

ARAŞTIRMA YAZISI

ORIGINAL ARTICLE

**TRANSTEMPORAL AKUSTİK KEMİK PENCERE YETERLİLİĞİ B-MOD SONOGRAFİ İLE SAPTANABİLİR:
375 NÖROLOJİK OLARAK ASEPTOMATİK GÖNÜLLÜDE PROSPEKTİF TRANSKRANİAL B-MOD VE
RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ ÇALIŞMASI**

Mehmet Akif TOPÇUOĞLU, Ezgi YETİM ARSAVA, Ezgi YILMAZ, Ethem Murat ARSAVA

Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi Erişkin Hastanesi, Nöroloji Anabilim Dalı, ANKARA

ÖZET

GİRİŞ ve AMAÇ: Transkraniyal B-mod sonografi ile kranium ve içindeki anatomik belirteçlerin tespit edilmesi ile transkraniyal orta serebral arter (MCA) renkli Doppler insonasyon başarısı ve kalitesi belirlenebilir. Bu muayenede pratik kazanımlar getirebilir.

YÖNTEM ve GEREÇLER: 375 (Kadın: 217, yaş: 64±9 yıl) 50 yaş üzerinde ve görünürde nörolojik hastalığı olmayan sağlıklı kontrol olguda transkraniyal B-mod sonografi ve transkraniyal renkli Doppler ultrasonografi yapılmıştır. Kontralateral temporal kemik ("CTB"), mezensefalon ("MB") ve ipsilateral sphenoid kemik küçük kanadın ("LSW") sonic görüntüleneme kalitesi Suzuki sınıflaması ile belirlenmiş ve bunun MCA Doppler sinyali kaydedilebilmesi için diagnostic özellikleri saptanmıştır.

BULGULAR: Bir tarafta MCA Doppler sinyali kaydedilememesi %4,6 (%95 GA: 3,2%-6,4%) olup kadınlarda anlamlı olarak fazladır (kadın: %11,1 ve erkek: %0,6). MCA Doppler sinyali elde edilememesi için B-modda MB'nin hiç görülememesinin duyarlılığı (%95 güven aralığının alt limiti) %87, özgüllüğü %99; LSW hiç seçilememesinin duyarlılığı %80 ve özgüllüğü %93; CTB hiç görüntülenememesinin duyarlılığı %29 ve özgüllüğü %99,5; CTB'nin yarısından azı görülmüş ise duyarlılık %89,5 ve özgüllük %99,5'dir.

TARTIŞMA ve SONUÇ: B mod sonografi ile transtemporal akustik pencerenin MCA Doppler incelemesi için yetersizliği kolayca belirlenebilir. Kontralateral temporal kemiğin görüntülenemesi mezensefalon ve ipsilateral sphenoid kemik küçük kanadın görüntülenememesinden daha yol gösterici olabilir.

Anahtar Sözcükler: Transkraniyal Doppler, gri skala, temporal kemik, diploe, akım hızı, pulsatilite.

**TRANSTEMPORAL ACOUSTIC BONE WINDOW ADEQUACY CAN BE DETERMINED BY B-MODE
SONOGRAPHY: PROSPECTIVE TRANSCRANIAL B-MODE AND COLOR DOPPLER ULTRASOUND IN 375
NEUROLOGICALLY ASYMPTOMATIC VOLUNTEERS**

ABSTRACT

INTRODUCTION: The success and quality of transcranial color Doppler insonation of the middle cerebral artery (MCA) can be determined by visualization of craniocerebral sonoanatomical markers defined by transcranial B-mode sonography. This strategy can bring practical gains to the neurosonology examination.

METHODS: Transcranial B-mode sonography and transcranial color Doppler ultrasonography were performed in 375 healthy control patients (Female: 217, age: 64 ± 9 years) over 50 years of age with no apparent neurological disease. The quality of sonic imaging of the contralateral temporal bone (CTB), mesencephalon (MB) and ipsilateral sphenoid bone small wing (LSW) was determined by the Suzuki classification, and their diagnostic properties were determined in terms of recordability of the MCA Doppler signal.

RESULTS: Failure to record the MCA Doppler signal on at least one side is 4.6% (95% CI: 3.2 -6.4%) and is significantly higher in women (11.1% vs. 0.6%). For failure to receive MCA doppler signal, lower limit of 95% confidence interval of the sensitivity of MB total nonvisualisation in B-mode was 87%, along with specificity of 99%; the sensitivity of LSW sonic

Sorumlu yazar: Prof. Dr. Mehmet Akif Topçuoğlu, Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi Erişkin Hastanesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Sıhhiye, Ankara, Türkiye.

Telefon: 03123051990

E-posta: matopcuoglu@yahoo.com

Geliş tarihi: 29.11.2019

Kabul tarihi: 16.12.2019

Bu makale şu şekilde atf edilmelidir: Topçuoğlu MA, Yetim ArsaVA E, Yılmaz E, ArsaVA EM. Transtemporal akustik kemik pencere yeterliliği B-mod sonografi ile saptanabilir: 375 nörolojik olarak asemptomatik gönüllüde prospektif transkraniyal B-mod ve renkli Doppler ultrasonografi çalışması. Türk Beyin Damar Hastalıkları Dergisi 2019; 25 (3): 164-170. doi: 10.5505/tbdhd.2019.57615

absence was 80% and specificity was 93%; sensitivity and specificity of non-sufficient insonation of CTB were 29% and 99.5%; sensitivity and specificity of suboptimal (visualization of less than half of the border of CTB) insonation of CTB were 89.5% and 99.5%, respectively.

DISCUSSION and CONCLUSION: B mode sonography can easily identify the inadequacy of the transtemporal acoustic window for MCA Doppler examination. Failure of imaging of the contralateral temporal bone may be more guiding than mesencephalon and ipsilateral sphenoid bone.

Keywords: Transcranial Doppler, gray scale, temporal bone, diploe, flow velocity, pulsatility.

GİRİŞ

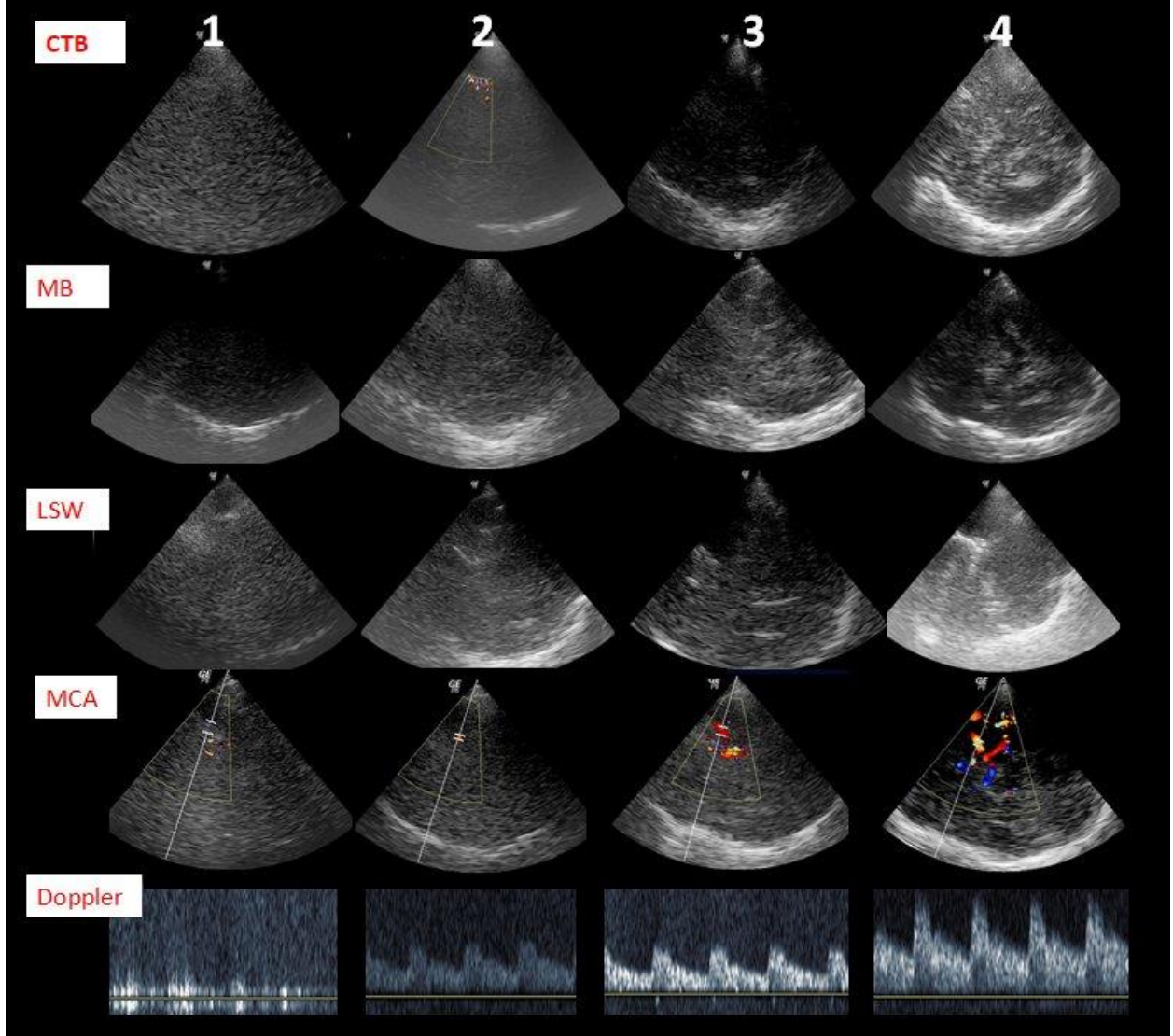
Transkranyal Renkli Doppler Ultrasonografide (İngilizcesinin akronimi: "TCCD") hızlı bir şekilde orta serebral arterin (İngilizcesinin akronimi: "MCA") insone edilmesi incelemenin pratikliği açısından önem taşır. Transtemporal kemik pencerenin insonasyona elverişli olup olmadığının tespiti bu noktada kritiktir. Aksi halde Doppler sinyalinin aramakla önemli miktarda vakit kaybedilebilir. Maalesef kadınlarda ve ileri yaşta daha fazla olmak üzere olguların yaklaşık %10'unda temporal kemik akustik pencere sonografik incelemeyi imkansız kılar; hemen hemen bir o kadar hastada da ileri yaş veya postmenopozal dönem gibi nedenlerle artan internal tabular düzensizlik nedeniyle sonografi yetersiz, zaman alıcı ve düşük tekrarlanabilirlik gösterir (1-3). B-mod transkranyal sonografi bazı anatomik işaret noktalarını dokümente edebilmesi nedeniyle inceleme düzleminin tespitini kolaylaştırması yanı sıra örneklem volümünün renk dolumu noktasına göre yerleştirilebilmesi ve doğrudan monitörize edilebilmesi avantajını da sağlar (4,5). Her ne kadar M-mod teknolojisi ile biraz azaltılmış olsa da, görüntüleme olmayan (Konvasiyonel, "non-imaging") transkranyal Doppler (İngilizcesinin akronimi: "TCD") incelemesine bir üstünlüğü de kemik pencerenin yerinin daha kolay tespitidir (6). Ancak, bu avantaj, yani B-mod ile temel anatomik belirteçlerin görünümü ile MCA renk doluşlarının kalitesi arasındaki ilişki literatürde derinlemesine incelenmemiştir. Bu kapsamda sağlıklı insanlarda, beyaz ırkta ve Türkiye popülasyonunda bir veri olmadığı gibi mevcut tek çalışma Japonya'da inme hastalarında yapılmıştır (7). Bu çalışma ile Türkiye'de sağlıklı kişilerde transtemporal sonik pencere kalitesi transkranyal B-mod sonografi ile değerlendirilmiş, ve bu TCCD ile MCA insonasyonunun kalitesi ile korele edilmiştir. Ayrıca TCCD için toplumumuza dair ilk normal değerler üretilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma HÜTF kısa süreli atrial fibrillasyon kohortunda gerçekleştirilmiştir (Etik kurul onayı G013/243) (8). Yöntem bağlamında bu makalelere bakılabileceği gibi kısaca söylemek gerekirse 50 yaşın üzerinde, inme, kronik nörolojik hastalık ve atrial fibrilasyon olmayan görünürde sağlıklı bireyler prospektif olarak davet ile çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastalarda rutin olarak kaydedilen TCCD çalışmalarından bu analiz yapılmıştır. Tüm kohortu içermemektedir.

Çalışmada GE LogiQ® p6 çok amaçlı ultrasonografi sistemi 1-3 MHz sektör transduser kullanılmıştır. Transtemporal B-mod ve renkli Doppler incelemesi geleneksel metodlarla gerçekleştirilmiştir (3,4). Bütün incelemeler aynı sonograf tarafından tamamlanmıştır. Muayene esnasında en elverişli görüntü için optimize edilmekle birlikte başlangıç düzeni şu şekildedir: B-mode için frekans 2 MHz; Gain 68; derinlik 14-cm; DR 63; FR 53Hz, Renkli Doppler Frekans 1,7 MHz; Gain 23,5; PRF 2 KHz, WF 185 Hz ve S/P 3/16 ve Pulse Doppler için frekans 1,7 MHz, Gain 18; PRF 5,3 KHz, WF 150 Hz, "Sample volum" 4-mm; Dr 36, sweep speed 3 ve SV derinlik 5,6 cm'dir.

Transtemporal B mod incelemesinde kontralateral temporal kemik (İngilizcesi olan "Contralateral Temporal Bone" CTB olarak kısaltıldı), mezensefalon ("MB") ve ipsilateral küçük sfenoid kanat (İngilizcesi olan "Lesser sfenoid wing" "LSW" olarak kısaltıldı) Suzuki sınıflamasına göre derecelendirilmiştir (7). (Şekil 1). Bu yapılar hiç görüntülenemiyor ise "Görünmez" ("invisible"), eğer kontur ve şeklin yarısından azı belirlenebiliyor ise "Zayıf" ("Poor"), yarısından fazlası görüntülenebiliyor ise "Makul" ("Fair") ve tamamı görüntülenebiliyor ise "İyi" ("Good") olarak kategorize edilmiştir. M1 segmentinin renk doluşu ise şu şekilde derecelendirilmiştir: Sinyal yoksa "Görünmez"; sadece renk noktacıkları şeklinde ise "Zayıf", Lineer renk doluşu var ama



Şekil I. Suzuki sınıflaması (Kısaltma ve açıklamalar için metine [yöntem bölümü] bakınız).

devamlılık yok ise “Makul” ve Lineer ve devamlı olarak görüntülenebiliyor ise “İyi”.

Bu olgularda ayrıca Pulse TCD yapılarak MCA sonografik karakteristikleri olan ortalama MCA akım hızı (“Vmean”) ve pulsatilite indeksi (“PI”) belirlenmiştir.

İstatistik: Tüm değerler “ortalama±standart sapma” ve “yüzde (%95 güven aralığı)” olarak verilmiş, grupların karşılaştırılmasında Student’s t, ANOVA, ki kare ve Spearman korelasyon testleri kullanılmıştır. MCA insonasyonunun yapılamaması için çalışılan B-mod parametrelerinin tespit edilebilmesinin “duyarlılık” (“Sensitivity”), “özgüllük” (“Specificity”), “pozitif test sonucu olasılık oranı (L+)” (“Positive Likelihood Ratio”),

“negatif test sonucu olasılık oranı (L-)” (“Negative Likelihood Ratio”), “pozitif sonucun kestirim değeri” (“Positive Predictive Value”) ve “negatif sonucun kestirim değeri” (“Negative Predictive Value”) hesaplanmış, ve ortalama (%95 güven aralığı) olarak ifade edilmiştir (9). P<0,05 istatistik anlamlılık için kabul edilen düzey olup, tüm işlemler SPSS® versiyon 22 ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya 217 kadın ve 158 erkek olarak toplam 375 kişi alınmıştır. Ortalama yaş 64±9 (50-90 arası) yıl, vücut ağırlığı 77,5±2,27 kg; boy 160±10 cm; bel çevresi 99,8±11,4 cm’dir. Transkranyalsonografi muayenesi esnasında

sistolik kan basıncı 134±18 mmHg ve diastolik kan basıncı 79±11 mmHg'dir. Çalışma grubunun %51'inde hipertansiyon, %19,7'sinde diabetes mellitus; %49,5'inde dislipidemi ve %19,7'sinde koroner arter hastalığı olup %31,6'sı aktif olarak sigara içmekte idi.

Toplamda %4,63 (%95 GA: 3.23%-6.41%) MCA insone edilemedi. Yani hem renk dolumu sağlanamadı hem de puls Doppler ile sinyal kaydedilemedi. Bunların %29'unda CTB görülmez iken %71'de zayıf olarak görünmekte idi. Mezensefalon tamamında görünmemekte iken LSW %94 olguda görülmez ve %6 zayıf idi. İnsonasyon yapılamayan MCA'ların %14'ünde tek taraflı ölçüm yapılabilmektedir. Bu açıdan sağ sol farkı bulunmamaktadır. Ortalama MCA insonasyon derinliği 51±7 mm olup Vmean 48±11 cm/s ve ortalama PI 0,92±0,18'dir. Yaş ve Vmean arasındaki ters ($r=-0,369$) ve PI arasındaki beklenen doğru ($r=0,545$) orantılı ilişki bu seride de doğrulanmıştır. İnsonasyon kalitesi ile PSV, EDV, Vmean ve PI değerlerinde farklılık saptanmamıştır (Data verilmedi).

CTB sinyali hiç tespit edilemedi (%1,4) ise MCA insone edilemez iken zayıf görüntülenebilen olguların (%3,8) %14,3'ünde MCA Doppler kaydı yapılabilmektedir. Makul (%11,7) ve iyi (%83,1) CTB varsa o tarafta MCA daima insone edilebilmiştir. Mezensefalon %5,6 olguda görüntülenememiştir. Ancak bunların %17'sinde MCA akımı Dopplerde tespit edilebilmiştir. Mezensefalonun B modda herhangi bir kalitede görüntülenmesi, o taraftan MCA Doppler sinyalinin kayıt edilebileceği anlamına gelir. Küçük sfenoid kanat (veya planum temporale) ipsilateral taraftan %4,6 olguda görüntülenememiştir.

Ancak bu olguların %3'ünde MCA Doppler sinyali elde edilebilmiştir. Sfenoid kanatın zayıf görüntülenebildiği olguların büyük çoğunluğunda MCA hızları belirlenebilir. (Tablo I). B mod sonoanatomik yapıların görüntü kaliteleri arasındaki korelasyon yüksektir: Korelasyon sabitleri CTB ve MB için $r=0,744$; CTB ile LSW $r=0,733$ ve MB ile LSW $r=0,917$ olarak saptanmıştır.

İleri yaşta transtemporal sonik pencere geçirgenliği azalmaktadır. MCA insone edilemeyen hastaların yaş ortalaması anlamlı olarak yüksektir (71 ± 11 'e 63 ± 9 , $p<0,001$). CTB, MB ve LSW için herbiri için görüntülenemeyenlerin yaşı "iyi" sonik pencere grubundan 10 yıldan daha ileridir (Şekil II).

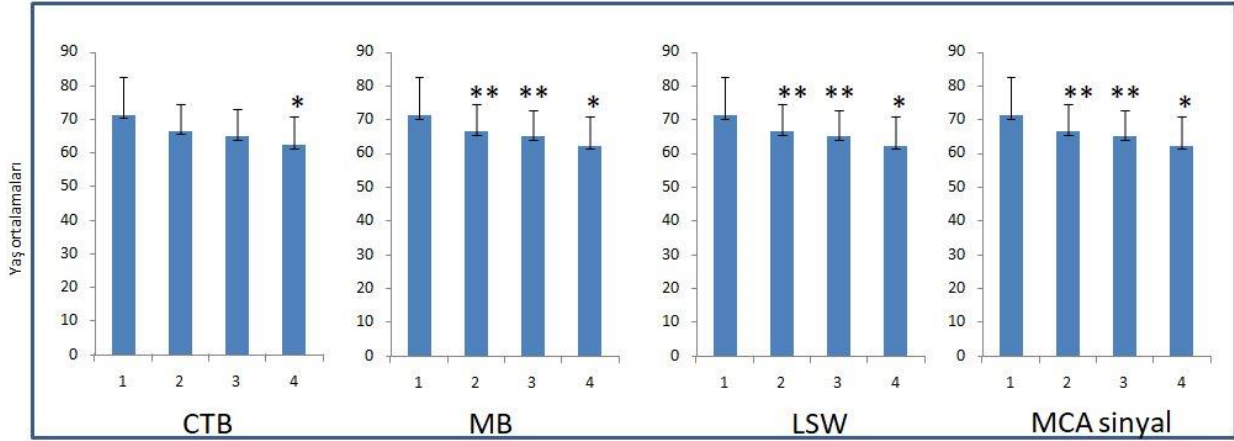
Kadınlarda en az bir MCA'nın insone edilememesi anlamlı olarak daha fazladır (%11,1'e %0,6, $p<0,001$). Sağ ve solda MCA belirlenimi ve sonik pencere kalitesi arasında farklılık yoktur (Tablo II). Kemik pencere ve B-mod incelemesi ile MCA saptanabilmesi arasındaki ilişki kadınlarda daha faydalıdır. Kadınlarda CTB görülememiş ise (%2,4) MCA'da insone edilemeyecektir. Ama CTB suboptimal ise bu durumda MCA sinyalinin yakalanması %14'dür. Mezensefalon hiç seçilememiş (%9,8) ise MCA'nın insone edilebilme olasılığı %17'dir (Tablo II, Şekil III).

MCA Doppler sinyali elde edilememesi için MB hiç görülememesinin duyarlılığı (%95 güven aralığının alt limiti) %87, özgüllük %99; LSW hiç seçilememesinin duyarlılığı %80,3 ve özgüllüğü %92,8; CTB hiç görüntülenememesinin duyarlılığı %29 ve özgüllüğü %99,5; CTB'nin yarısından az (bu genellikle posterior kısımdadır) görülmüş ise duyarlılık %89,5 ve özgüllük %99,5'dir (Tablo III).

Tablo I. MCA Doppler sinyali belirlenebilirliğine göre transtemporal sonik pencere indisleri.

		Toplam			Kadın		
		MCA Doppler sinyali insone edilebilir			MCA Doppler sinyali insone edilebilir		
		Sıklık	Hayır	Evet	Sıklık	Hayır	Evet
CTB	Görünmez	%1,4	%100	%0	%2,4	%100	%0
	Zayıf	%3,8	%86	%14	%6,7	%86	%14
	Makul	%11,7	%0	%100	%17,1	%0	%100
	İyi	%83,1	%0	%100	%80,3	%0	%100
MB	Görünmez	%5,6	%83	%17	%9,8	%83	%17
	Zayıf	%10,8	%0	%100	%15,7	%0	%100
	Makul	%15,7	%0	%100	%21,7	%0	%100
	İyi	%68	%0	%100	%52,9	%0	%100
LSW	Görünmez	%4,5	%97	%3	%7,9	%97	%3
	Zayıf	%11,6	%2	%98	%17,6	%3	%97
	Makul	%17	%0	%100	%23,6	%0	%100
	İyi	%66,9	%0	%100	%51	%0	%100

Not: Kısaltmalar için metne bakınız.



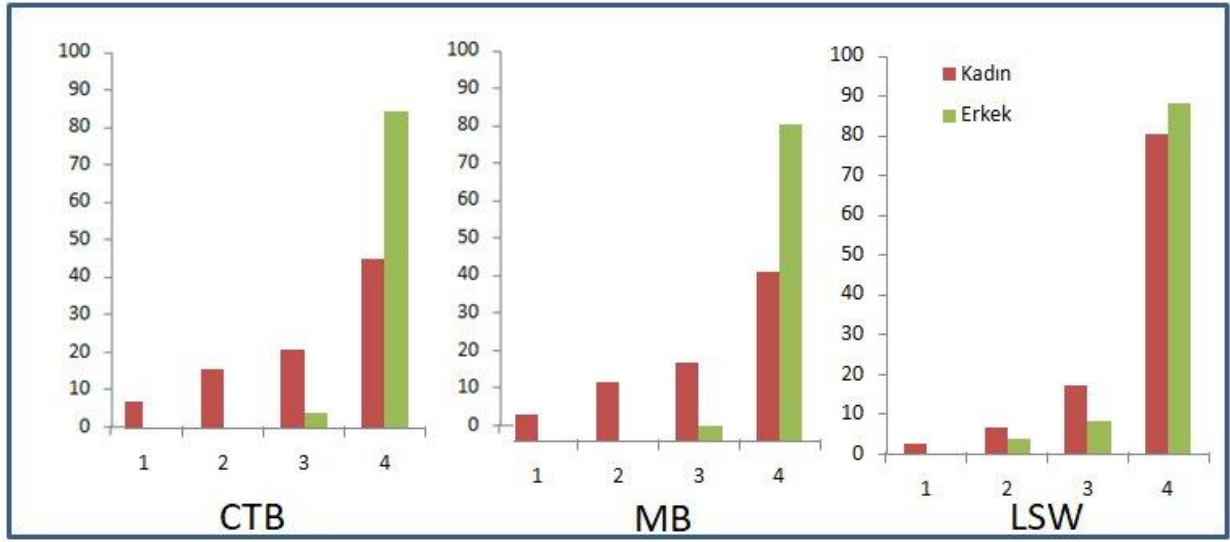
Şekil II. B mod sonografi indislerinin Suzuki kategorilerine göre ortalama yaş dağılımları.

Tablo II. Cinsiyet ve lateralizasyona göre temporal akustik pencere kalitesi.

	Sol kontralateral temporal kemik				Sağ kontralateral temporal kemik			
	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi
Kadın	%2,4	%7,1	%17,1	%73,3	%2,4	%6,2	%17,1	%74,3
Erkek	%0	%0	%4,5	%95,5	%0	%0	%4,5	%95,5
	Sol mezensefalon				Sağ mezensefalon			
	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi
Kadın	%9,5	%16,7	%21,9	%51,9	%10	%14,8	%21,4	%53,8
Erkek	%0	%3,8	%7,6	%88,5	%0	%4,5	%7,6	%87,9
	Sol küçük sfenoid kanat				Sağ küçük sfenoid kanat			
	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi
Kadın	%8,1	%17,6	%23,8	%50,5	%7,6	%17,6	%23,3	%51,4
Erkek	%0	%3,2	%7,6	%89,2	%0	%3,8	%8,9	%87,3
	Sol MCA				Sağ MCA			
	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi	Görünmez	Zayıf	Makul	İyi
Kadın	%8,1	%21,4	%23,8	%46,7	%8,1	%18,6	%21,4	%51,9
Erkek	%0	%3,2	%8,9	%87	%0	%3,8	%10,2	%86

Tablo III. B mode indislerinin diagnostik ölçütleri.

	MB hiç görülmemesi	LSW hiç görülememesi	CTB hiç görülemedi	CTB yarısından az görülebilir
Duyarlılık	%100,0 [%89,6- 100,0]	%94,1 [%80,3-99,1]	%29,41 [%15,1 -47,5]	%89,5 [%75,2 -97,0]
Özgüllük	%99,0 [%98,0 - 99,6]	%99,9 [%99,2 -100,0]	%100,0 [%99,5-100,0]	%100,0 [%99,5 - 100,0]
Pozitif test sonucu olasılık oranı (L+)	100,00 [47,85 -208,99]	658,82 [%92,76 -4679,08]	-	-
Negatif test sonucu olasılık oranı (L-)	0,00	0,06 [0,02 -0,23]	0,71 [0,57 -0,88]	0,11 [0,04 -0,27]
Pozitif sonucun kestirim değeri	%82,9 [%67,9-92,8]	%97,0 [%84,2-99,5]	%100,0 [%69,0-100,0]	%100,0 [%89,6-100,0]
Negatif sonucun kestirim değeri	%100,0 [%99,5-100,0]	%99,7 [%99,0-100,0]	%96,7 [%95,1% -97,9]	%99,4 [%98,5-99,8]



Şekil III: B mod sonografi indislerinin Suzuki kategorilerinde cinsiyet dağılımı.

TARTIŞMA

B mod sonografide transduser temporal bölgeye konulduktan hemen sonra MCA renkli Doppler incelemesinin başarı durumu öngörülebilir. Bu özellikle kadınlarda verimli görülmektedir. Eğer karşı taraf temporal kemik hiç görünmüyor ise bizim çalışmamıza göre MCA'da kesinlikle görünmeyecektir. Ek olarak, karşı temporal kemiğin yarısından azının, özellikle sadece posterior kısmın yani preauriküler parçanın, görünmesi de büyük olasılıkla (bu seride başarı oranı sadece %14) MCA'nın yeterli kalitede insone edilemeyeceğini işaret eder. Karşı temporal kemiği yarısından fazlası görülürse MCA hemen daima yeterli şekilde insone edilebilir. Bu açıdan en yol gösterici B-modsonografi parametresi karşı temporal kemiktir. En önemli B mod parametresini ipsilateral küçük sphenoid kanadın insonasyon durumu olarak ortaya koyan Suzuki grubu (7) ile aramızdaki farklılığın olası nedenleri ırk, cinsiyet, sonograf tecrübesi ve cihaz gibi farklılıklar olabilir.

İpsilateral tarafta mezensefalonun B-modda hiç seçilememesi kadınlarda %10 kadar görünür ve bu durumda bile MCA Doppler sinyali %17 olguda elde edilebilir. Bu nedenle mezensefalonun görüntülenememesi önemli olmakla birlikte MCA'nın insone edilemeyeceği anlamına gelmez. Ama, mezensefalon biraz bile seçilebiliyorsa MCA renkli Doppler sinyali mutlaka insone edilecektir. Bu durumda uygun "gain", "açı" ve "hızalama" ile konvansiyonel lokalizasyon ve pozisyonlarda örneklem alanı ("sample volume") gezdirilerek

renkle doluş alanlarında Doppler sinyali aranmalıdır.

Bizim çalışmamıza göre ipsilateral sphenoid kemiğin görülmemesi büyük olasılıkla (%97) MCA'nın da insone edilemeyeceği anlamına gelir. Ama, LSW'nin kısmen seçildiği durumlarda da belli bir dereceye kadar MCA renk kaydı yapılamayabilir ki bu yaklaşık %3'dür.

Çalışmanın güçlü yönleri oldukça yeterli sayıda katılımcı olması, nörosonolojik incelemelerin deneyimli ve tek bir nörosonolog tarafından yapılmış olması ve prospektif dizaynı içerir. Bu çalışmada transtemporal kemik pencerenin yeterliliği başka bir yöntemle karşılaştırmak suretiyle değerlendirilmemiştir. İnme hastalarında CT'deki temporal kemiğin squamoz parçasının kalınlığı, tabulaların yüzeysel irregülarite ve heterojenitesi transkranyal Doppler sinyal kaydının başarısı hakkında bilgi verebilir (10). Bir çalışmada kalınlığın 5-mm üzerinde olmasının MCA TCD kaydı elde edilememesi için duyarlılığı %90 seviyesinde bulunmuştur (11). Pratik olmaması yanı sıra bu değerler bizim ürettiğimiz B mod sonografi diagnostiklerinden daha düşük olarak görünmektedir. Bu çalışmada konvansiyonel TCD yapılmaması bir dezavantaj değildir, çünkü TCD set-up, akustik pencere geçişi, insonasyon başarısı triplex TCCD sistemleriyle aynıdır (12).

Sonuç olarak, bu çalışmada oldukça geniş sayıda, nörolojik ve nörovasküler hastalığı bulunmayan, görünürde sağlıklı gönüllüde

transkranyal renkli Doppler incelemesinin ilk aşaması olan B-mod safhasında temporal akustik kemik pencerenin yeterli olup olmadığının büyük ölçüde belirlenebileceğini ortaya koyulabildi. Bu elbette inceleme süresini kısaltır ve hızlı renkli Doppler için strateji geliştirilmesine el verebilir.

KAYNAKLAR

1. Marinoni M, Ginanneschi A, Forleo P, Amaducci L. Technical limits in transcranial Doppler recording: inadequate acoustic windows. *Ultrasound Med Biol* 1997; 23(8): 1275-1277.
2. Krejza J, Mariak Z, Walecki J, Szydlik P, Lewko J, Ustymowicz A. Transcranial color Doppler sonography of basal cerebral arteries in 182 healthy subjects: age and sex variability and normal reference values for blood flow parameters. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172(1): 213-218.
3. Topcuoglu MA. Transcranial Doppler ultrasound in neurovascular diseases: diagnostic and therapeutic aspects. *J Neurochem* 2012; 123 Suppl 2: 39-51.
4. Bogdahn U, Becker G, Winkler J, Greiner K, Perez J, Meurers B. Transcranial color-coded real-time sonography in adults. *Stroke* 1990; 21(12): 1680-1688.
5. Robba C. RA. Transcranial Doppler and Transcranial Color-Coded Duplex Sonography. In: Z. K, ed. *Challenging Topics in Neuroanesthesia and Neurocritical Care*. Cham: Springer; 2017.
6. Baumgartner RW. Transcranial color-coded duplex sonography. *J Neurol* 1999; 246(8): 637-647.
7. Suzuki R, Koga M, Mori M, Endo K, Toyoda K, Minematsu K. Visibility of the lesser sphenoid wing is an important indicator for detecting the middle cerebral artery on transcranial color-coded sonography. *Cerebrovasc Dis* 2012; 33(3): 272-279.
8. Yetim E, Topcuoglu MA, Canpolat U, et al. Nonsustained Atrial Fibrillation in Ischemic Stroke Patients and Stroke-Free Controls From the Perspective of Stroke Pathophysiology. *J Am Heart Assoc* 2016; 5(10).
9. Dirican A. Evaluation of the diagnostic test's performance and their comparisons. *Cerrahpaşa J Med* 2001; 32(1): 25-30.
10. Kwon JH, Kim JS, Kang DW, Bae KS, Kwon SU. The thickness and texture of temporal bone in brain CT predict acoustic window failure of transcranial Doppler. *J Neuroimaging* 2006; 16(4): 347-352.
11. Jarquin-Valdivia AA, McCartney J, Palestrant D, Johnston SC, Gress D. The thickness of the temporal squama and its implication for transcranial sonography. *J Neuroimaging* 2004; 14(2): 139-142.
12. Krejza J, Swiat M, Pawlak MA, et al. Suitability of temporal bone acoustic window: conventional TCD versus transcranial color-coded duplex sonography. *J Neuroimaging* 2007; 17(4): 311-314.