

3 Tesla MR Cihazında Beyin Diffüzyon Değerlerinde Hemisferik Farklılıklar

Hemispheric Differences in Brain Diffusion Values in 3 Tesla MR

Elif Peker, Ayşegül Gürsoy Çoruh, İlhan Erden

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı, beynin farklı anatomik bölgelerindeki diffüzyon değerlerinin değişkenliğinin ortaya konmasıdır.

Gereç ve Yöntem: 3 Tesla MR cihazında beyin görüntülemesi yapılan 190 hastanın diffüzyon MR görüntüleri değerlendirilmiştir. Hastalar 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 yaşları arasında gruplara ayrılmışlardır. Roller frontal, temporal, oksipital, parietal loblara, her iki serebelluma ve talamusa her iki hemisferde eşit boyutta olacak şekilde yerleştirilmiştir. Elde edilen ADC değerleri ventrikülden elde edilen ADC değerlerine bölünerek standardize edilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya yaşları 20 ile 69 arasında değişen 97 erkek, 93 kadın olmak üzere, 190 hasta dahil edilmiştir.

ADC değerlerinin ortalaması frontal lobda= $726,8 \times 10^{-3}$ mm²/sn ($532-945 \times 10^{-3}$ mm²/sn), serebellumda= 680×10^{-3} mm²/sn ($586-816 \times 10^{-3}$ mm²/sn), talamusta= $725,8 \times 10^{-3}$ mm²/sn ($609-996 \times 10^{-3}$ mm²/sn), temporal lobda= $791,2 \times 10^{-3}$ mm²/sn ($448-945 \times 10^{-3}$ mm²/sn), parietalde: $789,9 \times 10^{-3}$ mm²/sn ($671-935 \times 10^{-3}$ mm²/sn), oksipitalde= $790,6 \times 10^{-3}$ mm²/sn ($690-973 \times 10^{-3}$ mm²/sn) olarak bulunmuştur. Tüm beyin değerlendirildiğinde parankim/ventrikül ADC değerleri talamus, parietal ve oksipital loblarda sağ ve sol lob arasında anlamlı fark izlenmezken (sırasıyla p=0,600, p=0,430, p=0,227), frontal, temporal loblarda ve serebellumda anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla p=0,011, p=0,000, p=0,000). Tüm loblar için yaş grupları arasında anlamlı fark izlenmiştir. Frontal lob, serebellum, talamus, temporal, parietal ve oksipital lob değerlendirildiğinde en yüksek ADC değerleri 60-69 yaşları arasında elde edilmiştir ($748 \pm 44 \times 10^{-3}$ mm²/sn, $689 \pm 34 \times 10^{-3}$ mm²/sn, $731 \pm 41 \times 10^{-3}$ mm²/sn, $827 \pm 41 \times 10^{-3}$ mm²/sn, $809 \pm 56 \times 10^{-3}$ mm²/sn, $821 \pm 56 \times 10^{-3}$ mm²/sn).

Sonuç: Beynin farklı anatomik bölgelerinde, aynı anatomik bölgede olsa da farklı yaş gruplarında diffüzyon değerleri değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diffüzyon Magnetik Rezonans, Görünür Difüzyon Katsayısı, Hemisferik farklılıklar

Abstract

Objectives: The purpose of this study is to demonstrate the variability of the diffusion values in different anatomical regions of the brain.

Materials and Methods: 3T diffusion MR images of 190 patients underwent brain imaging were evaluated. Patients were divided into groups according to ages: 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69. The ROIs were placed in the frontal, temporal, occipital, parietal lobes, cerebellum, thalamus, to be of equal size in both hemispheres. The ADC values obtained were standardized by dividing by the ADC values obtained from the ventricle.

Results: One hundred and ninety patients, 97 men and 93 women, aged between 20 and 69 years, were included in the study.

The mean ADC values were: frontal lobe= $726,8 \times 10^{-3}$ mm²/sec ($532-945 \times 10^{-3}$ mm²/sec), cerebellum= 680×10^{-3} mm²/sec ($586-816 \times 10^{-3}$ mm²/sec), talamus= $725,8 \times 10^{-3}$ mm²/sec ($609-996 \times 10^{-3}$ mm²/sec) in the temporal lobe= $791,2 \times 10^{-3}$ mm²/sec ($448-945 \times 10^{-3}$ mm²/sec), parietal= $789,9 \times 10^{-3}$ mm²/sec ($671-935 \times 10^{-3}$ mm²/sec) and in the occipital= $790,6 \times 10^{-3}$ mm²/sec ($690-973 \times 10^{-3}$ mm²/sec). Significant differences were found in the frontal, temporal lobes and cerebellum (p=0.600, p=0.430, p=0.227, respectively) in the thalamus, parietal and occipital lobes when the whole brain was evaluated. 0.011, p=0.000, p=0.000). There was a significant difference between all age groups for all lobes. When the frontal lobe, cerebellum, thalamus, temporal, parietal and occipital lobes were evaluated, the highest ADC values were obtained between ages 60-69 ($748 \pm 44 \times 10^{-3}$ mm²/sec, $689 \pm 34 \times 10^{-3}$ mm²/sec, $731 \pm 41 \times 10^{-3}$ mm²/sec, $827 \pm 41 \times 10^{-3}$ mm²/sec, $809 \pm 56 \times 10^{-3}$ mm²/sec, $821 \pm 56 \times 10^{-3}$ mm²/sec).

Conclusion: In different anatomical regions of brain, diffusion values are different.

Key Words: Diffusion Magnetic Resonance, Apparent Diffusion Coefficient, Hemispheric Differences

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Elif Peker

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

Tel.: +90 312 508 25 11 E-posta: elifozyurek0@yahoo.com ORCID ID: orcid.org/0000-0002-1973-7905

Geliş Tarihi/Received: 17.01.2019 Kabul Tarihi/Accepted: 22.08.2019

©Telif Hakkı 2019 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Yayınlanan tüm içerik CC BY-NC-ND lisansı altındadır.



Giriş

Diffüzyon MR görüntüleme canlı dokudaki sıvı moleküllerinin Brownian hareketini saptayan bir yöntemdir ve esas olarak iskemik beyin hastalıklarında kullanılır. Ancak tümörlerin ve nörodejeneratif hastalıkların değerlendirilmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (1). Diffüzyon MR görüntüleme ile elde edilen "apparent diffusion coefficient" (ADC) değerleri ile konvansiyonel görüntüleme patoloji görünür hale gelmeden hastalıkların saptanabileceği bilinmektedir (2). Daha önce yapılan nörogörüntüleme çalışmalarında beyin difüzyon hızında yaşa ve cinsiyete bağlı farklılıklar olduğu, her iki hemisfer arasında ADC değerlerinin değişebildiği bildirilmiştir (3,4). Bu çalışmanın amacı, beyin farklı anatomik bölgelerindeki diffüzyon değerlerinin, lokalizasyona, yaşa ve cinsiyete bağlı değişkenliğinin ortaya konmasıdır.

Gereç ve Yöntem

Çalışma için etik kurul onayı alınmıştır. 3 Tesla MR cihazında (Siemens Magnetom Verio, Erlangen, Almanya) rutin beyin MR incelemeleri yapılan, beyinde yer kaplayan lezyonu olmayan, bilinen kemoterapi ve radyoterapi hikayesi bulunmayan, demyelinizan lezyonu olmayan, hareket artefaktları görülmeyen, 190 hasta, her grupta kadın-erkek oranı eşit olacak şekilde çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların diffüzyon MR görüntüleri ve ADC haritaları değerlendirilmiştir. Diffüzyon parametreleri şu şekildedir: Single shot spin echo, echo planar teknik, 5 mm kesit kalınlığı, matrix: 128x96, FOV=360, tarama zamanı=40 sn, b=1000 s/mm², 28 aksiyel görüntü. ADC haritaları cihaz tarafından otomatik olarak oluşturulmuştur.

Hastalar 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 yaşları arasında gruplara ayrılmışlardır. Her gruba eşit sayıda kadın ve erkek düşmüştür.

İlgi alanları (ROI'ler) frontal, temporal, oksipital, parietal loblara, her iki serebellar hemisfere 1,2 cm² ve talamusalara 0,7

cm² boyutunda ve her iki hemisferde eşit boyutta olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 1). Frontal lobda lateral ventrikül inferior düzeyinde beyaz cevhere, parietal lobda lateral ventrikül gövde düzeyinde beyaz cevhere, oksipital lobda lateral ventrikül oksipital hornu düzeyinde beyaz cevhere ve temporal lobda lateral ventrikül temporal hornu düzeyinde beyaz cevhere yerleştirilmiştir. ROI'ler yerleştirilirken rutin MR incelemelerinden kontrol edilerek ROI lokalizasyonunda iskemik-gliotik odak gibi lezyonların olmamasına dikkat edilmiştir. Her iki tarafta lateral ventrikül gövdelerine ROI yerleştirilmiştir. Elde edilen ADC değerleri ventrikülden elde edilen ADC değerlerine bölünerek standardize edilmiştir.

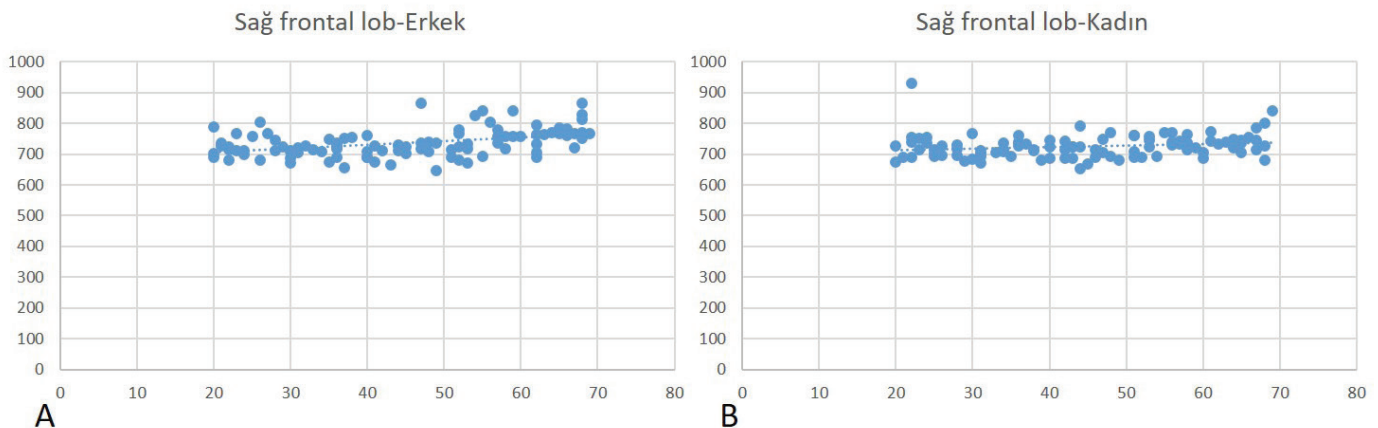
Beynin sağ ve sol yarısı arasındaki ADC değerlerinin ölçümü, ADC değerleri ve hastaların yaşları arasındaki korelasyon, kadın ve erkek arasında ADC değerleri arasındaki farklılık değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikler metrik değişkenler için ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. İki bağımsız grubun karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları karşılandığında Student's t-testi, karşılanmadığında Mann-Whitney U testi, bağımlı grupların karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları karşılandığında Paired sample t-testi, karşılanmadığında Wilcoxon testi kullanılmıştır. Gruplar arası korelasyonların değerlendirilmesinde Spearman's korelasyon katsayısı değerlendirilmiştir.

Bulgular

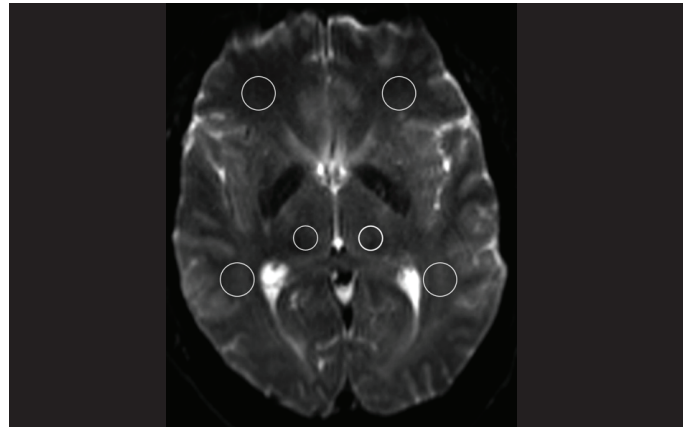
Çalışmaya yaşları 20 ile 69 arasında değişen 95 erkek, 95 kadın olmak üzere, 190 hasta dahil edilmiştir. ADC değerlerinin ortalaması temporal lobda $791,2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ($448-945 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$), oksipital lobda $790,6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ($690-973 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$), parietal lobda $789,9 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ($671-935 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$), frontal lobda $726,8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ($532-945 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$), talamusta $725,8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ($609-996 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$),



Şekil 1: Aksiyel planda "apparent diffusion coefficient" haritasında ilgi alanlarının frontal, temporal lob ve talamusalara yerleştirilişi gösterilmiştir

serebellumda: $680 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ ($586-816 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$) olarak bulunmuştur.

Sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri için frontal ($p=0,010$, $p=0,021$, sırasıyla), temporal loblarda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla) ve serebellumda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla) anlamlı fark saptanırken, talamus ($p=0,601$, $p=0,239$, sırasıyla), pariyetal ($p=0,435$, $p=0,430$, sırasıyla) ve oksipital loblarda ($p=0,231$, $p=0,229$, sırasıyla) anlamlı fark izlenmemiştir (Tablo 1). Erkeklerde sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri için frontal ($p=0,001$, $p=0,000$, sırasıyla) ve temporal lobda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla) ve serebellumda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla) anlamlı fark saptanırken, talamus ($p=0,850$, $p=0,886$, sırasıyla), pariyetal ($p=0,390$, $p=0,392$, sırasıyla), ve oksipital loblarda ($p=0,566$, $p=0,349$, sırasıyla)



Şekil 2: Erkeklerde (A) ve kadınlarda (B) yaş ile sağ frontal loba ait ADC değerlerinin korelasyonunu gösteren grafikler

Tablo 1: Sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri

	Sağ parankim ADC/ ventrikül ADC	Sol parankim ADC/ventrikül ADC	p	Sağ parankim ADC	Sol parankim ADC	p	Daha yüksek ADC değeri
Frontal	0,241±0,020	0,238±0,025	0,010	729,6±41,3	720,8±64,1	0,021	Sağ
Serebellum	0,223±0,019	0,226±0,019	0,000	674,8±34,8	684,9±36,5	0,000	Sol
Temporal	0,258±0,024	0,265±0,024	0,000	782,6±49,9	801,5±47,5	0,000	Sol
Talamus	0,240±0,022	0,240±0,021	0,601	726,6±44,4	727,5±43,2	0,239	Sol
Pariyetal	0,261±0,024	0,261±0,024	0,435	789,1±49,1	790,6±45,1	0,430	Sol
Oksipital	0,261±0,022	0,262±0,023	0,231	791,4±45,2	793,5±43,8	0,229	Sol

ADC: Diffüzyon MR görüntüleme ile elde edilen "apparent diffusion coefficient" değerleri

Tablo 2: Erkeklerde ve kadınlarda sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri

	Sağ parankim ADC/ ventrikül ADC	Sol parankim ADC/ ventrikül ADC	p	Sağ parankim ADC	Sol parankim ADC	p	Daha yüksek ADC değeri
Erkekler							
Frontal	0,241±0,021	0,238±0,020	0,001	733,1±43,8	723,1±41	0,000	Sağ
Serebellum	0,223±0,020	0,227±0,020	0,000	679,9±33,9	693,1±33,6	0,000	Sol
Temporal	0,257±0,025	0,265±0,024	0,000	781,9±54,8	806,6±45,3	0,000	Sol
Talamus	0,239±0,023	0,239±0,020	0,850	729±47,5	728,6±46,2	0,886	Sağ
Pariyetal	0,259±0,024	0,260±0,023	0,390	790,9±45,6	794,1±44,6	0,392	Sol
Oksipital	0,261±0,020	0,262±0,022	0,566	796,4±42,8	798,3±40,1	0,349	Sol
Kadınlar							
Frontal	0,241±0,019	0,239±0,030	0,998	726±38,5	718,5±81,7	0,806	Sağ
Serebellum	0,222±0,018	0,225±0,019	0,031	669,5±35,2	676,3±37,7	0,047	Sol
Temporal	0,260±0,023	0,265±0,023	0,001	783,3±44,5	796,2±49,5	0,003	Sol
Talamus	0,240±0,021	0,241±0,020	0,382	724,1±41	726,4±40,1	0,123	Sol
Pariyetal	0,262±0,024	0,262±0,024	0,860	787,3±52,8	787±45,5	0,826	Aynı
Oksipital	0,261±0,023	0,262±0,024	0,264	786,2±47,3	788,4±47,1	0,481	Sol

ADC: Diffüzyon MR görüntüleme ile elde edilen "apparent diffusion coefficient" değerleri

Tablo 3: Altmış yaş altı ve üstü kişilerde sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri

	Sağ parankim ADC/ventrikül ADC	Sol parankim ADC/ventrikül ADC	p	Sağ parankim ADC	Sol parankim ADC	p	Daha yüksek ADC değeri
60 yaş altı kişiler							
Frontal	0,240±0,020	0,238±0,027	0,172	723,5±39,2	715,2±66,7	0,099	Sağ
Serebellum	0,223±0,021	0,227±0,020	0,000	672,7±35,8	682,1±35,6	0,001	Sol
Temporal	0,257±0,025	0,263±0,024	0,000	773,9±47,8	791,2±41	0,000	Sol
Talamus	0,241±0,024	0,240±0,022	0,527	726,9±46,9	724,5±41,8	0,999	Sağ
Parietal	0,260±0,025	0,261±0,024	0,155	783,3±45	786,2±40,7	0,191	Sol
Oksipital	0,260±0,022	0,261±0,023	0,406	784,2±37,2	785,4±35,1	0,433	Sol
60 yaş üstü kişiler							
Frontal	0,244±0,017	0,240±0,017	0,008	753,4±41,2	742,7±47,6	0,040	Sağ
Serebellum	0,221±0,012	0,224±0,015	0,034	683,1±29,6	695,8±38,4	0,004	Sol
Temporal	0,264±0,020	0,272±0,020	0,000	816,2±43,6	841,3±50,6	0,000	Sol
Talamus	0,234±0,015	0,239±0,017	0,039	725,4±33,6	739,2±46,8	0,020	Sol
Parietal	0,262±0,022	0,261±0,022	0,457	811,7±57,9	808±56,3	0,574	Sağ
Oksipital	0,264±0,022	0,266±0,023	0,348	819,1±61,1	824,8±58,4	0,370	Sol

ADC: Diffüzyon MR görüntüleme ile elde edilen "apparent diffusion coefficient" değerleri

Tablo 4: Parankim ADC değerlerinin bölgelere ve yaşa göre dağılımı

Grup		Sağ frontal	Sol frontal	Sağ serebellum	Sol serebellum	Sağ talamus	Sol talamus	Sağ temporal	Sol temporal	Sağ parietal	Sol parietal	Sağ oksipital	Sol oksipital
20-29	Ortalama	726	727	675	684	737	725	786	787	776	780	781	777
	SD	46	48	28	27	42	34	45	42	54	36	41	35
30-39	Ortalama	714	712	673	679	726	729	772	788	785	787	787	789
	SD	26	29	37	40	55	47	32	42	41	37	33	32
40-49	Ortalama	718	692	663	675	730	725	775	790	795	802	790	790
	SD	38	110	33	26	38	39	36	37	45	45	38	35
50-59	Ortalama	737	730	680	691	715	718	763	801	776	776	780	786
	SD	42	43	43	46	50	47	70	44	38	41	37	39
60-69	Ortalama	753	743	683	696	725	739	816	841	812	808	819	825
	SD	41	48	30	38	34	47	44	51	58	56	61	58
Total	Ortalama	730	721	675	685	727	728	783	802	789	791	791	794
	SD	41	64	35	37	44	43	50	48	49	45	45	44

ADC: Diffüzyon MR görüntüleme ile elde edilen "apparent diffusion coefficient" değerleri, SD: Standart sapma

anlamli fark izlenmemiştir. Kadınlarda sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri için temporal lobda ($p=0,001$, $p=0,003$, sırasıyla) ve serebellumda ($p=0,031$, $p=0,047$, sırasıyla) anlamli fark saptanırken, talamus ($p=0,382$, $p=0,123$, sırasıyla), parietal ($p=0,860$, $p=0,826$, sırasıyla), frontal ($p=0,998$, $p=0,806$, sırasıyla) ve oksipital loblarda ($p=0,264$, $p=0,481$, sırasıyla) anlamli fark izlenmemiştir (Tablo 2).

60 yaş altı kişilerde sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri için temporal lobda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla) ve serebellumda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla) anlamli fark

saptanırken, talamus ($p=0,527$, $p=0,999$, sırasıyla), parietal ($p=0,155$, $p=0,191$, sırasıyla), frontal ($p=0,172$, $p=0,099$, sırasıyla) ve oksipital loblarda ($p=0,406$, $p=0,403$, sırasıyla) anlamli fark izlenmemiştir. Altmış yaş üstü kişilerde sağ ve sol lob arasında ADC ve standardize ADC değerleri için talamus ($p=0,039$, $p=0,020$, sırasıyla), frontal ($p=0,008$, $p=0,040$, sırasıyla) ve temporal lobda ($p=0,000$, $p=0,000$, sırasıyla), serebellumda ($p=0,034$, $p=0,004$, sırasıyla) anlamli fark saptanırken, parietal ($p=0,457$, $p=0,574$, sırasıyla) ve oksipital loblarda ($p=0,348$, $p=0,370$, sırasıyla) anlamli fark izlenmemiştir (Tablo 3).

Tablo 5: ADC değerleri ile yaş arasında bölgelere göre korelasyon katsayıları

		Sağ frontal	Sol frontal	Sağ serebellum	Sol serebellum	Sağ talamus	Sol talamus	Sağ temporal	Sol temporal	Sağ paryetal	Sol paryetal	Sağ oksipital	Sol oksipital
Genel													
Yaş	Korelasyon katsayısı	,352	,209	,119	,138	-,062	,056	,206	,375	,189	,153	,169	,245
	p	,000	,004	,102	,058	,393	,440	,004	,000	,009	,035	,020	,001
Erkeklerde													
Yaş	Korelasyon katsayısı	0,414	0,239	0,021	0,086	-0,125	-0,116	0,231	0,374	0,277	0,268	0,143	0,231
	p	0,000	0,018	0,837	0,402	0,222	0,260	0,023	0,000	0,006	0,008	0,164	0,023
Kadınlarda													
Yaş	Korelasyon katsayısı	0,277	0,179	0,179	0,184	-0,005	0,223	0,160	0,371	0,098	0,045	0,200	0,277
	p	0,007	0,086	0,086	0,078	0,960	0,031	0,124	0,000	0,351	0,670	0,054	0,007

ADC: Diffüzyon MR görüntüleme ile elde edilen "apparent diffusion coefficient" değerleri, SD: Standart sapma

Frontal lob, serebellum, talamus, temporal, paryetal ve oksipital lob değerlendirildiğinde en yüksek ADC değerleri 60-69 yaşları arasında elde edilmiştir ($748 \pm 44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, $689 \pm 34 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, $731 \pm 41 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, $827 \pm 41 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, $809 \pm 56 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$, $821 \pm 56 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$) (Tablo 4). ADC değerleri ile yaş arasında (talamus ve oksipital lob haricinde) pozitif yönde korelasyon mevcuttur. Ancak korelasyon katsayıları düşüktür ($r=0,153-0,375$; en yüksek korelasyon katsayısı sol temporal lob için $0,375$) (Tablo 5, Şekil 2).

Tartışma

Diffüzyon görüntüleme su moleküllerinin diffüzyonunu değerlendirmekte kullanılmaktadır. *In vitro* sıvıda diffüzyon hareketi izotropikken, *in vivo* sıvılarda diffüzyon hareketi doku mikroyapılarından kaynaklanan bariyerler sebebiyle anizotropik olabilmektedir (5). Beynin farklı bölgelerinin volümleri, metabolik aktiviteleri ve nöronal hücre yoğunluğu farklılık göstermektedir (6-9). Bu sebeple beynin farklı bölgelerinin diffüzivite de farklıdır. Korteks ile beyaz cevher arasında diffüzivite farklılıkları olduğu gösterilmiştir (1). Bu çalışmanın sonuçlarına göre tüm yaş grupları göz önüne alındığında beynin her iki hemisferinde bazı bölgelerde ADC değerleri farklıdır. Frontal lobda sağda diffüzivite yüksek izlenirken, diğer tüm bölgelerde sol serebral hemisferde daha yüksek diffüzivite izlenmiştir. Frontal, temporal loblarda ve serebellumda her iki hemisfer arasında anlamlı diffüzivite farkı vardır. Ancak talamus, paryetal ve oksipital loblarda istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Literatürde benzer şekilde yapılmış çalışmalar bulunmakta olup, sonuçlar tartışmalıdır (3,4). Frontal ve temporal loblarda her iki hemisfer arasında ADC değerlerinde farklılık diğer çalışmalarda da saptanmıştır (3,4). Hemisfere göre ADC değerlerinde fark izlenmeyen çalışma da bulunmaktadır (1). Çalışmamızda saptadığımız hemisferik farklılık dominant hemisfere bağlı olabilir. Ancak dil merkezi

genellikle solda dominant olmasına rağmen çalışmamızda, daha önce yapılan bir çalışma ile benzer şekilde sol temporal lobun diffüzivitesi sağa oranla artmış görünümündedir (3). Diğer çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda serebellumda da ADC değerleri açısından fark izlenmiştir.

Çalışmamızda daha önce yapılan bazı çalışmalar ile benzer şekilde yaş ile ADC değerleri arasında pozitif yönde korelasyon bulunmuş olup, ilerleyen yaş ile birlikte ADC değerleri artmıştır (3,10,11). Ekstrasellüler mesafede giderek artan genişleme, nöron ve myelin kaybı bu değişikliğe neden olabilir (10). Ancak literatürde yaş ile ADC değerlerinin değişmediğini öne süren çalışmalar da vardır (1). Bahsedilen bu çalışmada ADC değerleri BOS'a göre normalize edilmemiş olup, BOS'un ADC değerlerinin yaşa göre farklılık gösterildiği, fakat bunun da BOS akım artefaktlarına bağlı olabileceği öne sürülmüştür. Biz çalışmamızda yaş ile BOS ADC değerleri arasında anlamlı korelasyon bulmadık. Bu sebeple ADC değerlerinin yaştan etkileniyor olduğunu düşünmekteyiz.

Talamusta 60 yaş altında izlenmeyen, ancak 60 yaş üstünde izlenen ADC değerlerinde farklılık bir diğer çalışmada da saptanmıştır (3).

Çalışmamızda kadınlarda sadece dört bölgede yaş ile ADC değerleri arasında korelasyon izlenirken, erkeklerde yedi bölgede korelasyon mevcuttur. Benzer bulgu daha önce literatürde bildirilmiştir (3). Östrojenin immatür sıçan beyinde myelin matürasyonunu akselere ettiği bildirilmiştir. Son yıllarda östrojenin nöroprotektif etkisi gösterilmiş olup, postmenopozal östrojen kullanımının Alzheimer hastalığı riskini ve ciddiyetini azalttığı bildirilmiştir (3,12,13). Kadınlarda yaş ile ADC değerlerinde belirgin korelasyon izlenmemesi bununla açıklanabilir.

Bu çalışmanın kısıtlamaları vardır. Bunlardan en önemlileri hastaların dominant hemisferlerinin göz önüne alınmamış olması ve her gruba düşen hasta sayısının az olmasıdır.

Sonuç

Sonuç olarak; her merkez kendi MR cihazından elde edilen görüntülerde normal popülasyonda ADC değerlerini ölçmeli ve varsa hemisferler arası farklılığı ortaya koymalı, rutin MR görüntülerini değerlendirirken bu farklılıklara göre, yaş ve cinsiyete göre düzeltme yapmalıdır.

Yazarlık Katkıları

Konsept: E.P., İ.M.E., Dizayn: E.P. Veri Toplama veya İşleme: E.P., AGÇ, Analiz veya Yorumlama: E.P., A.G.Ç., Literatür Arama: E.P. Yazan: E.P.

Etik Kurul Onayı: Çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul'undan etik kurul onayı alınmıştır (Karar no: 03-201-19).

Hasta Onamı: Hastalardan onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulunun dışından olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Kaynaklar

- Helenius J, Soinne L, Perkiä J, Salonen O, Kangasmäki A, Kaste M, Carano RAD, Aronen HJ, Tatlisumak T. Diffusion-Weighted MR Imaging in Normal Human Brains in Various Age Groups. *AJNR*. 2002;23:194-200.
- Shimony JS, McKinstry RC, Erbil A, et al. Quantitative diffusion-tensor anisotropy brain MR imaging: normative human data and anatomic analysis. *Radiol*. 1999;212:770-784.
- Naganawa S, Sato K, Katagiri T, et al. Regional ADC values of the normal brain: differences due to age, gender, and laterality. *Eur Radiol*. 2003;13:6-13.
- Fabiano AJ, Horsfield MA, Bakshi R. Interhemispheric Asymmetry of Brain Diffusivity in Normal Individuals: A Diffusion-Weighted MR Imaging Study. *AJNR*. *Am J Neuroradiol*. 2005;26:1089-1094.
- Harada K, Fujita N, Sakurai K, et al. Diffusion imaging of the human brain: a new pulse sequence application for a 1.5-T standard MR system. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1991;12:1143-1148.
- Good CD, Johnsrude I, Ashburner J, et al. Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: a voxel based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage*. 2001;14:685-700.
- Penhune VB, Zatorre RJ, MacDonald JD, et al. Interhemispheric anatomical differences in human primary auditory cortex: probabilistic mapping and volume measurement from magnetic resonance scans. *Cereb Cortex*. 1996;6:661-672.
- Szabo CA, Lancaster JL, Xiong J, et al. MR imaging volumetry of subcortical structures and cerebellar hemispheres in normal persons. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003;24:644-647.
- Willis MW, Ketter TA, Kimbrell TA, et al. Age, sex, and laterality effects on cerebral glucose metabolism in healthy adults. *Psychiatry Res*. 2002;114:23-37.
- Gideon P, Thomsen C, Henriksen O. Increased self-diffusion of brain water in normal aging. *J Magn Reson Imaging*. 1994;4:185-188.
- Nusbaum AO, Tang CY, Buchsbaum MS, et al. Regional and global changes in cerebral diffusion with normal aging. *Am J Neuroradiol*. 2001;22:136-142.
- Hosoda T, Nakajima H, Honjo H. Estrogen protects neuronal cells from amyloid beta-induced apoptotic cell death. *Neuroreport*. 2001;12:1965-1970.
- Savaskan E, Olivieri G, Meier F, et al. Hippocampal estrogen beta-receptor immunoreactivity is increased in Alzheimer's disease. *Brain Res*. 2001;908:113-119.