and Neurology (H.U.), Akdeniz University, Antalya, Turkey.

Previously presented as a scientific exhibit at: Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology and Neuroradiology Education and Research Foundation Symposium, May 16-21, 2009; Vancouver, British Columbia, Canada.

This work was supported by the Akdeniz University Research Foundation.

Please address correspondence to Ayse Aralasmak, MD, Department of Radiology, Akdeniz University, 07070, Arapsuyu, Antalya, Turkey; e-mail: aysearalasmak@hotmail.com



Indicates open access to non-subscribers at www.ajnr.org

DOI 10.3174/ajnr.A1700

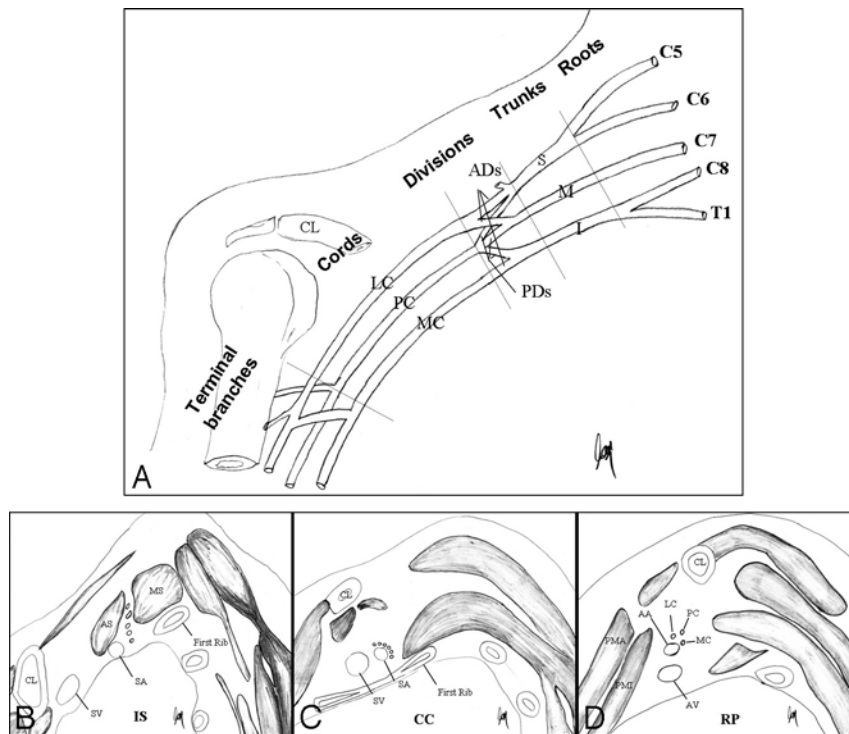


Fig 1. A, Coronal drawing demonstrates the basic anatomy of the BPL. B-D, Oblique sagittal drawings (B-D from medial to lateral) demonstrate 3 parts of the BPL. The supraclavicular plexus is composed of roots and trunks. Roots are seen at the interscalene triangle between the anterior and middle scalene muscles. The subclavian artery forms the floor of the interscalene triangle (B). Roots then form the trunks at the lateral border of the middle scalene muscles. The retroclavicular plexus is composed of divisions situated in the costoclavicular space between the first rib and clavicle, and the BPL is seen in the superior and posterior aspect of the subclavian artery (C). The infraclavicular plexus is composed of cords and terminal branches located in the retropectoralis minor space. The BPL is situated in the posterior and superior aspect of axillary artery (D). The subclavian artery and vein take the name of axillary artery and vein at the lateral border of first rib.

MR imaging sequences obtained in brachial plexopathy with/without TOS

MR Imaging Sequences	Associated Anatomic Structures or Pathologic Conditions
Sagittal TSE T2WI through cervical spine	Spinal cord lesion (edema, hemorrhage, avulsion, myelomalacia, syrinx, tumor, etc)
Precontrast axial ^a T1WI	BPL (thickening, nodularity)
Precontrast coronal ^b T1WI	BPL, vertebrae, long C7 transverse process, cervical rib
Axial ^a 2D TSE T2WI	BPL (thickening, nodularity, signal changes better seen between anterior and middle scalene muscles), radiculopathy, diskopathy, foraminal invasion, spinal cord lesions, large-sized pseudomeningocele, muscle denervation
Coronal ^b STIR T2WI	BPL (any signal changes not detectable on 2D TSE T2WI, especially in traction injuries and brachial plexitis), muscle denervation in traumatic injury, and brachial plexitis
Axial ^a 3D TSE heavily T2WI (MR myelography)	Root avulsions, small-sized pseudomeningocele, which can be missed on 2D TSE T2WI.
Postcontrast fat-saturated axial ^a T1WI	BPL (contrast enhancement), contrast enhancement of root stump or intradural roots or denervated muscles in preganglionic injuries
Postcontrast coronal ^b T1WI	BPL (contrast enhancement)
Sagittal ^{c,d} T1WI from the symptomatic side in abduction	Compression on BPL and subclavian vessels (positional, cervical rib, long C7 transverse process, accessory muscles, fibrous band)
Sagittal ^{c,d} T1WI from the symptomatic side in neutral if there is compression	Resolution of compression on the BPL and subclavian vessels
MRA ^c and MRV ^c of subclavian artery and vein in abduction	Subclavian artery and vein (patency, thrombosis, aneurysm, any impingement on the vessels)
MRA ^c and MRV ^c of subclavian artery and vein next day in neutral if there is impingement	Resolution of impingement on the subclavian vessels

^a Perpendicular to the long axis of the vertebrae in the coronal plane.

^b Parallel to the long axis of the lower cervical vertebrae of C4-C7.

^c Additional MR imaging sequences obtained when there is clinical suspicion of TOS.

^d Perpendicular to the long axis of the BPL from the spinal cord to the medial border of the humerus.

within 3 months after injury. Additionally, EMG may mislead because that minimal number of intact fibers is sufficient for motor conduction and luxury innervation in neonates, in whom a separate normal nerve takes over the limited function of nerves that have been destroyed.⁷⁻¹⁰

MR imaging is a most valuable technique for lesion identification and differentiation between pre- and postganglionic lesions, which is crucial for surgical management.^{2,11,12} Contrast-enhanced MR imaging with 3D heavily T2WI (MR myelography) easily shows root avulsions, pseudomeningoceles, postganglionic separations, postraumatic neuromas, hematomas, fibrosis, intrinsic and extrinsic masses of the BPL, and

inflammatory plexitis (idiopathic, infectious, radiation-induced, immune-mediated, and toxic).¹¹ Regarding the root avulsion, CT myelography is still the criterion standard because of higher spatial resolution and better demonstration of nerve roots compared with MR myelography; however, it is invasive and very difficult to perform on neonates.¹² MR myelography is noninvasive, easy to perform, and better than CT myelography in the depiction of pseudomeningoceles, because some of the pseudomeningoceles have little or no communication with the dural sac, in that contrast agent will not fill it.^{11,12} Therefore, MR imaging and CT myelography are still complementary in traumatic plexopathy.^{11,12}

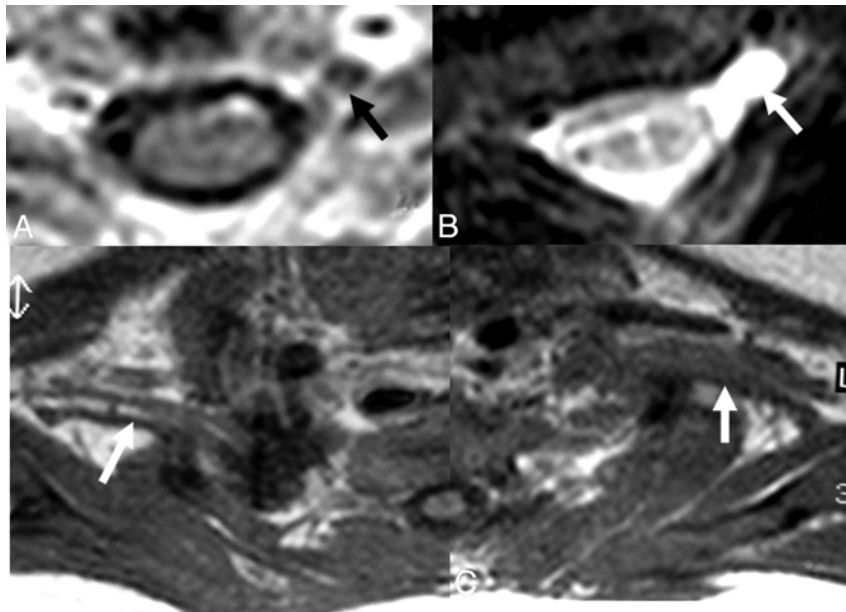


Fig 2. A and B, In a 1-month-old infant with a history of difficult birth, contrast-enhanced axial T1-weighted (A) and axial MR myelography (B) views show avulsion of the left C5 anterior root with contrast enhancement at its root stump (A) and a pseudomeningocele (arrows), consistent with preganglionic injury. C, Distal to the injury, the BPL on the left appears thickened and irregular on axial T1WI images compared with the BPL of the normal right side (arrows).

In TOS, cervical rib, elongated C7 transverse process, and other bony abnormalities that can compress the thoracic outlet are easily shown by cervical x-ray.¹³ Evaluation of the BPL and the subclavian artery and vein in neutral and abduction positions are necessary and easily performed by MR imaging. In cervical spondylosis, the clinical symptoms may mimic those of a brachial plexopathy, so it is important to evaluate MR imaging of the cervical spine when imaging the BPL. Advanced MR imaging and CT techniques are in development, such as Bezier surface reformation of CT myelography for root avulsion and 3D STIR and diffusion-weighted MR neurography for postganglionic lesions.^{11,12,14,15} In recent years, a PET study is in use for the differentiation of tumor recurrence from radiation plexopathy¹¹ and for depiction of neurolymphomatosis of the plexus in non-Hodgkin lymphoma.¹⁶

Traumatic Brachial Plexopathy

Traumatic BPL injury is more common in neonates due to birth trauma and in adolescents due to traffic crashes. In obstetric injury, the supraclavicular BPL is mostly affected, resulting in Erb-Duchenne paralysis (C5-C7). Less often, the entire plexus (C5-T1) is affected. On extremely rare occasions, the infraclavicular BPL (C8 and T1) is affected, resulting in Klumpke paralysis with/without Horner syndrome and diaphragm paralysis. Supraclavicular obstetric injuries are usually postganglionic, and infraclavicular injuries are usually preganglionic in nature.⁷

Different terminologies are used in describing the traumatic injuries: “stretching” (neurapraxia or traction), “root avulsion” (preganglionic separation of the root from the spinal cord), “postganglionic rupture” (separation of the BPL distal to the ganglion), “pseudomeningocele” (a tear in the meningeal sheath around the nerve roots with extravasation of the CSF in the neighboring tissue), and “posttraumatic neuroma” (tangles of regenerating nerve fibers at the site of postganglionic separation).^{11,12,17,18} Stretching injury, the least severe and most common form, typically heals on its own. Preganglionic avulsion injuries will not recover spontaneously, and microsurgery with nerve transfers to the denervated

muscle (neurotization) is recommended within 3 months of injury for the optimal recovery. Postganglionic separation injuries have varying degrees of recovery, so there is controversy about the indications and timing of surgery. However, microsurgery is usually performed between 3 and 9 months after injury, in which end-to-end anastomosis, nerve grafting, and microsurgical removal of perineural scar tissue and adhesions (neurolysis) are performed.⁷

MR imaging is valuable in differentiation and surgical planning for traumatic injuries. In a stretching injury, MR imaging reveals asymmetric thickening, irregularities, T2 hyperintensity, and diffuse contrast enhancement of the injured BPL. In postganglionic injuries, enhancing nodular thickening (posttraumatic neuroma) and hematoma in the vicinity of the BPL are seen. In preganglionic injuries, root avulsion, pseudomeningocele, enhancement of the root exit zone or intradural roots, spinal cord signal-intensity changes at the level of root avulsion, avulsion of the spinal cord, and signal-intensity changes of the paraspinal muscles can be seen (Figs 2–5).^{1,12,18–20}

Pseudomeningocele and signal-intensity changes of the spinal cord and paraspinal muscles are indirect signs of preganglionic injuries. However, pseudomeningoceles may occur alone without root avulsion in 15% of the cases, and conversely, 20% of avulsed roots will not have a pseudomeningocele.^{18,21,22} Similarly, spinal cord signal-intensity changes are seen in only 20% of cases with preganglionic injuries. They could represent edema (T2 hyperintensity with expansion) or hemorrhage (T2 hypointensity) in the acute phase and myelomalacia (T2 hyperintensity with volume loss) in the chronic phase.¹² To our knowledge, the percentage of paraspinal signal-intensity changes in preganglionic injuries has not been reported, but a substantial number of root avulsions occur without paraspinal muscle denervation because of the multi-segmental innervation of the paraspinal muscles. Although paraspinal muscles are innervated by the posterior rami of cervical spinal nerves, they become denervated with injuries to the anterior root or spinal nerve proximal to the origin of the posterior ramus.^{2,12,19,20} Among the paraspinal muscles, mul-

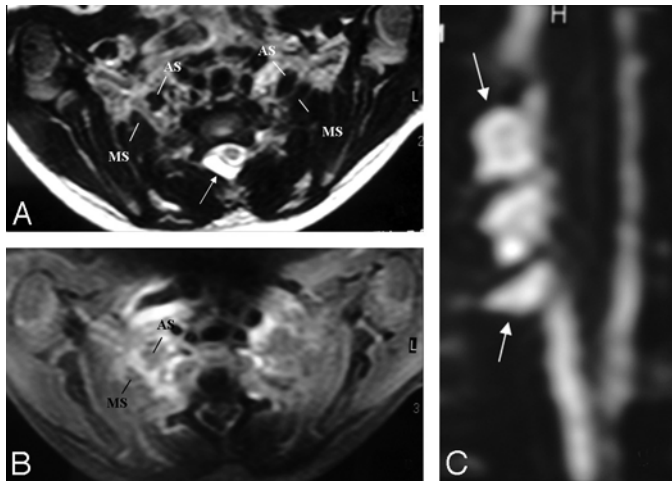


Fig 3. A and B, There is asymmetric thickening, T2 hyperintensity, and contrast enhancement of the right BPL compared with that of the left side, better seen between the anterior and middle scalene muscles. The pseudomeningocele is noted at the right posterolateral aspect of the central canal on axial T2-weighted TSE image (arrow, A). C, However, a coronal reformatted image from MR myelography shows the roots intact within the pseudomeningocele sac (arrows), suggesting only a traction injury. There is neither asymmetric enhancement nor T2 signal-intensity change of the BPL-innervated muscles or paraspinal muscles to support preganglionic injury.

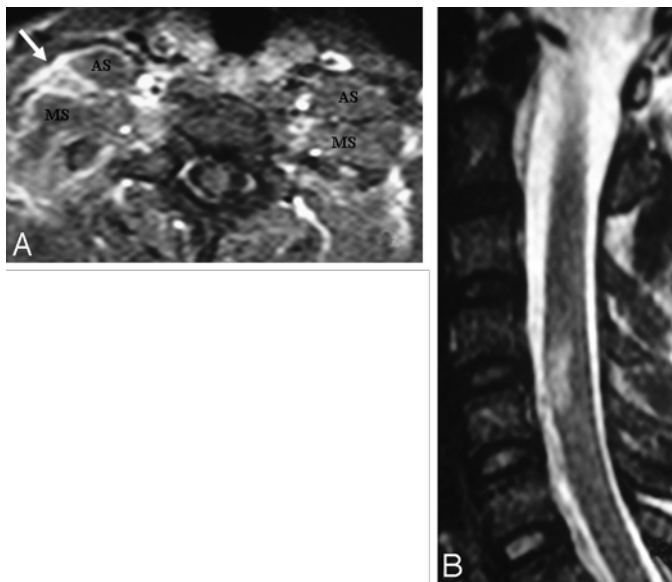


Fig 4. A, In a patient with a right-sided scapula fracture and monoparesis following trauma, the right BPL (arrow) is thickened and asymmetrically enhancing at the truncus level between the anterior and middle interscalene muscles. There is no associated root avulsion or pseudomeningocele, suggesting only traction injury at first glance. B, However, the presence of an expansile spinal cord lesion at the C4-C5 level could signal the possibility of preganglionic injury.

tifidus muscles are mostly affected. The early and most sensitive imaging sign of paraspinal muscle denervation is contrast enhancement.²⁰ Enhancement of the denervated muscle occurs as early as 24 hours after nerve injury, possibly due to dilation of vascular bed and enlargement of the extracellular space within the muscle.^{20,23} High-signal-intensity changes on T1WI and T2WI and volume loss of the paraspinal muscles are other but less sensitive findings of denervation.²⁰

Mass Involving or Compressing the BPL

Extrinsic Mass

Extrinsic masses invading or compressing the BPL are more common than primary tumors. These are contiguous or non-contiguous spread of breast, lung, and neck cancers; lymphoma; leukemia; melanoma; gastrointestinal and genitourinary carcinomas; and neurolymphomatosis.^{1,2,11} Metastases from breast and lung cancers are more common (Figs 6 and 7). Metastasis from breast cancer is the most common, occurring mainly by lymphatic spread. A Pancoast tumor (superior sulcus tumor; most are nonsmall cell cancers) easily invades the BPL. Neurolymphomatosis of the BPL (diffuse swelling and hyperintensity on T2WI with enhancement) could be a part of

a systemic lymphoma or a primary central nervous system lymphoma.^{1,2,24}

Intrinsic Mass

Neurogenic tumors are the most common primary tumors of the BPL, composed of the benign nerve sheath tumors (neurofibroma [50%–65%], and schwannoma [18%–20%]) and malignant peripheral nerve sheath tumors (14%) (Fig 8). Malignant neurogenic tumors are found mainly in patients with neurofibromatosis or a history of previous radiation therapy to the plexus region.^{1,11} MR imaging may differentiate neurofibroma and schwannoma, a distinction critical for surgical planning. Schwannomas are encapsulated inhomogeneous diffuse enhancing tumors arising from the Schwann cells and tend to grow eccentrically, with the displacement of the nerve fibers around the periphery of the tumor, making it easier to remove the tumor without sacrificing the nerve. Neurofibromas infiltrate the nerve without any definite capsule, which makes these lesions more difficult to resect without damaging the nerve. Neurofibromas tend to be fusiform longitudinally oriented lesions along the nerve distribution, with central homogeneous enhancement. The target sign with peripheral

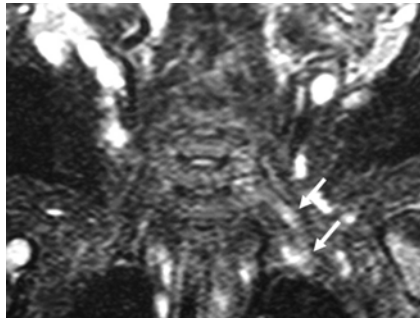


Fig 5. In another infant with a left-sided BPL paralysis following birth trauma, there is only hyperintensity of the left BPL on the coronal STIR T2-weighted image (arrows) without thickening on T1-weighted and T2-weighted TSE images (not shown). There is no associated root avulsion and pseudomeningocele. Findings are suggestive of traction injury.

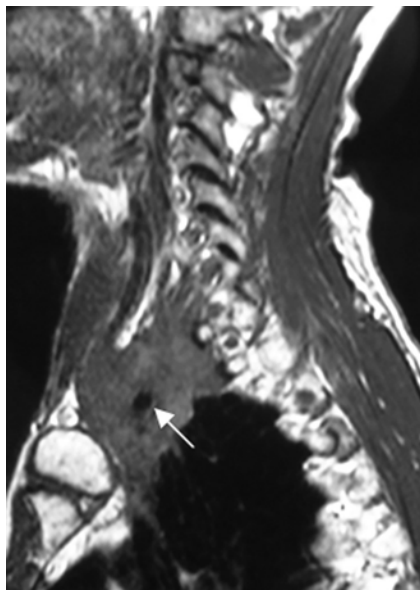


Fig 6. A Pancoast tumor surrounds the subclavian artery (arrow) circumferentially. The subclavian vein is not seen as separated. This finding means that it is either compressed or invaded. The BPL posterosuperior aspect of the subclavian artery is invaded as well.

high signal intensity and central low intensity on T2WI favors a neurofibroma (58% neurofibromas, compared with 15% in schwannoma), whereas the fascicular sign (“salt and pepper” appearance on T2WI) favors a schwannoma.¹

Other rare primary tumors invading or compressing the BPL are fibromatosis, lipoma, perineuroma, myositis ossificans, ganglioneuroma, hemangioma, lymphangioma, and sarcomas.^{1,11,24,25} Fibromatosis is the most common benign tumor, followed by lipoma and perineuroma. Fibromatosis is a locally aggressive extra-abdominal desmoid tumor appearing as isointense to muscle on T1WI and hyperintense but inhomogeneous on T2WI due to fibrous parts with marked enhancement and infiltrative margins. Perineuroma is a benign localized neoplastic proliferation of perineural cells appearing as an enhancing mass with minimal hyperintensity on T2WI that is less than that of neurogenic tumors.²⁴⁻²⁶

Nontumoral masses, such as aneurysms and pseudoaneurysms, may also result in compressive brachial plexopathies. They appear as flow voids on T2WI, depending on the flow rate through the aneurysm, or as concentric rings of varying signal intensities due to clot that forms the walls of this pseudoaneurysm.²

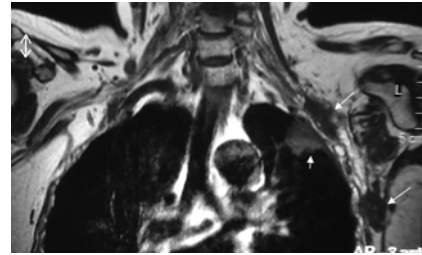


Fig 7. Precontrast coronal T1-weighted view shows metastatic nodules (long arrows) from breast cancer in the vicinity of the left BPL and another metastatic mass in the upper lobe of the left lung (small arrow).

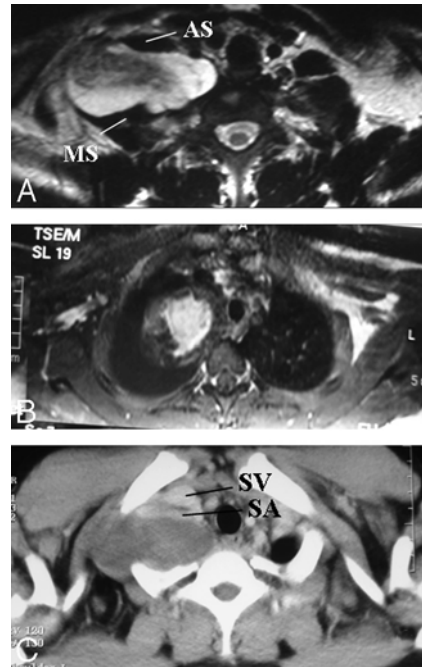


Fig 8. A and B, Pathologically proved neurofibroma elongating between the anterior and middle scalene muscles. The mass lesion is fusiform, longitudinally oriented along the BPL (A), with central homogeneous enhancement (B). A target sign with central hypointensity and peripheral hyperintensity on T2WI (A) and central homogeneous enhancement (B) are suggestive of neurofibroma. C, The subclavian vein and artery are extended at the anterior aspect of the mass on the axial postcontrast CT view. There is diaphragm paralysis on the right side compatible with phrenic nerve involvement as well (not shown).

Brachial Plexitis

The most common inflammatory processes affecting the BPL occur after irradiation, which usually manifest at 5–30 months after treatment, generally with doses of >6000 cGy.^{2,17} Unlike metastases, which tend to present as focal masses, radiation plexopathy presents as a diffuse thickening, loss of clarity, distortion of fibers (particularly the branches, cords, and divisions with sparing of the trunks and roots), T2 hyperintensity, and mild enhancement without a discrete mass (Fig 9). Radiation fibrosis in the chronic form is most common and appears as hypointense on T1WI and T2WI.^{2,11,25} Radiation plexopathy manifests as acute in the first 6 months due to vascular ischemia and is usually permanent; it manifests as delayed 6 months after the termination of radiation therapy and is usually reversible.^{2,17} Differentiation between radiation injury and recurrent cancer with axillary/supraclavicular metastases may not be possible for patients with diffusely abnormal signal intensity and enhancement of the plexus and surround-

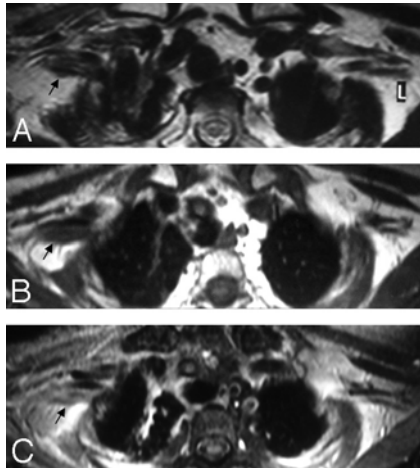


Fig 9. A, In a patient with a history of breast cancer surgery and radiation treatment with right-arm weakness, axial T2WI shows diffuse thickening of the right PBL with no associated hyperintensity (arrow). B and C, Pre- (B) and postcontrast (C) axial T1WIs show minimal contrast enhancement of the thickened right PBL fibers with no associated nodularity (arrows). Findings are suggestive of radiation fibrosis rather than metastasis.

ing tissues. Fluorodeoxyglucose-PET helps confirm metastases in patients with indeterminate MR imaging findings and is useful for depicting metastases elsewhere.¹¹

Other causes of brachial plexitis are idiopathic, viral (cytomegalovirus, Coxsackie, herpes zoster, Epstein-Barr virus, Parvovirus B19), immune-mediated or toxic (related

to previous serum, vaccine, antibiotic or other drug administration, human immunodeficiency virus serology, recent surgery, anesthesia, and childbirth), and Lyme disease.^{1,2,11,25,27-29} Brachial plexitis is more commonly seen in men between 30 and 70 years of age and is bilateral in 10%–30% of patients.^{29,30} MR imaging findings in brachial plexitis (idiopathic, viral, immune-mediated, or Lyme disease) are rarely reported, ranging from normal^{28,31} to mild thickening of the BPL and hyperintensity on T2WI with/without enhancement.^{1,2,11,25} However, denervation signal-intensity changes appear in the muscles of the shoulder girdle and chest in subacute and chronic phases of brachial plexitis.^{29,30}

Heredofamilial hypertrophic neuropathies (Charcot-Marie-Tooth and Dejerine-Sottas diseases) and chronic postinflammatory demyelinating hypertrophic polyneuropathy (a chronic form of Guillian-Barré syndrome) also affect the BPL, which appears markedly diffuse, thickened, and hyperintense on T2WI with enhancement.^{1,2,32}

Hereditary neuralgic amyotrophy (familial BPL neuropathy) is another inherited form of brachial neuritis presenting with typical unilateral episodic painful brachial plexitis with limb paralysis. It may be associated with dysmorphic facial structures. In hereditary neuralgic amyotrophy, MR imaging of the BPL will typically show no abnormalities, but in a small percentage, T2 hyperintensity of the affected plexus parts can be found.³³

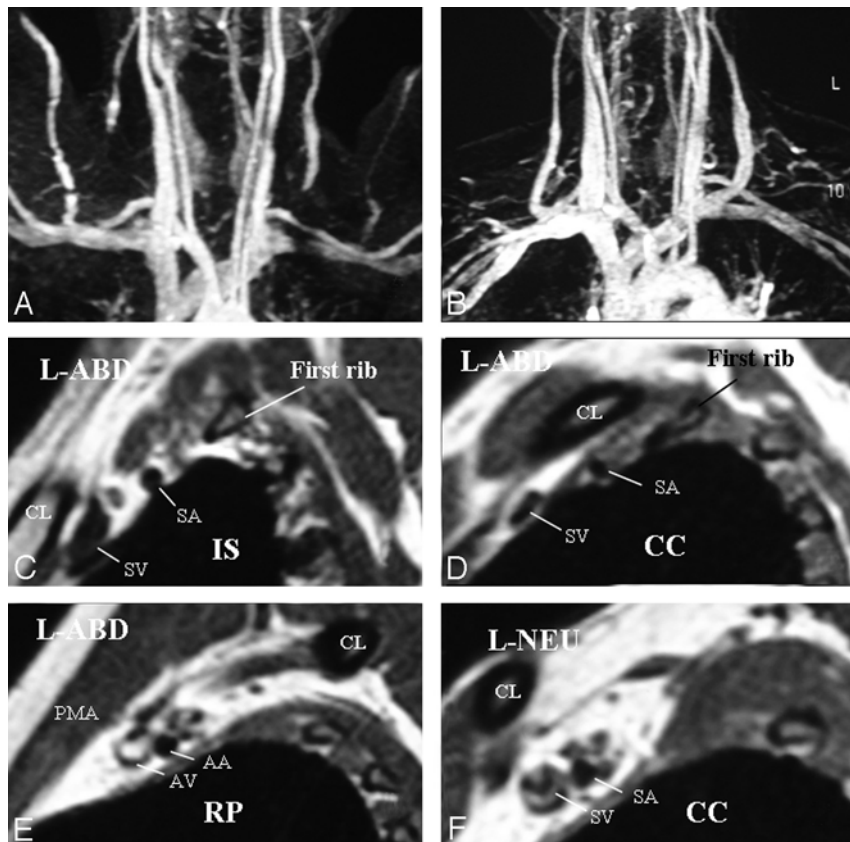


Fig 10. A, Left-sided neurogenic, arterial, and venous TOS with compression in the costoclavicular space in a patient with bluish discoloration of the left hand. MRA and MRV in abduction show impingement on the left subclavian artery and vein. B, In a neutral position, impingements on the vessels are all resolved. C-E, Sagittal views through the left BPL in abduction show narrowing of the subclavian artery and vein in the costoclavicular space and a normal caliber of the vessels in the interscalene triangle and retropectoralis minor spaces. In abduction, the left BPL is also squeezed in the costoclavicular space, suggesting neurogenic TOS additionally. F, In the neutral position, there is neither narrowing of the vessels nor any impingement on the BPL nerves in the costoclavicular space of the left side.

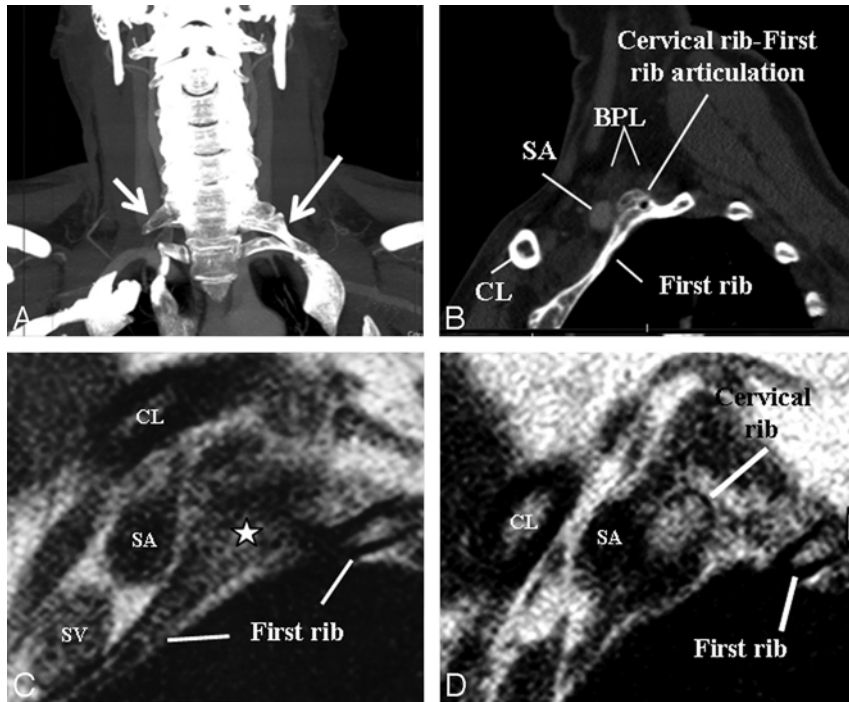


Fig 11. A, An elongated C7 transverse process on the right (*small arrow*) and a cervical rib (*long arrow*) articulating with first thoracic rib on the left on a maximal-intensity-projection view of a neck CT of a patient presenting with cervical pain and bluish discoloration of both hands, more so on the left. MRA and MRV of the neck vessels (not shown) in abduction did not show any stenosis excluding vascular (arterial or venous) TOS. B-D, Sagittal CT (B) and sagittal MR imaging (C and D from lateral to medial) views in a neutral position on the left side demonstrate cervical rib-first rib articulation (*star*) and the cervical rib contacting the BPL fibers in the costoclavicular space, responsible for neurogenic TOS. The patient's symptoms on the right are due to the elongated C7 transverse process impinging the BPL within the interscalene triangle (not shown).

TOS (Entrapment Syndrome)

TOS results from dynamic compression of the BPL, the subclavian artery, or the subclavian vein in the cervicothoracobrachial region (Figs 10 and 11). Depending on the injured component of the neurovascular bundles, patients may endure arterial, venous, or neurogenic TOS symptoms individually or combined. Symptoms are reproduced or aggravated by arm elevation and sustained use of the arm. Neurogenic TOS is the most common, comprising >95% of all TOS cases. Causative agents for TOS are cervical rib, elongated C7 transverse process, exostosis of the first rib or clavicle, excessive callus of the clavicle or first rib, congenital fibromuscular anomalies, muscle hypertrophy (scalenus, subclavius, or pectoralis minor muscles), posture, repetitive movements, and postraumatic fibrosis of the scalene muscles.^{3,13} Three possible sites of compression are the interscalene triangle, the costoclavicular space between the first thoracic rib and the clavicle, and the retropectoralis minor space. In neurogenic TOS, compression occurs equally in the interscalene triangle and in the costoclavicular space. In arterial TOS, the costoclavicular space is the most frequent site of compression, followed by the interscalene triangle. The retropectoralis minor space is a very rare potential site of compression.³ In neurogenic TOS, neurogenic symptoms occur in the upper extremity and may radiate to the shoulder, neck, and occipital regions if the upper trunk is involved; Raynaud phenomenon is frequently seen due to an overactive sympathetic nervous system, whose fibers run along the C8 and T1 nerves.

In arterial TOS, arterial insufficiency symptoms are present. In severe cases, vessel stenosis, aneurysms, thrombus

formation, and emboli distal to stenosis may occur. In venous TOS, congestive symptoms are seen in the upper extremity and shoulder. Effort-induced thrombosis (Paget-Schroetter syndrome) of the subclavian-axillary vein may be encountered in severe cases.^{3,13} Cervical x-ray is the first imaging line to reveal bone abnormalities and then MR imaging, especially sagittal T1WI through neurovascular bundles; MRA and MRV of the subclavian vessels in neutral and abduction positions are helpful for depiction of neurovascular compression, stenosis, aneurysms, and thrombosis. CT, CT angiography, and ultrasonography are other techniques in use.³

Vascular Insult

Brachial plexopathy was reported in many vasculitic diseases such as Churg-Strauss, polyarteritis nodosa, Wegener granulomatosis, giant cell arteritis, systemic sclerosis, hypersensitivity vasculitis, and Henoch-Schönlein purpura. Imaging findings are usually normal with diffuse hyperintensity of the BPL on T2WI reported rarely.^{1,34-38} Subclavian artery aneurysms^{39,40} causing brachial plexopathy were noted in Behçet disease.

Conclusions

MR imaging is valuable in the characterization of BPL lesions. In brachial plexopathy, common lesions can vary according to age groups. For a complete evaluation, visualization of the BPL, including its roots, spinal cord, and neural foramina, is mandatory. In suspicion of TOS, dynamic MR imaging evaluation of the BPL and subclavian vessels is added to routine protocol.

References

1. Sureka J, Cherian RA, Alexander M, et al. **MRI of brachial plexopathies.** *Clin Radiol* 2009;64:208–18. Epub 2008 Nov 1
2. Castillo M. **Imaging the anatomy of the brachial plexus: review and self-assessment module.** *AJR Am J Roentgenol* 2005;185:S196–204
3. Demondion X, Herbinet P, Van Sint Jan S, et al. **Imaging assessment of thoracic outlet syndrome.** *Radiographics* 2006;26:1735–50
4. Nardin RA, Patel MR, Gudas TF, et al. **Electromyography and magnetic resonance imaging in the evaluation of radiculopathy.** *Muscle Nerve* 1999;22:151–55
5. Vargas MI, Beaulieu J, Magistris MR, et al. **Clinical findings, electroneuromyography and MRI in trauma of the brachial plexus [in French].** *J Neuroradiol* 2007;34:236–42. Epub 2007 Sep 4
6. Chanlalit C, Vipulakorn K, Jirattananapochai K, et al. **Value of clinical findings, electrodiagnosis and magnetic resonance imaging in the diagnosis of root lesions in traumatic brachial plexus injuries.** *J Med Assoc Thai* 2005;88:66–70
7. Waters PM. **Update on management of pediatric brachial plexus palsy.** *J Pediatr Orthop* 2005;25:116–26
8. Pitt M, Vredevelde J. **The role of electromyography in the management of the brachial plexus palsy of the newborn.** *Clin Neurophysiol* 2005;116:1756–61
9. Colon AJ, Vredevelde JW, Blaauw G, et al. **Extensive somatosensory innervation in infants with obstetric brachial palsy.** *Clin Anat* 2003;16:25–29
10. Vredevelde JW, Blaauw G, Slooff BA, et al. **The findings in paediatric obstetric brachial palsy differ from those in older patients: a suggested explanation.** *Dev Med Child Neurol* 2000;42:158–61
11. Bowen BC, Seidenwurm DJ for the Expert Panel on Neurologic Imaging. **Plexopathy.** *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29:400–02
12. Yoshikawa T, Hayashi N, Yamamoto S, et al. **Brachial plexus injury: clinical manifestations, conventional imaging findings, and the latest imaging techniques.** *Radiographics* 2006;26:S133–43
13. Sanders RJ, Hammond SL, Rao NM. **Diagnosis of thoracic outlet syndrome.** *J Vasc Surg* 2007;46:601–04
14. Viallon M, Vargas MI, Jlassi H, et al. **High-resolution and functional magnetic resonance imaging of the brachial plexus using anisotropic 3DT2STIR (short term inversion recovery) SPACE sequence and diffusion tensor imaging.** *Eur Radiol* 2008;18:1018–23. Epub 2008 Jan 8
15. Takahara T, Hendrikse J, Yamashita T, et al. **Diffusion-weighted MR neurography of the brachial plexus: feasibility study.** *Radiology* 2008;249:653–60. Epub 2008 Sep 16
16. Bokstein F, Goor O, Shihman B, et al. **Assessment of neurolymphomatosis by brachial plexus biopsy and PET/CT: report of a case.** *J Neurooncol* 2005;72:163–67
17. Iyer RB, Fenstermacher MJ, Libshitz HI. **MR imaging of the treated brachial plexus.** *AJR Am J Roentgenol* 1996;167:225–29
18. Smith AB, Gupta N, Strober J, et al. **Magnetic resonance neurography in children with birth-related brachial plexus injury.** *Pediatr Radiol* 2008;38:159–63. Epub 2007 Nov 22
19. Uetani M, Hayashi K, Hashmi R, et al. **Traction injuries of the brachial plexus: signal intensity changes of the posterior cervical paraspinal muscles on MRI.** *J Comput Assist Tomogr* 1997;21:790–95
20. Hayashi N, Masumoto T, Abe O, et al. **Accuracy of abnormal paraspinal muscle findings on contrast-enhanced MR images as indirect signs of unilateral cervical root-avulsion injury.** *Radiology* 2002;223:397–402
21. Carvalho GA, Nikkiah G, Matthies C, et al. **Diagnosis of root avulsions in traumatic brachial plexus injuries: value of computerized tomography myelography and magnetic resonance imaging.** *J Neurosurg* 1997;86:69–76
22. Hashimoto T, Mitomo M, Hirabuki N, et al. **Nerve root avulsion of birth palsy: comparison of myelography with CT myelography and somatosensory evoked potential.** *Radiology* 1991;178:841–45
23. Bendszus M, Koltzenburg M. **Visualization of denervated muscle by gadolinium-enhanced MRI.** *Neurology* 2001;57:1709–11
24. Boyanton BL Jr, Jones JK, Shenag SM, et al. **Imaging tumours of the brachial plexus.** *Skeletal Radiol* 2003;32:375–87. Epub 2003 Mar 20
25. Todd M, Shah GV, Mukherji SK. **MR imaging of brachial plexus.** *Top Magn Reson Imaging* 2004;15:113–25
26. Boyanton BL Jr, Jones JK, Shenag SM, et al. **Intraneural perineurioma: a systematic review with illustrative cases.** *Arch Pathol Lab Med* 2007;131:1382–92
27. Lederman RJ, Wilbourn AJ. **Postpartum neuralgic amyotrophy.** *Neurology* 1996;47:1213–19
28. Wendling D, Sevrin P, Bouchaud-Chabot A, et al. **Parsonage-Turner syndrome revealing Lyme borreliosis.** *Joint Bone Spine* 2009;76:202–04. Epub 2009 Jan 14
29. Gaskin CM, Helms CA. **Parsonage-Turner syndrome: MR imaging findings and clinical information of 27 patients.** *Radiology* 2006;240:501–07
30. Scalf RE, Wenger DE, Frick MA, et al. **MRI findings of 26 patients with Parsonage-Turner syndrome.** *AJR Am J Roentgenol* 2007;189:W39–44
31. Bilbey JH, Lamond RG, Mattrey RF. **MR imaging of disorders of the brachial plexus.** *J Magn Reson Imaging* 1994;4:13–18
32. Bradley LJ, Wilhelm T, King RH, et al. **Brachial plexus hypertrophy in chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy.** *Neuromuscul Disord* 2006;16:126–31. Epub 2006 Jan 19
33. van Alfen N. **The neuralgic amyotrophy consultation.** *J Neurol* 2007;254:695–704. Epub 2007 Apr 20
34. Raz I, Leitersdorf E, Kleinman Y. **Acute bilateral brachial plexus neuritis associated with hypersensitivity vasculitis: a case report and review of literature.** *Klin Wochenschr* 1985;63:643–45
35. Pfadenhauer K, Roesler A, Golling A. **The involvement of the peripheral nervous system in biopsy proven active giant cell arteritis.** *J Neurol* 2007;254:751–55. Epub 2007 Mar 14
36. Yilmaz C, Caksen H, Arslan S, et al. **Bilateral brachial plexopathy complicating Henoch-Schönlein purpura.** *Brain Dev* 2006;28:326–08. Epub 2005 Dec 20
37. Allanore Y, Zuber M, Kahan A. **Brachial plexopathy associated with systemic sclerosis.** *Clin Rheumatol* 2002;21:401–02
38. Allan SG, Towla HM, Smith CC, et al. **Painful brachial plexopathy: an unusual presentation of polyarteritis nodosa.** *Postgrad Med J* 1982;58:311–13
39. Yoo WH, Kim HK, Park JH, et al. **Mediastinal mass and brachial plexopathy caused by subclavian arterial aneurysm in Behçet's disease.** *Rheumatol Int* 2000;19:227–30
40. Lee KY, Sunwoo IN, Oh WS, et al. **Brachial plexopathy caused by subclavian artery aneurysm in Behçet's disease.** *Muscle Nerve* 1999;22:1721–23

SİSTEM KULLANIMI ÖNCESİ SENARYO DEĞERLENDİRME FORM ÖRNEĞİ

Saygıdeğer Katılımcı,

Bu bilimsel çalışmaya katkı vermeyi kabul ettiğiniz için çok teşekkür ederiz. Bu anket; **“Nöroradyoloji Alanında Tetkik Seçimi İçin Kanıta Dayalı Tıp Zemininde Karar Destek Sistemi”** başlıklı tez çalışmasının bir bölümüdür. Çalışmada size verilen kurgusal senaryolara hangi radyolojik tetkik/tetkikleri tercih ettiğinizi belirtmeniz beklenmektedir.

Çalışmanın devamında birkaç gün içerisinde sizlerden benzer bir form daha doldurmanızın da planlanmış olduğunu ve çalışma tasarımı açısından her iki anketi de doldurmanızın gerekli olduğunu şimdiden belirtmek istedik. Bu nedenle bu ankete katılımınız ile birlikte sonraki benzer ankete katılmayı da kabul etmiş olduğunuzu umuyoruz.

Çalışma AÜTF Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır ve bu anket aracılığı ile alınan bilgiler sadece veri analizi için kullanılacak, üçüncü şahıslar ile paylaşılmayacaktır. Ancak aşağıdaki bilgilere analiz için gerek duyulmaktadır. Arzu ettiğiniz takdirde isimlerinizi de eklemeniz durumunda sonraki aylarda çalışmanın devamına katılmanız veya sizlere geribildirim iletme şansımız olabilecektir.

Saygılarımızla

Araştırma ekibi adına Dr. Utku Şenol

Çalıştığınız Bölüm:

Cinsiyet: E K

Yaş:

**Alanınızdaki Mesleki
Deneyim (yıl):**

Göreviniz: Araştırma görevlisi
 Uzman veya öğretim üyesi

İsim (İsteğe bağlı) :

Lütfen verilen her senaryo için **en gerekli olduğunu düşündüğünüzden başlamak üzere** tetkik/tetkikler tercihinde bulununuz. Tetkik tercihinde bulunurken günlük uygulamalarınızdaki kararınızı belirtmenizi beklemekteyiz.

- Herhangi bir tetkike gerek olmadığını düşünüyorsanız sadece “gereksiz” kutucuğunu işaretleyiniz.
- Gerek duyduğunuzda 3’e kadar tetkik tercihinde bulunabilirsiniz.

Tetkiki tercihlerinizi belirtirken:

Hangi bölge: beyin, boyun, servikal gibi

Hangi tetkik: PET, US, Doppler US, MRG, BT, Difüzyon MRG, DSA, BTA(BT anjiyografi), direkt grafi vs

Kontrast uygulaması tercih edip etmediğiniz:

1. Kontrastsız
2. Kontrastlı
3. Hem kontrastlı hem kontrastsız şekilde

ve Tercihinizin gereklilik derecesi ile ilgili kutucukları lütfen işaretleyiniz.

Tetkik tercihinizin gerekliliği için aşağıdakilerden birini belirtiniz:

1. **Özel durumlarda uygun:** Tedavi kararı için şart değil ancak özel bulgular eşlik ediyorsa veya özel koşullarda uygun olabilir. Yararı tartışmalı olup da zaman alıcı, pahalı veya rutin dışı olan tetkikler de bu gruba girer.
2. **Uygun tetkik:** Hasta tanısı ve tedavi kararına etki etme olasılığı yüksek tetkik.
3. **Kesinlikle gerekli:** Tanı ve tedavi kararı için çok önemli ve mutlaka önerilmesi gereken tetkik.

1) 60 yaşında erkek hasta. İki saat önce sağ kol ve bacağına ani gelişen kuvvet kaybı ve konuşmasında bozulması olmuş. Hastaneye gelirken yolda şikâyetlerinin düzeldiğini ifade ediyor. Nörolojik muayenesinde normal bulgular saptandı.

Bu durumda tetkik gereksizdir (Bu kutucuğu işaretlediyseniz lütfen bir sonraki senaryoya geçiniz)

1. Tetkik Tercihi <input type="checkbox"/> MRG <input type="checkbox"/> MRA <input type="checkbox"/> BT <input type="checkbox"/> BTA <input type="checkbox"/> DSA <input type="checkbox"/> Doppler <input type="checkbox"/> USG <input type="checkbox"/> Difüzyon <input type="checkbox"/> diğer.....	Bölge <input type="checkbox"/> Beyin <input type="checkbox"/> Boyun <input type="checkbox"/> Paranasalsinüs <input type="checkbox"/> Orbita <input type="checkbox"/> Servikal <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Torakal <input type="checkbox"/> Karotis <input type="checkbox"/> Lumbosakral <input type="checkbox"/> diğer	Kontrast <input type="checkbox"/> Kontrastlı <input type="checkbox"/> Kontrastsız <input type="checkbox"/> Hem kontrastlı hem kontrastsız	Uygunluk Derecesi <input type="checkbox"/> Özel durumlarda <input type="checkbox"/> Uygun tetkik <input type="checkbox"/> Kesinlikle gerekli
Varsa 2. Tetkik Tercihi <input type="checkbox"/> MRG <input type="checkbox"/> MRA <input type="checkbox"/> BT <input type="checkbox"/> BTA <input type="checkbox"/> DSA <input type="checkbox"/> Doppler <input type="checkbox"/> USG <input type="checkbox"/> Difüzyon <input type="checkbox"/> diğer.....	Bölge <input type="checkbox"/> Beyin <input type="checkbox"/> Boyun <input type="checkbox"/> Paranasal sinüs <input type="checkbox"/> Orbita <input type="checkbox"/> Servikal <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Torakal <input type="checkbox"/> Karotis <input type="checkbox"/> Lumbosakral <input type="checkbox"/> diğer	Kontrast <input type="checkbox"/> Kontrastlı <input type="checkbox"/> Kontrastsız <input type="checkbox"/> Hem kontrastlı hem kontrastsız	Uygunluk Derecesi <input type="checkbox"/> Özel durumlarda <input type="checkbox"/> Uygun tetkik <input type="checkbox"/> Kesinlikle gerekli
Varsa 3. Tetkik Tercihi <input type="checkbox"/> MRG <input type="checkbox"/> MRA <input type="checkbox"/> BT <input type="checkbox"/> BTA <input type="checkbox"/> DSA <input type="checkbox"/> Doppler <input type="checkbox"/> USG <input type="checkbox"/> Difüzyon <input type="checkbox"/> diğer.....	Bölge <input type="checkbox"/> Beyin <input type="checkbox"/> Boyun <input type="checkbox"/> Paranasalsinüs <input type="checkbox"/> Orbita <input type="checkbox"/> Servikal <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Torakal <input type="checkbox"/> Karotis <input type="checkbox"/> Lumbosakral <input type="checkbox"/> diğer	Kontrast <input type="checkbox"/> Kontrastlı <input type="checkbox"/> Kontrastsız <input type="checkbox"/> Hem kontrastlı hem kontrastsız	Uygunluk Derecesi <input type="checkbox"/> Özel durumlarda <input type="checkbox"/> Uygun tetkik <input type="checkbox"/> Kesinlikle gerekli

2) 70 yaşında erkek hasta sabah 8’de uyandığında sağ tarafında güçsüzlük hissetmiş. Düzeler denerek bir süre bekleyen hasta öğleden sonra şikâyetlerinde hafif artma olunca hastaneye başvuruyor. Saat 17’de yapılan muayenesinde sağ santral tipte yüz felci ve 3/5 kuvvetinde sağ hemiparezi saptandı.

Bu durumda tetkik gereksizdir (Bu kutucuğu işaretlediyseniz lütfen bir sonraki senaryoya geçiniz)

1. Tetkik Tercihi <input type="checkbox"/> MRG <input type="checkbox"/> MRA <input type="checkbox"/> BT <input type="checkbox"/> BTA <input type="checkbox"/> DSA <input type="checkbox"/> Doppler <input type="checkbox"/> USG <input type="checkbox"/> Difüzyon <input type="checkbox"/> diğer.....	Bölge <input type="checkbox"/> Beyin <input type="checkbox"/> Boyun <input type="checkbox"/> Paranasal sinüs <input type="checkbox"/> Orbita <input type="checkbox"/> Servikal <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Torakal <input type="checkbox"/> Karotis <input type="checkbox"/> Lumbosakral <input type="checkbox"/> diğer	Kontrast <input type="checkbox"/> Kontrastlı <input type="checkbox"/> Kontrastsız <input type="checkbox"/> Hem kontrastlı hem kontrastsız	Uygunluk derecesi <input type="checkbox"/> Özel durumlarda <input type="checkbox"/> Uygun tetkik <input type="checkbox"/> Kesinlikle gerekli
Varsa 2. Tetkik tercihi <input type="checkbox"/> MRG <input type="checkbox"/> MRA <input type="checkbox"/> BT <input type="checkbox"/> BTA <input type="checkbox"/> DSA <input type="checkbox"/> Doppler <input type="checkbox"/> USG <input type="checkbox"/> Difüzyon <input type="checkbox"/> diğer.....	Bölge <input type="checkbox"/> Beyin <input type="checkbox"/> Boyun <input type="checkbox"/> Paranasal sinüs <input type="checkbox"/> Orbita <input type="checkbox"/> Servikal <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Torakal <input type="checkbox"/> Karotis <input type="checkbox"/> Lumbosakral <input type="checkbox"/> diğer	Kontrast <input type="checkbox"/> Kontrastlı <input type="checkbox"/> Kontrastsız <input type="checkbox"/> Hem kontrastlı hem kontrastsız	Uygunluk derecesi <input type="checkbox"/> Özel durumlarda <input type="checkbox"/> Uygun tetkik <input type="checkbox"/> Kesinlikle gerekli
Varsa 3. Tetkik tercihi <input type="checkbox"/> MRG <input type="checkbox"/> MRA <input type="checkbox"/> BT <input type="checkbox"/> BTA <input type="checkbox"/> DSA <input type="checkbox"/> Doppler <input type="checkbox"/> USG <input type="checkbox"/> Difüzyon <input type="checkbox"/> diğer.....	Bölge <input type="checkbox"/> Beyin <input type="checkbox"/> Boyun <input type="checkbox"/> Paranasal sinüs <input type="checkbox"/> Orbita <input type="checkbox"/> Servikal <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Torakal <input type="checkbox"/> Karotis <input type="checkbox"/> Lumbosakral <input type="checkbox"/> diğer	Kontrast <input type="checkbox"/> Kontrastlı <input type="checkbox"/> Kontrastsız <input type="checkbox"/> Hem kontrastlı hem kontrastsız	Uygunluk derecesi <input type="checkbox"/> Özel durumlarda <input type="checkbox"/> Uygun tetkik <input type="checkbox"/> Kesinlikle gerekli

RADDES İLE BİRLİKTE SENARYO DEĞERLENDİRME FORMU ÖRNEĞİ

Saygıdeğer Katılımcı,

Doldurduğunuz formlar için teşekkür ederiz. Bu aşamada ise sizlere yine 8 senaryodan oluşan bir form daha verilmiştir. Ayrıca www.raddes.org sitesi size en uygun tetkiki önermek için yardımcı olmak üzere hazırlanmıştır.

Daha öncekine benzer olarak senaryolara en uygun tetkiki önermeniz beklenmektedir. Bu senaryolara **en uygun tetkik önermek hedefi ile siteyi gerek duyduğunuzda** kullanabilirsiniz. Bunun için basitçe;

- 1) www.raddes.org adresine girerek,
- 2) "Hastalık kategorileri" sekmesini tıklayarak,
- 3) Açılan 16 alt başlıktan uygun olanı seçerek,
- 4) Sistemin yönlendirdiği sorular ile önereceği en uygun tetkike ulaşabilirsiniz. Öneriyi

inceledikten sonra kendi deneyimlerinize birlikte değerlendirip kararınızı belirlemeniz ve en uygun olduğunu düşündüğünüz tetkiki formlara işaretlemeniz beklenmektedir.

Bu formun son sayfasında 10 maddeden oluşan anketi doldurmanız da bizim için önemlidir. Eklemek istediğiniz açık uçlu yorumlarınızdan memnunluk duyarız.

Saygılarımızla,

Araştırma ekibi adına Dr. Utku Şenol

Çalıştığınız Bölüm:

Cinsiyet: E K

Yaş:

Alanınızdaki Mesleki

Deneyim (yıl):

Göreviniz: Araştırma görevlisi

Uzman veya öğretim üyesi

İsim (İsteğe bağlı) :

Lütfen verilen her senaryo için **en gerekli olduğunu düşündüğünüzden başlamak üzere** tetkik/tetkikler tercihinde bulununuz. Tetkik tercihinde bulunurken günlük uygulamalarınızdaki kararınızı belirtmenizi beklemekteyiz.

- Herhangi bir tetkike gerek olmadığını düşünüyorsanız sadece “gereksiz” kutucuğunu işaretleyiniz.
- Gerek duyduğunuzda 3’e kadar tetkik tercihinde bulunabilirsiniz.

Tetkiki tercihlerinizi belirtirken:

Hangi bölge: beyin, boyun, servikal gibi

Hangi tetkik: PET, US, Doppler US, MRG, BT, Difüzyon MRG, DSA, BTA(BT anjiyografi), direkt grafi vs

Kontrast uygulaması tercih edip etmediğiniz:

Tercihinizin gereklilik derecesi ile ilgili kutucukları lütfen işaretleyiniz.

Tetkik tercihinizin gerekliliği için aşağıdakilerden birini belirtiniz:

1. **Özel durumlarda uygun:** Tedavi kararı için şart değil ancak özel bulgular eşlik ediyorsa veya özel koşullarda uygun olabilir. Yararı tartışmalı olup da zaman alıcı, pahalı veya rutin dışı olan tetkikler de bu gruba girer (sistemde 4-5-6 ile önerilmektedir).
2. **Uygun tetkik:** Hasta tanısı ve tedavi kararına etki etme olasılığı yüksek tetkik (sistemde 7-8 uygunluk derecesi ile belirtilmektedir).
3. **Kesinlikle gerekli:** Tanı ve tedavi kararı için çok önemli ve mutlaka önerilmesi gereken tetkik. (Sistemde 9 uygunluk derecesine karşılık gelmektedir)

Sistemin önerdiği uygunluk derecesi ve bu anket formundaki karşılıkları:

1-3 : Gereksiz

4-6 : Özel durumlarda

7,8 : Uygun

9 : Kesinlikle gerekli

GÖNÜLLÜ HEKİMLER TARAFINDAN DEĞERLENDİRİLEN SENARYOLAR

AT1: 15 yaşında erkek hasta yavaş ilerleyen dengesizlik yakınması ile başvuruyor. Nörolojik muayenede bulgu yok. Özgeçmiş özellik yok. Sağda dismetri ve yürüyüşte sağa ataksi izleniyor.

AT2: 45 yaşında kadın hasta iki saat önce başlayan dengesizlik, ayağa kalkamama yakınması ile başvuruyor. Özgeçmişte hipertansiyon dışında özellik yok. Ayağa kaldırıldığında sağ tarafa doğru devriliyor. Sağda serebeller testler bozuk.

AT3: 19 yaşında erkek hasta 2-3 gün önce başlayan ataksi bulguları ile başvuruyor. 1 haftadır ateşli hastalığı ve baş ağrısı olduğu öğreniliyor.

AT4: 17 yaşında erkek olgu araç içi trafik kazası sonrası başlayan dengesizlik yakınmaları ile başvuruyor. Ek yakınması ve muayene bulgusu yok.

SV2: 60 yaşında erkek hasta. İki saat önce sağ kol ve bacağına ani gelişen kuvvet kaybı ve konuşmasında bozulması olmuş. Hastaneye gelirken yolda şikayetlerinin düzeldiğini ifade ediyor. Nörolojik muayenesinde normal bulgular saptandı.

SV4: 70 yaşında erkek hasta sabah 8'de uyandığında sağ tarafında güçsüzlük hissetmiş. Düzeler denerek bir süre bekleyen hasta öğleden sonra şikayetlerinde hafif artma olunca hastaneye başvuruyor. Saat 17'de yapılan muayenesinde sağ santral tipte yüz felci ve 3/5 kuvvetinde sağ hemiparezi saptandı.

SV6: 40 yaşında bayan hastanın aralıklı baş ağrısı şikayeti var. Ağrı özellikle tuvalete oturduğunda kınmakla ve cinsel ilişki sonrası artış gösteriyor. Sigara kullanan hastanın bir kardeşinin 30 yaşında beyin kanaması sonrası öldüğü öğrenildi.

SV8: Acil servise ani başlayan şiddetli baş ağrısı, bulantı ve kusma ile müracaat eden 40 yaşında erkek hastanın muayenesinde, bilinci uykuya meyilli ve ense sertliği mevcut. Çekilen bilgisayarlı beyin tomografisinde sağ sylvian fissürde kanamaya ait olabilecek şüpheli dansite artışı ve lomber ponksiyonda eritrosit saptandı. Ek tetkik tartışılıyor.

DE2: 65 yaşında erkek hasta unutkanlık şikayeti ile başvuruyor. Ailesinden alınan anamnezde aynı şeyleri tekrar tekrar sorduğu, eşyalarının yerlerini unuttuğu ve işlerini halletmek için dışarı çıkmayıp evde kalmayı tercih ettiği öğrenildi. Bir keresinde yeni gittiği bir mahallede kaybolmuş. Ayrıca konuşmalara daha az katıldığı, isim ve kelimeleri hatırlamakta zorlandığı ifade ediliyor. Muayenede yakın bellek ve hesaplama fonksiyonunda bozulma, konuşmasında hafif derecede afazi mevcut.

DE4: 70 yaşında erkek hasta yakınları tarafından sinirlilik, kişilik değişikliği ve unutkanlık şikayeti ile getiriliyor. Hikayede ılımlı ve sosyal bir kişi olan hastanın son altı aydır unutkanlığının başladığı ve agresif ters bir kişi haline geldiği söyleniyor. Hiç durmadan yemek yemek istediği ve ikna edilemediği söylenen hastaya bakıcı tutulduğu, bakıcının hasta tarafından sürekli cinsel tacizden şikayetçi olduğu öğrenildi. Muayenede hastada dikkat dağınıklığı, bellek fonksiyonunda bozulma ve hafif derecede afazi saptandı.

DE6: 45 yaşındaki hastanın 3 ay önce başlayan ve hızlı şekilde ilerleyen unutkanlığa, görmede azalma ve konuşmanın bozulması şikayetleri eklenmiş. Hasta evde sürekli yardımla özbakımı gerçekleştirebilir duruma gelmiş ve hasta yakınlarının dikkatini aralıklı olarak kollarda sıçrama hareketi çekmiş. Muayenede kooperasyon azalmış, nonoryante aralıklı olarak myoklonik kasılmaları var.

DE8: 48 yaşında kadın hasta. Bir süredir ellerinde istemsiz kıvrılma ve sıçrama tarzı hareketleri oluyor. Bu hareketler zamanla tüm vücuduna yayılmış. Hareketler stres altında artıyor ve son zamanlarda görsel halüsinasyonlar da başlamış. Muayenede dört ekstremitte distallerde belirgin koreiform hareketler mevcut.

FN2: 25 yaşında kadın hastada ani olarak sol gözde tam görme kaybı gelişmiş. Görme kaybı zamanla düzelerek bir saat içinde tamamen normale döndüğü öğrenildi. Muayenesinde ışık refleksi ve görme keskinliği tamamen normal.

FN4: 34 yaşında erkek hasta sol kolunda uyuşma ve kuvvetsizlik şikayeti ile başvuruyor. Bir hafta önce kolunda uyuşukluk başlamış ve bu uyuşukluk artarken zamanla kuvvetsizlikte eklenmiş. Muayenesinde sol üst ekstremitesinde distal hakim 4/5 kuvvetinde parezi saptanan hastanın solda refleksleri sağa oranla artmış olarak bulundu.

FN1: 40 yaşında erkek hasta. Üç gün önce ani olarak baş dönmesi ve dengesizlik şikayeti başlamış. Şikayeti kısmen azalmakla birlikte devam ediyormuş. Yapılan muayenede sağda serebellar testlerde bozukluk ve düz çizgide yürürken sağa doğru ataksisi mevcut.

FN3: 55 yaşında kadın hastanın 5 gün önce sol kolunda ani gelişen güç kaybı olmuş. Hastanın sol kol kuvvetinde giderek azalma sonuç olarakta tam kuvvet kaybı gelişmiş. Muayenede sol üst ekstremitte refleksleri artmış ve solda Babinski işareti pozitif olarak bulundu.

BA2: 25 yaşında kadın hasta üç yıldır tüm başında ağrıdan şikayetçi ve ağrısına son bir aydır bulanık görme, bulantı kusma eklenmiş. Muayenede bilateral papil ödemi ve görme keskinliğinde azalma saptandı.

BA4:60 yaşında kadın hasta. Bugün öğleden sonra başının sol tarafında ve boynunda şiddetli ağrı gelişmiş. Muayenede solda miyozis, pitozis ve enoftalmus saptandı.

BA6: 65 yaşında erkek hasta bir haftadır başının sol yarısında şiddetli ağrıdan şikayetçi. Bir kez solda 5 dakika süren görme kaybı olmuş ve düzelmiş. Muayenede sol temporal kas üzerinde hassasiyet mevcut ve solda okuler disk soluk bulundu. Laboratuvarda eritrosit sedimantasyon hızı 70 cm/hr ölçüldü.

BA8 : 30 yaşında 6 aylık hamile kadın daha önce olmayan yeni başlayan tüm başında ağrıdan şikayetçi.

KT2: 35 yaşında kadın hasta üç saat önce araç içi trafik kazası geçirmiş. Nörolojik muayenesinde solda frontoparietal bölgede ciltte laserasyon ve kanaması mevcut, kuvvet muayenesinde 4/5 kuvvetinde sağ hemiparezi saptandı.

KT4 : 18 aylık bebek yüksekten düşme şikayeti ile getirilmiş. Muayenede sağ parietal bölgede cilt altı hematoma mevcut. Ağrılı uyarılarla yüzünde buruşturma, solda dekortike postür varken sağda ağrılı uyarıları lokalize etmeye çalışıyor.

KT6: 36 yaşında erkek hasta voleybol oynarken hızla düşüp kafasını çarpıyor. Nörolojik muayene normal ancak boyun ve yüzün sağ yarısında şiddetli ağrısı devam ediyor.

KT8: 15 yaşında hasta araç dışı trafik kazası ile getirilmiş. Muayene sol oksipital kafa tasında çökme ve ciltte laserasyon mevcut. Bilinç kapalı sol pupil dilate ve ışık refleksi alınamıyor. Ağrılı uyarılarla bilateral dekortike postür alıyor.

BE2: 72 yaşında kadın hasta. Bir kaç gün önce ayağı takılarak düşmüş. Bilinen osteoporozu olan hastanın sonrasında bel ağrısı ve sağ ayağında kuvvetsizlik gelişmiş. Muayenesinde lomber seviyede vertebra üzerinde palpasyon ile hassasiyet ve sağda düşük ayağı mevcut.

BE4: 55 yaşında erkek hasta on beş gündür olan belinden ayağına yansıyan ağrısı varken dün akşamdan beri ağrı daha çok belinde lokalize olmuş ve sol ayağında kuvvet kaybı gelişmiş. Muayenede solda düşük ayak saptandı.

BE6: 50 yaşında bayan bir süredir bel ağrısı varken son iki gündür bacaklarında kuvvetsizlik hissetmiş ve bugün idrar kaçırması başlamış. Muayenesinde iki yanlı aşıl refleksi alınamıyor, distal hakim paraparezi mevcut, anal tonus azalmış.

BE1: 35 yaşında erkek hasta bugün işyerinde ağır kaldırma sonrası ani bel ağrısı başlamış. Muayenede solda germe testi (Lasek) pozitif ve başka bulgusu yok.

MP2: 25 yaşında kadın hasta sırtında başlayan şiddetli ağrının göğsüne doğru yayıldığını, takip eden süreçte vücudunun alt tarafını hissetmediğini ve ayağa kalkamadığını ifade ediyor. Muayenede 2/5 kuvvetinde parapleji, T6 dermatomunda seviye veren anestezi mevcut. Derin tendon refleksleri alınamıyor, taban derisi yanıtı ve karın cildi refleksleri yok.

MP4: 55 yaşında erkek hasta on beş gün önce bacaklarında uyuşukluk olmuş. 5 gün sonra bacaklarında kuvvetsizlik hissetmiş ve iki gündür idrar yapmakta zorlandığını ifade ediyor. Muayenede 3/5 kuvvetinde paraparezi, T10 seviyesinde hipoestezi, altta derin tendon refleksleri artmış ve iki yanlı Babinski işareti pozitif bulundu.

MP6 : 30 yaşında kadın hasta yaklaşık iki haftadır ateşi var ve enfeksiyon olduğu düşünülerek antibiyotik başlanmış. Antibiyotik düzenli kullanmamış. Üç gündür şiddetli bel ağrısı şikayeti olan hastanın bugün sabahdan itibaren bacaklarında kuvvetsizlik olmuş. Muayenede parapleji ve T12'de seviye veren anestezi mevcut.

MP1: 12 yaşında erkek hasta araç içi trafik kazası nedeniyle acil servise getirilmiş. Bilinci açık, koopere, oryante, bilateral alt ekstremiteler plejik, T4'de seviye veren anestezi mevcut.

BK1: 46 yaşında kadın hasta boyun sağ tarafta 2x2 cm çaplı, sert ve ağrısız kitle ile başvuruyor. 10 gün önce fark etmiş. Özgeçmişte özellik yok. Yakın zamanda ateş öyküsü yok.

BK2: 33 yaşında erkek hasta boyunda sol tarafta ağırlı kitle ile başvuruyor. Fizik muayenede 2 cm çaplı yumuşak, hassas kitle var. Hasta 2-3 gündür olan subfebril ateş öyküsü veriyor. Özgeçmişte ek özellik yok.

BK4: 63 yaşında erkek hasta boyunda, çok sayıda, her iki tarafta olan kitle yakınmaları ile başvuruyor. Yakınmalarını 1 hafta önce fark etmiş, başka yakınması ve özgeçmişte özellik yok. Muayenede en büyüğü 1.5 cm olan çok sayıda, ele gelen, hareketli kitleleri mevcut.

BK6: 11 yaşında erkek çocuk boyunda şişlikler ile başvuruyor. Boyunda sağda iki adet, solda bir adet 1.5-2 cm arası değişen boyutlarda, hareketli kitleler mevcut. Ateş öyküsü yok. Özgeçmişte ve FM'de başka özellik yok.

NE2: 25 yaşında kadın hasta aşırı kilo ve iştah fazlalığından şikayetçi. Muayenede obezite dışında patolojik bulgusu yok.

NE4: 35 yaşında kadın aşırı kilo alma şikayeti ile başvurdu. Muayenede obezite yüzde yuvarlak görünümün eşlik ettiği santral bir kilo artışı dikkat çekiyor. Tansiyon arterial 160/100 mmHg ölçüldü. Laboratuvar bulgularında ACTH yüksekliği saptandı.

NE6: 16 yaşında fazla uzama ile başvuran erkek hastanın muayenesinde el ve ayaklarında normalden büyüklük, alında ve çene yapısında genişlik saptandı.

NE8: 15 yaşında erkek hasta aşırı su içme ve idrar yapma yakınması ile başvuruyor, laboratuvarında idrar osmolalitesinde düşüklük saptandı.

OR2: 6 yaşında erkek bir süredir sağ gözü ile tahtayı görmekte zorlanmadan şikayetçi. Şikayeti zamanla artmış ve artık daha yakındaki yazıları da okuyamaz hale gelmiş.

OR4: 50 yaşında kadın hasta sol gözünde görme azalması ve şişlikten şikayetçi. Muayenesinde sol gözde görme keskinliğinde azalma periorbital ödem ve proptozis mevcut.

OR6: 60 yaşında erkek hasta sağ gözde görme azalması ve çift görme şikayeti var. Muayenesinde sağda pupil dilate direk ve indirekt ışık refleksi azalmış. Sağda pitozisin eşlik ettiği yukarı, içe ve aşağı bakış kısıtlılığı mevcut.

OR1: 2 yaşında erkek çocukta ailenin farkettiği sağ gözde şişlik şikayeti var. Muayenede sağ orbital alanda şişlik, proptozis ve eşlik eden sağ gözde görmede azalma saptandı.

PP2: 35 yaşında inşaat işçisi birinci katta çalışırken ayağı kayıp düşerken sağ eliyle asılı levhaya tutunmaya çalışmış. Sonrasında sağ elinde kuvvetsizlik hissetmiş. Muayenesinde sağ ekstremitte distali ve el bilek fleksiyonunda 4/5 parezi, ulnar ve medial antebrakial duyu alanında hipoestezi saptandı.

PP4: 44 yaşında erkek hasta. Bir yıl önce boyun sağ tarafta kitle lezyonu nedeni ile opere edilip bu bölgeye radyoterapi uygulanmış. 2 aydır sağ kolunu kaldırmakta zorlanmaya başlamış ve şikayeti giderek artmış. Muayenede sağ omuz abduksiyon ve dirsek fleksiyonunda 3/5 kuvvetinde parezi mevcut.

PP6: 35 yaşında erkek bilinen hemofili hastası. Acil servise darp edilme şikayeti ile başvuruyor. Sol lomber bölgede karına doğru yayılan darp izleri ve morluklar mevcut. Muayenede patellar refleksi azalmış ve diz ekstensiyonu ve ayak bilek dorsal fleksiyonunda 4/5 kuvvetinde parezisi var.

PP8: 25 yaşında over kanseri olan hasta sol overe yönelik operasyon ardından radyoterapi almış. Bir süredir sol bacağına kuvvetsizlikten şikayetçi. Muayenesinde sol kalça ve diz fleksiyonunda parezi, solda safen ve lateral femoral kutanöz duyu alanında hipoestezi saptandı.

EP2: 35 yaşında erkek hasta. Akşam yemeği sonrası arkadaşlarının yanında yere yığılıyor ve tüm vücudunda kasılmalar oluyor. Bu durum iki dakika sürmüş beraberinde ağızından köpük gelmesi ve idrar kaçırmaması olmuş. Olay sonrası şaşkınlığı olan ve etrafını tanıyamayan hasta 30 dakikada kendisine gelmiş. Bilinen nöbet hikayesi ilaç alımı yok. Akşam yemeği öncesi alkol almaya başladığı ve o gün için yoğun bir tüketimi olduğu ifade ediliyor.

EP4: 55 yaşında erkek hasta bugün işyerinde hayatında ilk kez olmak üzere kendini kötü hissetmesi ardından jeneralize tonik klonik nöbet geçiriyor. Herhangi bir ilaç ya da alkol alımı hikayesi yok.

EP6: 22 yaşında erkek hasta iki gün önce araç içi trafik kazası ve kafa travması geçirmiş. Nörolojik muayenesi intakt olan hastanın bugün sabah saatlerinde bilinç kaybının eşlik ettiği tonik klonik kasılmaları olmuş.

EP1: 32 yaşında kadın hasta on yıldır epilepsi nedeniyle takipte. Üçlü ilaç kullanımına rağmen haftada 1-4 nöbet geçiriyor. Medikal dirençli olarak düşünülen hastaya cerrahi yapılması planlandı.

Sİ1: 23 yaşında erkek hasta, 1 haftadır devam eden burun tıkanıklığı, özellikle sabahları frontal bölgede olan baş ağrısı yakınması mevcut. FM'de postnazal pürülan akıntı gözlemlendi.

Sİ2: AML nedeni ile kemoterapi tedavisi uygulanan immünsüpresif 48 yaşındaki kadın olgunun 4 gündür burun tıkanıklığı, sol göz ve çevresinde daha çok olan baş ağrısı ve geniz akıntısı yakınmaları oluyor. Nörolojik muayenesi normal.

Sİ4: 3 yıldır tekrarlayan sinüzit yakınmaları olan 36 yaşında erkek hasta. Yılda 4-5 kez sinüzit atağı oluyor. Hasta cerrahi açısından değerlendiriliyor.

Sİ6: 36 yaşında erkek hasta. 3 aydır tek taraflı burun tıkanıklığı ve ağrı mevcut. Son bir hafta içerisinde iki kez burun kanaması yakınması olmuş.

OM2: 38 yaşında erkek hasta 2 metrelik duvardan düşüyor. Boyunda arka alt kısım, orta hatta palpasyon ile belirgin hassasiyet var (NEXUS Görüntüleme kriterini karşılıyor). Nörolojik muayene normal.

OM4: 30 yaşında motorsiklet kazası geçiren erkek hasta şiddetli boyun ağrısı ile acile geliyor. Tetraparezisi saptanıyor (NEXUS görüntüleme kriterini karşılıyor.)

OM6: 26 yaşında erkek hasta trafik kazası sonrası acil servise geliyor. Şiddetli boyun ağrısı ile gelen hastada ataklar halinde gelen şiddetli baş dönmesi yakınması mevcut (NEXUS görüntüleme kriterini karşılıyor).

OM8: Su kaydırağında çarpışma sonrası gelen boyun ağrılı 28 yaşında erkek olgu stabil boyun travması tanısı ile "boyun collar" verilerek izleme alınıyor. Ağrısı devam eden olgu birinci ayında kontrole geliyor.

VI2: 36 yaşında erkek hasta sağ kulağında işitme kaybı şikayeti ile geliyor. Muayenede sağda işitmesi azalmış, otoskopik bakıda dış kulak yolu ve zarda patoloji yok. Weber testi sola lateralize Rinne testi normal.

VI4: Tam işitme kaybı bulunan 17 yaşında erkek hastaya kohlear implant planlanıyor.

VI6: 45 yaşında kadın hasta iki gündür olan baş dönmesinden şikayetçi. Baş dönmesi ataklar halinde gelip birkaç dakikada geçiyor. Çevresinin döndüğünü ifade eden hasta dönmenin hareketle arttığını ifade ediyor. Muayenede sola bakışta nistagmus dışında patolojik bulgu yok.

VI1: 50 yaşında erkek hasta akut gelişen sağ kulakta işitme kaybı şikayeti ile başvuruyor. Bu olaydan sonra aralıklı baş dönmesi atakları oluyormuş. Muayenesinde sağ kulakta sensorinöral işitme kaybı saptandı.

KBB için EK SENARYOLAR

BK3: 64 yaşında erkek hasta boyun alt sağ kesimde yeni fark ettiği 2 cm. lik kitle ile başvuruyor. Fizik muayenede kitlenin yumuşak olduğu ve pulsasyon verdiği saptanıyor. Özgeçmişte travma, cerrahi girişim ya da başka özellik yok.

BK5: Dil kanseri nedeni ile 1 yıl önce operasyon geçiren ve tedavi alan 36 yaşında erkek hasta izlemde iken boyunda kitle fark etmesi nedeni ile başvuruyor. Boyun sol tarafta ele gelen, sert 2 cm. lik kitle saptanıyor. FM'de ek patolojik bulgu yok.

Sİ3: 1 haftadır burun tıkanıklığı, öksürük, geniz akıntısı ve şakaklarda ağrısı olan 27 yaşında kadın hasta, göz hareketlerinde kısıtlılık, uykuya meyil yakınmaları ile başvuruyor. Muayenede ayrıca 3. ve 4. kranial sinir felcine ait bulgular saptanıyor.

Vİ7:48 yaşında kadın hasta ilk kez bir ay önce fark ettiği sol kulakta işitme azlığı ile başvuruyor. FM'de iletim tipi işitme kaybı saptanıyor. Özgeçmişte 10 yıl kadar önce orta kulak iltihabı öyküsü dışında ek özellik yok.

ÇOCUK NÖROLOJİSİ İÇİN REVİZE VE EK SENARYOLAR

AT1 (ÇOCUK NÖROLOJİSİ)15 yaşında erkek hasta yavaş ilerleyen dengesizlik yakınması ile başvuruyor. Sağda dismetri ve yürüyüşte sağa ataksi izleniyor. Nörolojik muayenede ek bulgu yok. Özgeçmiş özellik yok.

AT3 (ÇOCUK NÖROLOJİSİ)11 yaşında erkek hasta 2-3 gün önce başlayan ataksi bulguları ile başvuruyor. 1 haftadır ateşli hastalığı ve baş ağrısı olduğu öğreniliyor.

AT4 (ÇOCUK NÖROLOJİSİ)17 yaşında erkek olgu araç içi trafik kazası sonrası başlayan dengesizlik yakınmaları ile başvuruyor. Ek yakınması ve muayene bulgusu yok.

KT4 (ÇOCUK NÖRO)18 aylık bebek yüksekten düşme şikayeti ile getirilmiş. Muayenede sağ parietal bölgede cilt altı hematom mevcut. Ağrılı uyarılarla yüzünde buruşturma, solda dekortike postür varken sağda ağrılı uyarıları lokalize etmeye çalışıyor.

KT8 (ÇOCUK NÖRO)15 yaşında hasta araç dışı trafik kazası ile getirilmiş. Muayene sol oksipital kafa tasında çökme ve ciltte laserasyon mevcut. Bilinç kapalı sol pupil dilate ve ışık refleksi alınmıyor. Ağrılı uyarılarla bilateral dekortike postür alıyor.

BK6 (ÇOCUK NÖRO)11 yaşında erkek çocuk boyunda şişlikler ile başvuruyor. Boyunda sağda iki adet, solda bir adet 1.5-2 cm arası değişen boyutlarda, hareketli kitleler mevcut. Ateş öyküsü yok. Özgeçmişte ve FM'de başka özellik yok.

BK7 (ÇOCUK NÖRO)7 yaşında kız çocuk 10 gündür aralıklı devam eden subfebril ateşi var. Boyun sağ tarafta ağrılı şişlik mevcut. Muayenede 3 cm. Özgeçmişte başka özellik yok.

NE6 (ÇOCUK NÖRO)16 yaşında aşırı uzama ile başvuran erkek hastanın muayenesinde el ve ayaklarında normalden büyüklük, alınında ve çene yapısında genişlik saptandı.

NE8 (ÇOCUK NÖRO)15 yaşında erkek hasta aşırı su içme ve idrar yapma yakınması ile başvuruyor, laboratuvarında idrar osmolalitesinde düşüklük saptandı.

NE11 6 yaşında kız çocuk. Ter kokusu, meme gelişimi, axillar ve pubik kıllanma nedeni ile başvuruyor.

OR1 (ÇOCUK NÖRO)2 yaşında erkek çocukta ailenin farketmediği sağ gözde şişlik şikayeti var. Muayenede sağ orbital alanda şişlik, proptozis ve eşlik eden sağ gözde görmede azalma saptandı.

OR2 (ÇOCUK NÖRO)6 yaşında erkek çocuk bir süredir sağ gözü ile tahtayı görmekte zorlanmadan şikayetçi. Şikayeti zamanla artmış ve artık daha yakındaki yazıları da okuyamaz hale gelmiş.

EP1 (ÇOCUK NÖRO) 11 yaşında kız hasta üç yıldır epilepsi nedeniyle takipte. Üçlü ilaç kullanımına rağmen haftada 1-4 nöbet geçiriyor. Medikal dirençli olarak düşünülen hastaya cerrahi yapılması planlandı.

MP1 (ÇOCUK NÖRO)12 yaşında erkek hasta araç içi trafik kazası nedeniyle acil servise getirilmiş. Bilinci açık, koopere, oryante, bilateral alt ekstremiteler plejik, T4'de seviye veren anestezi mevcut.

OM13 (Çocuk nöro)11 yaşında erkek çocuk araç çarpması nedeni ile getiriliyor. C6 seviyesinde dislokasyona neden olan kırığı X ray de izleniyor. Nörolojik muayene normal.

OM14(Çocuk nöro) 9 yaşında kız çocuk araç çarpması nedeni ile getiriliyor. Torakal grafide T10 korpus kırığı izleniyor Nörolojik muayene normal.

SİSTEM KULLANILABİLİRLİK ANKETİ

1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum					
	1	2	3	4	5
1. Bu siteyi sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum.					
2. Sistemi gereksiz ölçüde karışık buldum.					
3. Sistemi kullanımı kolay buldum.					
4. Web sitesini kullanmak için teknik desteğe ihtiyaç duyabileceğimi düşünüyorum.					
5. Web sitesindeki çeşitli özelliklerin birbiriyle iyi entegre edilmiş olduğunu düşünüyorum.					
6. Programda çok fazla tutarsızlık olduğunu düşünüyorum.					
7. Çoğu kişinin programı kullanmayı çok hızlı bir şekilde öğreneceğini düşünüyorum.					
8. Programı kullanım için çok elverişsiz buldum. (Programı çok kullanışsız buldum.)					
9. Programı kullanırken kendimi çok rahat ve emin hissediyorum.					
10. Web sitesini kullanabilmem için öğrenmem gereken çok şey var.					

Ekleme istedikleriniz: