



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Karotis elastisite ve distensibilitesinin son dönem böbrek yetmezliği olan hastalar ve sağlıklı gönüllüler arasında karşılaştırılması

Comparison of carotid elasticity and distensibility between patients with end-stage renal disease and healthy volunteers

Aylin Güneşli¹, Nihan Tekkarışmaz Törer²

¹Başkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, ²Nefroloji Anabilim Dalı, Adana, Turkey

Cukurova Medical Journal 2020;45(1):208-214.

Abstract

Purpose: The incidence of cardiovascular events increased in patients with end-stage renal disease, but it is not clear how renal failure affects carotid arteries. The aim of this study is to evaluate this affect. For this purpose, the elasticity and distensibility which are markers of subclinical carotid atherosclerosis were measured and compared in patients with end-stage renal disease and healthy population.

Materials and Methods: The study was planned as cross-sectional. A total of 119 subjects (61 patients and 58 control) were enrolled into the study. Carotid elasticity and distensibility were measured and compared between the groups. In addition, we investigated whether there was a significant correlation between the duration of dialysis and carotid elasticity and distensibility.

Results: Carotid elasticity and distensibility were significantly lower in the patient group than in the control group (0.12 ± 0.02 vs. 0.23 ± 0.04 , $p < 0.001$, and 7.47 ± 0.51 vs. 9.42 ± 0.73 , $p < 0.001$, respectively). Correlation analysis revealed a significant positive correlation between the duration of dialysis and carotid elasticity and distensibility ($r = -0.783$, $p < 0.001$ ve $r = -0.385$, $p = 0.002$, respectively).

Conclusion: Carotid elasticity and distensibility decreased in patients with end-stage renal disease. These results may suggest an increased risk of subclinical atherosclerosis in the carotid arteries in this patient group and may indirectly suggest that the increase in the risk of cerebrovascular event is caused by atherosclerosis in the carotid arteries.

Keywords: Carotid, Doppler, kidney disease

Öz

Amaç: Son dönem böbrek yetmezliği olan kronik böbrek hastalarında kardiyovasküler olayların sıklığının arttığı bilinmektedir ancak böbrek yetmezliğinin karotis arterler üzerinde nasıl bir etki gösterdiği net değildir. Bu çalışmanın amacı bunu değerlendirmektir. Bu amaçla subklinik karotis ateroskleroza ve hasarını gösteren elastisite ve distensibilite son dönem böbrek yetmezliği olan hastalar ve sağlıklı popülasyonda ölçülerek karşılaştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışma kesitsel olarak planlandı. Son dönem böbrek yetmezliği olan 61 hasta ve 58 sağlıklı gönüllünün karotis elastisitesi ve distensibilitesi ölçülerek aralarında istatistiksel anlamlı fark olup olmadığı değerlendirildi. Ayrıca hasta grubundaki bireylerin diyalize girme süreleri ile karotis elastisitesi ve distensibilitesi arasında anlamlı korelasyon olup olmadığı araştırıldı.

Bulgular: Hasta grubundahem karotis elastisitesi hem de distensibilitesi istatistiksel anlamlı olarak daha düşüktü ($0,12 \pm 0,02$ vs. $0,23 \pm 0,04$, $p < 0,001$, ve $7,47 \pm 0,51$ vs. $9,42 \pm 0,73$, $p < 0,001$, sırasıyla). Diyaliz süresi ile hem karotis elastisitesi hem de karotis distensibilitesi arasında istatistiksel anlamlı negatif yönlü korelasyon bulundu ($r = -0,783$, $p < 0,001$ ve $r = -0,385$, $p = 0,002$, sırasıyla).

Sonuç: Son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda karotis elastisitesi ve distensibilitesi azalmıştır. Bu sonuçları bize bu hasta grubunda karotis arterlerde subklinik ateroskleroz riskinin arttığını düşündürülebilir, ayrıca serebrovasküler olay riskindeki artışın sebebinin karotis arterlerdeki ateroskleroz olduğunu da indirekt olarak düşündürülebilir.

Anahtar kelimeler: Böbrek yetmezliği, doppler, karotis

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Aylin Güneşli, Başkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Adana, Turkey E-mail: aylingunesli@hotmail.com

Geliş tarihi/Received: 08.11.2019 Kabul tarihi/Accepted: 02.01.2020 Published online: 03.02.2020

GİRİŞ

Kronik böbrek hastalığı (KBH) dünya genelinde bir halk sağlığı problemi olarak kabul edilir ve tahmini prevalansı %8-%16 arasındadır. Tanı ve tedavideki gelişmelere rağmen dünya genelinde KBH'ya bağlı ölümler son yıllarda giderek artmaktadır¹. Hemodiyaliz veya periton diyalizi uygulanan son dönem böbrek yetmezliği hastalarında mortalitenin başlıca sebebi kardiyovasküler hastalıklardır². Mortalite ve morbiditeye sebep olan kardiyovasküler hastalıklar içinde serebrovasküler olaylar önemli yer tutar ve KBH'lı hastalarda serebrovasküler olay sıklığı artmıştır, ancak bu artışın sebebinin ne olduğu net olarak bilinmemektedir³.

Ultrasonografi ucuz, kolay ulaşılabilir ve non invaziv olması sebebi ile karotis arterlerde subklinik ateroskleroz ve hasar olup olmasını değerlendirme amaçlı sıkça kullanılmaktadır. Doppler ultrasonografi ile değerlendirilen karotis elastisitesi ve distensibilitesi son yıllarda sıkça kullanılan ve karotis arterlerdeki ateroskleroz riskini gösteren 2 önemli parametredir. Yapılan çalışmalarda hem elastisite hem de distensibilitenin karotis arterler üzerindeki hasarı ve istenmeyen olayları öngörmede ki rolü gösterilmiştir⁴.

Son dönem böbrek yetmezliği olan kronik böbrek hastalarında kardiyovasküler ve serebrovasküler olay sıklığının artışı bilinmektedir ancak böbrek yetmezliğinin karotis arterler üzerinde nasıl bir etki gösterdiği net değildir. Bu çalışmanın amacı bunu değerlendirmektir. Bu amaçla subklinik karotis aterosklerozu ve hasarını gösteren karotis elastisitesi ve distensibilitesi son dönem böbrek yetmezliği olan hastalar ve sağlıklı popülasyonda ölçülerek karşılaştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma tek merkezli ve kesitsel olarak planlandı.1 Ocak 2019-30 Ağustos 2019 tarihleri arasında Başkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Nefroloji kliniğinde ayakta kronik hemodiyaliz tedavisi alan hastaların kayıtları incelendi. Çalışmaya katılmaya uygun olan ve gerekli şartları sağlayan toplam 61 hasta çalışmaya dahil edildi. Hasta grubu ile benzer demografik özelliklere sahip 58 sağlıklı gönüllü kontrol grubuna alındı.

Çalışma dışı bırakma kriterleri: 18 yaş altı ve 65 yaş üstü, bilinen aterosklerotik kardiyovasküler hastalık (koroner arter hastalığı, geçirilmiş serebrovasküler olay, periferik arter hastalığı), diyabetes mellitus,

primer hipertansiyon, bilinen malignite, kronik karaciğer hastalığı, kronik steroid kullanımı, yetersiz görüntü kalitesi, hastanın çalışmaya katılmak istememesi, akut böbrek yetmezliği, sigara kullanımı, dislipidemi, otomimmün hastalık, vakülit tanısı almış olan hastalar, daha önceden renal transplantasyon uygulanmış hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Toplam 450 hastanın dosya kayıtları incelendi, 44 hasta >65 yaş üstü, 22 hasta <18 yaş altı, 77 hasta koroner arter hastalığı, 17 hasta geçirilmiş serebrovasküler olay, 6 hasta periferik arter hastalığı, 81 hasta diyabetes mellitus, 32 hasta primer hipertansiyon, 31 hasta sigara kullanımı, 14 hasta yetersiz görüntü kalitesi, 15 hasta dislipidemi, 42 hasta çalışmaya katılmak istememesi ve 8 hasta da daha önceden böbrek nakli uygulandığı için çalışmadan çıkarıldı. Kalan 61 hasta çalışmaya dahil edildi.

Hasta grubundaki bireylere kronik böbrek yetmezliği tanısı kılavuzlara uygun olarak nefroloji uzmanı tarafından konuldu⁵. Kreatin klirensinin 0,1-0,15 ml/kg/dk düzeyine inmesi veya kronik böbrek hastalığı olup üremik perikardit, üremik ensefalopati, üremik akciğer ödemi, kontrol altına alınamayan hipertansiyon, üremiye bağlı kanama bozukluğu, sık bulantı-kusma şikayetlerinin ortaya çıkması durumunda hastalara kronik hemodiyaliz tedavisi endikasyonu konuldu. Hasta ve kontrol grubundaki bireylerin seçimi Nefroloji uzmanı tarafında yapıldı. Tüm katılımcılara standart karotis doppler Radyoloji uzmanı tarafından yapıldı, ek olarak aynı senasta karotis elastisite ve distensibilitesi değerlendirildi.

Her iki gruptaki bireylerin yaş, cinsiyet, boy, kilo (hasta grubunda hemodiyaliz sonrası ölçümler baz alınmıştır), açlık kan şekeri (referans değer 80-99 mg/dL), açlık kan kolesterol değerleri (yüksek dansiteli lipoprotein (referans değer 30-75 mg/dL), düşük dansiteli lipoprotein (referans değer 60-130 mg/dL), trigliserit (referans değer 55-150 mg/dL)), tam kan sayımı (hemoglobin (referans değer 14-18 gr/dL), beyaz küre (referans değer 4,00-11,5 x10³/uL), trombosit (referans değer 130-400x10³/uL)) değerleri ölçülerek kaydedildi. Her iki gruptaki bireylere Amerikan Ekokardiyografi Derneği ve Avrupa Kardiyovasküler Görüntüleme Derneği'nin yayınlamış oldukları kılavuza uygun olarak standart ekokardiyografi işlemi uygulandı. Ejeksiyon fraksiyonu hasta ve kontrol grubunda modifiye Simpson yöntemine göre apikal 4 boşluk görüntülerden ölçülerek hesaplandı ve kaydedildi⁶. Ek olarak tüm bireylerde karotis elastisitesi ve distensibilitesi ölçülerek kaydedildi ve iki grup

arasında istatistiksel anlamlı fark olup olmadığı değerlendirildi. Tüm ölçümler aynı operator tarafından yapıldı.

Çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylandı (Proje no: KA19/447) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklendi.

Karotis distensibilitesi ve elastisitesinin değerlendirilmesi

Karotis arterlerin görüntülemesi daha önceden kılavuzlarda belirlenmiş olan standart protokollere göre yapıldı⁷⁻⁸. Karotis arterin uzak ve yakın duvarlar arasında intima-intima mesafesi ölçülerek lümen çapı (lümen diameter) hesaplandı. Birbirini izleyen 3 kalp atımında diyastol sonunda media-media uzaklığı ölçülerek minimal damar çapı (VD_{min}) hesaplandı. Aynı ölçüm sistolde yapılarak maksimum damar çapı (VD_{max}) kaydedildi. Yapılan 3 ölçümün ortalaması alınarak kaydedildi. Katılımcılar ultrasonografik değerlendirme sırasında elektrokardiyogram (EKG) ile monitorize edildi ve sistol, diyastol ayrımı EKG'ye göre yapıldı.

Karotis arter distensibilitesi (%) için daha önceki çalışmalarda tanımlanmış olan $[(VD_{max} - VD_{min}) / VD_{min}] \times 100$ formülü kullanıldı⁹. Karotis arter elastisitesi (%/mm Hg) ise daha önce birçok çalışmada kullanılan, güvenilirliği ve etkinliği gösterilmiş olan $[(LD_{max} - LD_{min}) / LD_{min}] /$

$\Delta P) \times 100\%$ formülüne göre hesaplandı⁹⁻¹¹. Bu formülde ΔP =sistolik ve diyastolik kan basıncı arasındaki fark alınarak hesaplandı. Hem distensibilite hem de elastisite de tüm ölçümler software program kullanılarak otomatik olarak yapıldı.

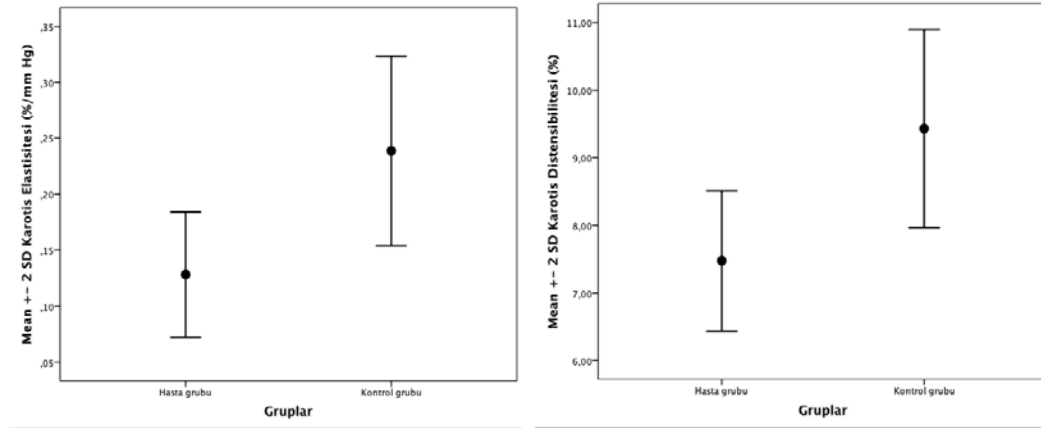
İstatistiksel analiz

İlk olarak sürekli değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Eğer değişkenler normal dağılıma uyuyor ise ortalama±standart sapma, normal dağılıma uymuyor ise ortanca ve çeyreklikler arası değişim ile ifade edildi. Kategorik değişkenler mutlak değer ve yüzde ile belirtildi. Gruplar arasında normal dağılıma uyan sürekli değişkenler bağımsız örnek t testi ile değerlendirildi (yaş, vücut kitle indeksi, açlık kan şekeri, yüksek dansiteli lipoprotein, düşük dansiteli lipoprotein, trigliserit, hemoglobin, beyaz küre, trombosit, sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı, karotis elastisitesi ve distensibilitesi gibi). Kategorik değişkenler ki-kare testi ile değerlendirildi (cinsiyetlerin 2 grup arasında karşılaştırılması gibi). Sürekli değişkenler arasındaki korelasyon analizi Spearman testi ile değerlendirildi (diyaliz süresi ile karotis elastisite, distensibilite arasında ilişki). Tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS 21 programında yapıldı (Statistical Package for the Social Sciences, version 21.0, SSPS Inc., Chicago, IL, USA). P değerinin <0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

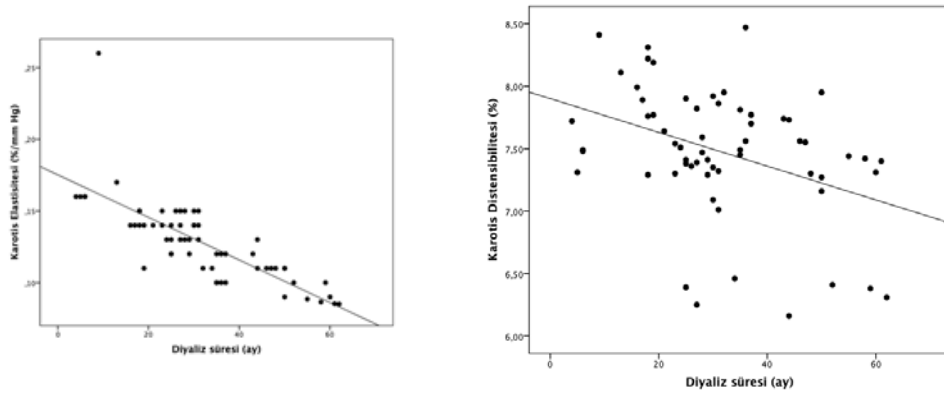
Tablo-1. Gruplar arasında bazal demografik, laboratuvar ve klinik özelliklerin karşılaştırılması

	Hasta (n=61)	Kontrol (n=58)	p
Yaş (yıl)	51,47±7,51	52,22±7,67	0,592
Kadın cinsiyet, n (%)	24 (39,34)	29 (50)	0,242
VKİ (kg/m ²)	28,67±3,68	28,81±3,5	0,838
AKŞ (mg/dL)	101,75±9,92	102,24±8,18	0,771
YDL (mg/dL)	45,8±7,63	47,76±9,02	0,203
DDL (mg/dL)	131,56±16,47	135,03±21,19	0,318
Trigliserit (mg/dL)	151,1±54,92	143,59±54,55	0,456
Hemoglobin (g/dL)	13,75±1,48	13,65±1,28	0,697
Beyaz küre (/mm ³)	7435±1697	7204±1908	0,486
Trombosit (100/mm ³)	230±87	250±58	0,139
SKB (mmHg)	121,74±9,97	120,26±8,74	0,392
DKB (mmHg)	75,93±8,8	77,86±6,91	0,188
Ejeksiyon fraksiyonu (%)	58,64±2,92	59±3,06	0,512
Diyaliz süresi (ay)	31,59±14,77	-	-

AKŞ: Açlık kan şekeri, DDL: Düşük dansiteli lipoprotein, DKB: Diyastolik kan basıncı, SKB: Sistolik kan basıncı, VKİ: Vücut kitle indeksi, YDL: Yüksek dansiteli lipoprotein



Şekil-1. Gruplar arasında karotis elastisitesi ve distensibilitesinin karşılaştırılması



Şekil-2. Karotis elastisitesi ve distensibilitesi ile diyaliz süresi arasındaki korelasyon ilişkisi.

BULGULAR

Çalışmaya hemodiyaliz tedavisi alan 61 hasta ve 58 sağlıklı gönüllü olmak üzere toplam 119 birey dahil edildi. Gruplar arasında bazal demografik özellikler bakımından istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Her iki grubun bazal demografik, laboratuvar ve klinik özellikleri Tablo-1'de özetlenmiştir.

Hem karotis elastisitesi hem de distensibilitesi istatistiksel anlamlı olarak hasta grubunda daha düşüktü ($0,12\pm 0,02$ vs. $0,23\pm 0,04$, $p<0,001$, ve $7,47\pm 0,51$ vs. $9,42\pm 0,73$, $p<0,001$, sırasıyla). Şekil-1'de gruplar arasında elastisite ve distensibilite

değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Hastaların diyaliz tedavisi aldığı süre ile hem karotis elastisitesi hem de karotis distensibilitesi arasında istatistiksel anlamlı negatif yönlü korelasyon bulundu ($r = -0,783$, $p<0,001$ ve $r = -0,385$, $p=0,002$, sırasıyla). Diyaliz süresi ile karotis elastisitesi ve distensibilitesi arasındaki korelasyon analizi Şekil-2'de gösterilmiştir.

TARTIŞMA

Çalışmamızın sonuçlarına göre son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda karotis elastisitesi ve distensibilitesi azalmıştır. Bu sonuçları bize bu hasta grubunda karotis arterlerde subklinik ateroskleroz

riskinin arttığını düşündürebilir, ayrıca serebrovasküler olay riskindeki artışın sebebinin karotis arterlerdeki ateroskleroz olduğunu da indirekt olarak düşündürebilir.

Böbrek hastalığının varlığı kardiyovasküler hastalıklar için geleneksel bir risk faktörü olarak kabul edilir. Diğer taraftan hem beyin hem de böbrekler aterosklerozda hedef organlar arasındadır¹¹. Yapılan çalışmalar da kronik böbrek yetmezliğinin stroke için bağımsız bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir¹³. Bu durumun sebebi hipertansiyon, diyabetes mellitus, sigara gibi klasik risk faktörlerinin her iki hastalık için de ortak risk faktörleri olması ve etyolojilerinde bulunması olabilir. Klasik risk faktörleri dışında bazı minor risk faktörlerinde bu birlikteliğe katkı sağlıyor olabilir. Artmış inflamatuvar yanıt, trombosit fonksiyon bozukluğu, nitrik oksit metabolizmasındaki bozuklukların her iki hastalığın etyopatogenezinde rol oynadığı gösterilmiştir¹⁴⁻¹⁶. Bunlara ek olarak kronik böbrek yetmezliğinde oluşan bazı üremik toksinlerin aterosklerozu hızlandırdığı ve karotis arterler üzerinde hasara sebep olduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir³.

Karotis aterosklerozu, gelecekteki kardiyovasküler olaylar için öngördürücü olduğu gibi beyin için ayrıca doğrudan bir emboli kaynağıdır. Bu duruma sebep olabilecek bazı patofizyolojik mekanizmalar olabilir. Trombosit disfonksiyonu kronik böbrek yetmezliğinde artan serebrovasküler olay riskine sebep olabilir. Yapılan bazı çalışmalarda kronik böbrek yetmezliğinde hem kanamaya meyil hem de koagülasyona meyil olduğu izlenmiştir. Üreminin başlı başına trombosit disfonksiyonuna neden olduğu ve hemodiyaliz sonrası bu disfonksiyonun nispeten düzeldiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir¹⁷. Koagülasyonda rol oynayan fibrinojen, prothrombin, d-dimer ve thrombin-antitrombin kompleksi gibi bazı mediyatör ve enzimlerin kronik böbrek yetmezlikli hastalarda normal popülasyona göre yüksek olduğu bilinmektedir¹⁸. Artmış stroke ve ateroskleroz riskinden sorumlu olabilecek olan bir diğer mekanizma endotel disfonksiyonudur. Kreatin klirensinin azalması ile endotel disfonksiyonunda artış olduğu daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir¹⁸⁻¹⁹. Yapılan bir çok çalışma ile kronik böbrek yetmezliği ve renal replasman terapilerinin artmış inflamatuvar yanıt ile birlikte olduğu kanıtlanmıştır. Plasma C-reaktif protein, fibrinojen, interlökin-6 ve diğer inflamatuvar markörlerin böbrek yetmezlikli hastalarda arttığı ve bu artışın hızlanmış

aterosklerozu neden olduğu gösterilmiştir. Ayrıca sistemik inflamasyon başlı başına artmış stroke riski

ile beraberdir¹⁸⁻²⁰. Tüm bu sayılan nedenler hızlanmış aterosklerozu neden oluyor olabilir. Diyaliz tedavisi alan hastalarda karotis arter aterosklerozu diğer geleneksel risk faktörleri düzeltildikten sonra bile fazladır²¹⁻²³.

Karotis aterosklerozunun bir göstergesi olan intima-media kalınlığının kronik böbrek yetmezliğinde arttığı yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir. Pang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada karotis intima-media kalınlığını kronik böbrek yetmezliği için bağımsız risk faktörü olarak bulmuştur²⁴. Wu ve arkadaşları yaptıkları çalışmada bir önceki çalışmayı destekler nitelikte bulgulara ulaşmışlardır²⁵. Lawal ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada karotis intima-media kalınlığını kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda kontrol grubuna göre yüksek bulmuşlardır²⁶. Simon Hsu ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada femoral plakların KBY ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir²⁷.

Karotis aterosklerozunun değerlendirmesinde manyetik rezonans (MR)da kullanılabilmesine rağmen ucuz, noninvaziv ve kolay uygulanabilir bir görüntüleme yöntemi olan ultrasonografi en sık kullanılan tanı yöntemidir. Karotis MR'ın hem pahalı olması hemde kolay uygulanabilir olmaması dezavantajdır. Duvar alanı, kalınlığı ve plak indeksinin değerlendirilmesinde MR ile ultrasonografi arasında iyi bir korelasyon olduğu gösterilmiştir²⁸.

Çalışmamızın en büyük kısıtlılığı kesitsel yapılmış olması ve uzun dönemde hasta grubundaki değişimin ne yönde olacağı konusunda fikir vermemesidir. Karotis elastisitesi ve distensibilitesi karotis arterlerdeki ateroskleroz riskini ve bu hasta grubunda stroke riskini indirekt olarak veren parametrelerdir. Prospektif olarak uzun dönemde bu hasta grubunda stroke riskinin nasıl olacağı konusunda direct bilgi vermemesi bir diğer kısıtlılıktır. Çalışmadaki hasta sayısı nispeten az olup, daha fazla sayıda hasta ile yapılacak çalışmalar ile bu sonuçlar desteklenmelidir.

Son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda karotis elastisitesi ve distensibilitesi azalmıştır. Bu sonuçları bize bu hasta grubunda karotis arterlerde subklinik ateroskleroz riskinin arttığını düşündürebilir, ayrıca serebrovasküler olay riskindeki artışın sebebinin karotis arterlerdeki ateroskleroz olduğunu da indirekt olarak düşündürebilir.

Yazar Katkıları: Çalışma konsepti/Tasarım: AG; Veri toplama: AG; Veri analizi ve yorumlama: AG; Yazı taslağı: AG; İçeriğin eleştirel incelenmesi: NTK, AG; Son onay ve sorumluluk: AG, NTK; Teknik ve malzeme desteği: NTK; Süpervizyon: AG; Fon sağlama (mevcut ise): yok.

Etik Onay: Çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: KA19/447).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

Author Contributions: Concept/Design : AG; Data acquisition: AG; Data analysis and interpretation: AG; Drafting manuscript: AG; Critical revision of manuscript: NTK, AG; Final approval and accountability: AG, NTK; Technical or material support: NTK; Supervision: AG; Securing funding (if available): n/a.

Ethical Approval: The study was approved by Baskent University Medical and Health Sciences Research Board and Ethics Committee (Project number: KA19 / 447).

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: This study was supported by Başkent University Research Fund.

KAYNAKLAR

- Jha V, Garcia-Garcia G, Iseki K, Li Z, Naicker S, Plattner B et al. Chronic kidney disease: global dimension and perspectives. *Lancet*. 2013;382:260–72.
- Saran R, Robinson B, Abbott KC, Agodoa LYC, Bragg-Gresham J, Balkrishnan R et al. US Renal Data System 2018 annual data report: epidemiology of kidney disease in the united states. *Am J Kidney Dis*. 2019;73:A7-A8.
- Toyoda K, Ninomiya T. Stroke and cerebrovascular diseases in patients with chronic kidney disease. *Lancet Neurol*. 2014;13:823-33.
- Boesen ME, Singh D, Menon BK, Frayne R. A systematic literature review of the effect of carotid atherosclerosis on local vessel stiffness and elasticity. *Atherosclerosis*. 2015;243:211-22.
- Qaseem A, Hopkins RH Jr, Sweet DE, Starkey M, Shekelle P; Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians. screening, monitoring, and treatment of stage 1 to 3 chronic kidney disease: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med*. 2013;159:835-47.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28:1–39.
- Stein JH, Korcarz CE, Hurst RT, Lonn E, Kendall CB, Mohler ER et al. American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force. Use of carotid ultrasound to identify subclinical vascular disease and evaluate cardiovascular disease risk: a consensus statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force. Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21:93–111.
- Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N et al. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004-2006-2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc Dis*. 2012;34:290–6.
- Marlatt KL, Kelly AS, Steinberger J, Dengel DR. The influence of gender on carotid artery compliance and distensibility in children and adults. *J Clin Ultrasound*. 2013;41:340–6.
- Koivisto T, Virtanen M, Hutri-Kähönen N, Lehtimäki T, Jula A, Juonala M et al. Arterial pulse wave velocity in relation to carotid intima-media thickness, brachial flow-mediated dilation and carotid artery distensibility: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study and the Health 2000 Survey. *Atherosclerosis* 2012;220:387–93.
- Juonala M, Järvisalo MJ, Mäki-Torkko N, Kähönen M, Viikari JS, Raitakari OT. Risk factors identified in childhood and decreased carotid artery elasticity in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Circulation*. 2005;112:1486–93.
- Ninomiya T. Risk of stroke in kidney disease. *Contrib Nephrol*. 2013;179:58–66.
- Lee M, Saver JL, Chang KH, Liao HW, Chang SC, Ovbiagele B. Low glomerular filtration rate and risk of stroke: meta-analysis. *BMJ*. 2010;341:c4249.
- Sarnak MJ, Levey AS, Schoolwerth AC, Coresh J, Cullerton B, Hamm LL et al. American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: a statement from the American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. *Circulation*. 2003;108:2154–69.
- Gansevoort RT, Correa-Rotter R, Hemmelgarn BR, Jafar TH, Heerspink HJ, Mann JF et al. Chronic kidney disease and cardiovascular risk: epidemiology, mechanisms, and prevention. *Lancet*. 2013;382:339–52.
- Moe SM. Klotho: a master regulator of cardiovascular disease? *Circulation*. 2012;125:2181-83.
- Boccardo P, Remuzzi G, Galbusera M. Platelet dysfunction in renal failure. *Semin Thromb Hemost*. 2004;30:579-89.
- Kumai Y, Kamouchi M, Hata J, Ago T, Kitayama J, Nakane H et al. FSR Investigators. Proteinuria and clinical outcomes after ischemic stroke. *Neurology*.

- 2012;78:1909-15.
19. Demirci Şahin A, Üstü Y, Işık D. Serebrovasküler hastalıklarda önlenebilir risk faktörlerinin yönetimi. Ankara Medical Journal. 2015;15:106-13.
 20. Goldstein LB, Bushnell CD, Adams RJ, Appel LJ, Braun LT, Chaturvedi S et al. American Heart Association Stroke Council; Council on Cardiovascular Nursing; Council on Epidemiology and Prevention; Council on High Blood Pressure Research, Council on Peripheral Vascular Disease, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research. Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke. 2011;42:517-84.
 21. Shakeri A, Abdî M, Khosroshahi HT, Fouladi RF. Common carotid artery intima-media thickness and atherosclerotic plaques in carotid bulb in patients with chronic kidney disease on hemodialysis: a case-control study. Pak J Biol Sci. 2011;14:844-8.
 22. Özelsancak R. Hemodiyaliz hastalarında serebrovasküler olaylar. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 2020; doi: 10.17827/aktd.849205.
 23. Şimşek Kocamer B, Özer G. İnmede mortalite ve ilişkili risk faktörleri: Türkiye, Gaziantep'ten tek merkezli kohort çalışma. Journal of Surgery and Medicine. 2019;3;231-4.
 24. Pang Y, Sang Y, Ballew SH, Grams ME, Heiss G, Coresh J et al. Carotid intima-media thickness and incident ESRD: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. Clin J Am Soc Nephrol. 2016;11:1197-205.
 25. Wu Y, Hou J, Li J, Luo Y, Wu S. Correlation between carotid intima-media thickness and early-stage chronic kidney disease: results from asymptomatic polyvascular abnormalities in community study. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2016;25:259-65.
 26. Lawal OM, Balogun MO, Akintomide AO, Ayoola OO, Mene-Afejuku TO, Ogunlade O et al. Carotid intima-media thickness: a surrogate marker for cardiovascular disease in chronic kidney disease patients. Clin Med Insights Cardiol. 2019;13 1179546819852941.
 27. Hsu S, Rifkin DE, Criqui MH, Suder NC, Garimella P, Ginsberg C et al. Relationship of femoral artery ultrasound measures of atherosclerosis with chronic kidney disease. Vasc Surg. 2018;67:1855-63.e1
 28. Atalay MK. Cardiac magnetic resonance imaging and computed tomography—state of the art. US Radiology 2008;34-39.