



Kardiyovasküler Otonom Regülasyonun Olası Periferik Yansıması Olarak Ultradiyen Nazal Siklus: Akustik Rinometrinin Nörokardiyolojik Potansiyeli

Ultradian Nasal Cycle as a Potential Peripheral Reflection of Cardiovascular Autonomic Regulation: The Neurocardiological Potential of Acoustic Rhinometry

İşinsu Karaoğlu

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Sirkadiyen ritimlerin kardiyovasküler sistem üzerindeki homeostatik ve patofizyolojik etkileri ile ilgili oldukça geniş bilimsel kaynak vardır. Ancak, otonom osilatörler tarafından üretilen ve sirkadiyen sistemle etkileşim içinde olan, 24 saatten kısa periyotlarla tekrarlayan ultradiyen ritimlerin kalp ve damar sistemindeki dinamik modülasyonları, daha yeni bir araştırma konusu olarak gündeme gelmektedir. Kardiyovasküler sistem; arteriyel kan basıncı dalgalanmaları, kalp hızı değişkenliği ve katekolamin düzeylerinde belirgin ultradiyen salınımlar sergiler. Bu salınımlar, merkezi sinir sistemindeki otonom osilatör düzenekleri ile periferik sempatovagal dengenin dinamik ve karşılıklı etkileşimiyle ilişkilidir. Kalbin elektriksel aktivitelerini temel alan mevcut otonomik değerlendirmeler, bu santral deşarjların periferik efektör yataklardaki vasküler etkilerini her zaman tam olarak yansıtamamaktadır. Dolayısıyla, geleneksel kardiyovasküler otonomik testlerin sistemik mikrosirkülatuar yansımaları kantitatif verilere dönüştürmedeki sınırlılığı, periferik sempatik reaktiviteyi değerlendirmede non-invaziv ve objektif tamamlayıcı yöntemlerin araştırılmasının önemini artırmaktadır. Bu doğrultuda, otonom sinir sisteminin dual kontrolü altında olan yoğun vasküler yapısıyla nazal mukoza ve burun boşluğundaki periyodik hacim değişimleri (ultradiyen nazal siklus), santral otonomik çıktıların periferdeki yansımalarını incelemek adına elverişli bir mikrosirkülasyon modeli sunabilir. Akustik rinometrinin ise, lokal bir nazal ölçüm yöntemi olmasına karşın, sistemik sempatik aktiviteyle ilişkili olabilecek anlık nazal geometrik değişimleri sayısal verilere dönüştürerek kardiyoloji araştırmalarında potansiyel bir dolaylı otonomik gösterge modeli sunabileceği hipotezi ileri sürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ultradiyen ritim, akustik rinometri, kardiyovasküler otonom kontrol, nazal siklus, sempatik tonus, nörokardiyoloji

Abstract

Although the homeostatic and pathophysiological impacts of circadian rhythms on the cardiovascular system are well-documented in the literature, the cardiovascular dynamic modulations of ultradian rhythms—which are generated by autonomous oscillators that interact with the circadian system and recur with periods shorter than 24 hours—have emerged as a novel focus of research. The cardiovascular system exhibits prominent ultradian oscillations at the levels of arterial blood pressure fluctuations, heart rate variability, and catecholamine levels. These oscillations occur through a dynamic and reciprocal interplay between peripheral sympathovagal balance and autonomous oscillator mechanisms within the central nervous system that interact with the circadian system. Current autonomic assessments based on cardiac electrical activities do not always fully reflect the vascular effects of these central discharges within peripheral effector beds. Therefore, the limitation of conventional cardiovascular autonomic tests in converting systemic microcirculatory reflections into quantitative data enhances the importance of investigating non-invasive and objective complementary methods to assess peripheral sympathetic reactivity. In this regard, the nasal mucosa, with its dense vascular structure under dual autonomic control, along with the periodic volume changes in



Yazar Adresi/Address for Correspondence: Dr. Öğr. Üyesi İşinsu Karaoğlu, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
E-posta: isinsukaraoglu@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-7973-5813

Geliş Tarihi/Received: 22.07.2026 **Kabul Tarihi/Accepted:** 24.08.2026 **Yayınlanma Tarihi/Published Date:** 25.09.2026

Atıf/Cite this article as: Karaoğlu I. Ultradian nasal cycle as a potential peripheral reflection of cardiovascular autonomic regulation: the neurocardiological potential of acoustic rhinometry. Bull Cardiovasc Acad. 2026;4(2):52-57



Copyright© 2026 Yazar(lar). Kardiyovasküler Akademi Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makedir.

the nasal cavity (the ultradian nasal cycle), may offer a suitable microcirculation model for evaluating the peripheral reflections of central autonomic outputs. Accordingly, it is hypothesized that acoustic rhinometry—despite its nature as a localized nasal assessment method—may serve as a potential indirect autonomic indicator model in cardiovascular research by converting instantaneous nasal geometric changes potentially associated with systemic sympathetic activity into quantitative data.

Keywords: Ultradian rhythm, acoustic rhinometry, cardiovascular autonomic control, nasal cycle, sympathetic tonus, neurocardiology

GİRİŞ

Canlı organizmalarda homeostatik dengenin korunması ve çevresel dinamiklere uyum sağlanması, endojen kronobiyojik mekanizmaların işleyişine dayanmaktadır. Kardiyovasküler tıp literatüründe, bu kronobiyojik sistem içindeki sirkadiyen (yaklaşık 24 saatlik) ritimlerin patofizyolojik süreçlerdeki rolü kapsamlı bir şekilde ortaya konmuştur (1). Nitekim sabah saatlerinde arteriyel kan basıncı, sempatik tonus ve trombosit agregasyonunda gözlenen fizyolojik artışların; miyokard enfarktüsü, akut iskemik inme ve ani kardiyak ölüm insidansındaki periyodik yükselmeler ile olan doğrudan ilişkisi köklü bir klinik kanıta sahiptir (2). Ancak organizmadaki ritmik organizasyon sadece bu 24 saatlik sirkadiyen döngüyle sınırlı değildir. Sirkadiyen ritmin altında, fizyolojik parametrelerin gün içinde dakikalar ile saatler arasında değişen çok daha kısa periyotlarla dalgalandığı gözlenmektedir. Otonom osilatörler tarafından üretilen ve sirkadiyen ritimle dinamik bir etkileşim içinde olan bu daha kısa süreli salınımlar kronobiyojide “ultradiyen ritim” (UR) olarak adlandırılır (3).

Kardiyovasküler sistem; arteriyel kan basıncı, kalp atım hızı ve plazma katekolamin düzeylerinde belirgin ultradiyen salınımlar sergiler (3-5). Bu ritimler, merkezi otonomik ağdan kaynaklanan periyodik santral deşarjlar ile periferik vasküler yatak arasındaki dinamik sempatovagal dengelenme süreçlerinin aktif birer yansımasıdır (6). Ancak, kalbin elektriksel aktivitelerini temel alan mevcut otonomik değerlendirmeler, bu santral deşarjların periferik efektör yataklardaki biyofiziksel ve vasküler sonuçlarını her zaman tam olarak yansıtamamaktadır. Geleneksel testlerin [Holter elektrokardiyografi (EKG) spektral analizleri gibi] sistemik mikrosirkülatuar yansımaları kantitatif verilere dönüştürmede metodolojik sınırlılıkları vardır (6-8). Bu doğrultuda, periferik sempatik reaktiviteyi değerlendirmede potansiyel otonomik gösterge sunabilecek non-invaziv ve objektif yeni yöntemlerin araştırılması giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Otonom sinir sisteminin (OSS) nazal mikrosirkülasyon üzerindeki dual kontrolü, nörokardiyolojik değerlendirme için dolaylı bir alan sunmaktadır. Sol ve sağ burun pasajlarındaki mukozal vasküler dokuların karşılıklı ve periyodik olarak tıkanması ve açılması süreci (ultradiyen nazal siklus), merkezi otonomik düzenleyici mekanizmaların periferdeki dinamik yansımalarını gösterebilir (9,10). Bu derlemenin amacı, kardiyovasküler sistemde gözlenen ultradiyen ritimler ile nazal

siklus arasındaki olası otonomik bağlantıyı incelemek, sistemik sempatik tonusun potansiyel bir periferik otonomik göstergesi olarak kardiyoloji araştırmalarında tamamlayıcı bir yöntem şeklinde nasıl konumlandırılabilceğini tartışmaktır.

KRONOBİYOLOJİK PATOFİZYOLOJİ VE SANTRAL OTONOMİK ETKİLEŞİM

Kardiyovasküler UR’lerin Nörofizyolojik Kökeni ve Santral Kontrolü

Kardiyovasküler sistemdeki otonomik değişkenlik, UR’ler şeklinde ritmik dalgalanmalar gösterebilir. Kardiyovasküler fizyolojide UR’ler rastgele dalgalanmalar değil; belirli bir spektral yoğunluğa sahip, temporal (zamansal) olarak organize olmuş düzenli döngülerdir (3,4,11). Dinamik spektral analizler, arteriyel kan basıncı ve kalp hızı parametrelerinde gün boyunca ultradiyen periyotlarda belirgin osilasyonlar göstermektedir (3,4).

Bu ultradiyen salınımların nörofizyolojik temeli tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte, merkezi otonomik düzenleyici mekanizmalar ve bunların periferik yansımalarıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Sirkadiyen sistemin temel düzenleyicisi olan suprachiasmatic çekirdek [*suprachiasmatic nucleus* (SCN)], hipotalamik ve beyin sapı düzeyindeki preotonomik nöronlar aracılığıyla periferik organların sempatik ve parasempatik çıktılarının zamansal düzenlenmesine katkıda bulunur (12,13). Bununla birlikte, ultradiyen ritimlerin sirkadiyen sistemle etkileşim içinde ortaya çıkabildiği gibi, sirkadiyen sistemden bağımsız ultradiyen osilasyonların da bulunabileceğine ilişkin deneysel bulgular bulunmaktadır (14).

Beyin sapı ve hipotalamik ağlarda yer alan dopaminerjik nöron gruplarının, sirkadiyen ritimden bağımsız olarak çalışan hücresel bir “ultradiyen osilasyon” mekanizmasına (UDO) sahip olduğu kanıtlanmıştır (3). Bu dopaminerjik osilatör, lokus seruleus ve rostral ventrolateral medulla (RVLM) gibi otonomik merkezler üzerinde periyodik uyarılar oluşturarak sempatik sinir sistemi tonusunda ritmik deşarj dalgaları (*sympathetic bursts*) yaratır (11).

Periferik düzeyde ise, merkezi otonomik düzenlemenin nöroendokrin ve vasküler yansımaları görülebilir. Plazma noradrenalin ve adrenalin düzeyleri gün içinde sirkadiyen değişkenlik gösterirken, ultradiyen dalgalanmalar

da sergileyebilir (3,5,15). Bu nöroendokrin döngüler, kardiyovasküler ve periferik vasküler yanıtların zamansal değişkenliğine katkıda bulunabilir (5,6,15). Sonuç olarak, kardiyovasküler sistem ve periferik vasküler yatak, merkezi otonomik düzenleme ile ilişkili periyodik değişimler gösterebilir (4,6,11).

Nazal Siklusun Otonomik Kontrolü ve Kardiyovasküler Ortak Yolak

Kardiyovasküler merkezleri ve sistemik vasküler yatağı modüle eden sempatik otonomik mekanizmalar, nazal mukozanın vasküler tonusunun düzenlenmesinde de rol oynar (11,16). Nazal siklus, sol ve sağ burun pasajlarının karşılıklı ve periyodik konjesyon ve dekonjesyon döngüsünü ifade eden fizyolojik bir UR'dir (9). Bu döngü, doğrudan sfenopalatin ganglion kaynaklı parasempatik ve üst servikal ganglion kaynaklı sempatik liflerinin nazal mukoza üzerindeki dinamik dengesiyle regüle edilmektedir (9,17,18):

- **Sempatik Aktivasyon Fazı:** Sempatik tonus artışı, üst servikal ganglion aracılığıyla nazal mukozadaki α 1-adrenerjik reseptörleri uyarır (16,17). Bu uyarım, mukozal venöz sinüzoidlerde güçlü bir vazokonstriksiyona yol açar. Damarların büzülmesiyle birlikte mukozal ödem geriler, nazal pasajın iç kesit alanı genişler ve hava yolu açılır (dekonjesyon).
- **Parasempatik Aktivasyon Fazı:** Sempatik tonusun çekilmesi ve parasempatik aktivitenin baskın hale gelmesiyle birlikte, asetilkolin ve vazoaaktif intestinal peptid aracılı bir vazodilatasyon gerçekleşir (17). Venöz sinüzoidlerin kanla dolması sonucu mukoza şişer. Bu döngü iki pasaj arasında karşılıklı ve periyodik şekilde yer değiştirir (19).

Burundaki kritik nörokardiyolojik ortak yolak, üst servikal ganglion ve beyin sapı düzeyindeki sempatik çıktılarının, kalbe giden postganglionik sempatik liflerle ortak santral otonomik ağlarla ilişkili olmasıdır (11,16). Dolayısıyla, damar direncini ve kardiyovasküler yanıtları etkileyen genel sempatik UR, burun döngüsünün karşılıklı, periyodik vazomotor hareketleri ile potansiyel olarak izlenebilir bir paralellik sunabileceğini düşündürmektedir (4,11). Söz konusu bu fizyolojik paralellik doğrultusunda, nazal geometrideki değişimlerin sistemik otonomik regülasyon takibinde tamamlayıcı bir model olarak araştırılması yenilikçi bir çerçeve sunmaktadır.

METODOLOJİK PERSPEKTİF: AKUSTİK RİNOMETRİNİN FİZİKSEL PRENSİBİ VE PERİFERİK OTONOMİK GÖSTERGE DEĞERİ

AR, akustik yansıma tekniklerini kullanarak nazal kavitenin geometrik yapısını, kesit alanlarını ve hacmini sayısal verilere dönüştüren non-invaziv bir ölçüm ve değerlendirme yöntemidir (20). Cihaz, burun deliklerine yerleştirilen bir adaptör vasıtasıyla nazal pasaja akustik sinyaller gönderir. Bu ses dalgaları burun

boşluğu boyunca ilerlerken, nazal kavitenin kesit alanındaki değişimlere bağlı olarak geri yansır. Cihazın mikrofonu tarafından kaydedilen bu geri yansıyan ses dalgalarının zamansal gecikmesi ve genlik (amplitüd) değişimleri, karmaşık matematiksel algoritmalarla işlenerek mesafeye bağlı bir "alan-mesafe fonksiyon eğrisi" (*area-distance curve*) grafiğine dönüştürülmektedir (21).

AR ölçümlerinde klinik ve fizyolojik açıdan en kritik iki parametre elde edilir (20):

1. **Minimum Kesit Alanı [Minimal Cross-sectional Area (MCA)]:** Genellikle burun girişinden sonraki en dar iki kritik bölgeyi (MCA1 ve MCA2) santimetrekare (cm^2) cinsinden verir.
2. **Nazal Hacim (V):** Belirli bir nazal segment boyunca ölçülen kesit alanlarının entegrasyonu ile hesaplanan hacmi santimetreküp (cm^3) cinsinden verir.

Geometrik Ölçümden Otonomik Göstergeye Geçiş Mekanizması

AR doğrudan kalbin elektriksel dalgalarını, kardiyak debiyi veya sistemik arteriyel kan basıncı değerlerini ölçmez; cihazın temel ölçüm parametresi nazal kavite geometrisini yansıtan kesit alanı ve hacim değerleridir (20,21). Ancak burun boşluğunun kemik ve kıkırdak sınırları dakikalar içinde değişmeyeceğinden, AR grafiğindeki ölçüm sırasındaki anlık değişimlerin arkasındaki başlıca dinamik mekanizma, mukozadaki kavernoöz dokuların ve kılcıl damar yataklarının kanla dolup şişmesi (konjesyon) ya da boşalarak büzülmesidir (dekonjesyon) (16,17).

Nazal mukozada yer alan bu venöz sinüzoidler ve mikrosirkülatuvar ağ, OSS'nin kontrolü altındadır (17). Merkezi otonomik ağdan çıkan ve üst servikal ganglion üzerinden burun içine ulaşan sempatik lifler, burun mukozasındaki α -adrenerjik reseptörleri uyarır (16). Sistemik bir sempatik deşarj (akut stres, fiziksel efor veya endojen katekolamin salınımı) meydana geldiğinde, bu adrenerjik reseptörler aracılığıyla güçlü bir lokal vazokonstriksiyon tetiklenir (16,22). Damarlar büzülüp nazal mukozada dekonjesyon geliştiğinde, AR ölçümündeki MCA ve V değerleri artar (20). Sempatik tonus azaldığında ve parasempatik etkinin göreceli olarak artmasıyla nazal vasküler konjesyon artar, mukoza kanla dolarak şişer ve MCA ile V değerleri azalır (17,20).

AR, kardiyovasküler sistem için direkt bir değerlendirme yöntemi değildir. Ancak bu yöntem, her iki burun deliğinde ayrı ayrı gerçekleştirilen anlık MCA ve V ölçümleri üzerinden, o an hangi tarafta otonomik düzenlemeyle ilişkili vasküler açıklık veya mukozal tıkanıklık geliştiğini non-invaziv, pratik ve objektif olarak ortaya koyar. Dolayısıyla bu dinamik analiz, AR'nin kardiyovasküler araştırmalarda yenilikçi ve dolaylı bir tamamlayıcı model olabileceğini düşündürmektedir (4,9,11).

Metodolojik Standardizasyon ve Anatomik Varyasyonların Dışlanması

Otonomik regülasyonun kronobiyojik takibinde, sistemlerin kendilerine has kronometrik ritim farklılıkları göz önünde bulundurulmalıdır. Kardiyovasküler sistemdeki yüksek frekanslı ultradiyen salınımlar ve katekolamin deşarjları genellikle 20 ila 120 dakika arasında değişen daha dar dalgalanma periyotlarına sahipken (4), nazal mukozanın vazomotor döngüsü daha geniş bir zamansal değişkenlik sergileyebilmektedir (9). Bu dinamik periyot farkları nedeniyle, santral otonomik çıktılarının kalp ve burun pasajları üzerindeki kronobiyojik yansımalarında bir senkronizasyon her zaman mümkün olmayabilir. Dolayısıyla, bu derlemede önerilen translasyonel model, kesinleşmiş bir zamansal bağlantıdan ziyade, merkezi otonomik ağların periferik periferik damar yataklardaki fizyolojik yansımalarını anlamlandırmayı hedefleyen hipotez geliştirici bir öneri olarak değerlendirilmelidir (9,11).

Bu doğrultuda AR'nin güvenilir bir periferik otonom gösterge olarak kullanılabilmesi için, yöntemin lokal anatomik faktörlerden nasıl arındırılacağı metodolojik olarak tanımlanmalıdır (20). Bireyler arasındaki septum deviasyonu, konka hipertrofisi veya kronik rinit gibi anatomik ve mukozal varyasyonların varlığı, otonomik ölçümün standardizasyonu için şu kriterleri zorunlu kılmaktadır (20,23):

- **Mutlak Değer Yerine Dinamik İndeksleme (Δ Değişimi):** AR'nin otonomik değerlendirmedeki fonksiyonu, farklı bireylerin ham hacim değerlerini birbiriyle kıyaslamak değildir. Önemli olan, bireyin kendi bazal anatomik yapısı üzerinde, sistemik sempatik uyarılara karşı mukozal vasküler yatağın sergilediği anlık adrenerejik vazokonstriksiyon yanıtının rölatif (oransal) değişim dinamikleridir (Δ MCA ve Δ V) (20,23). Sabit bir kemik veya kıvrımda eğrilik, mukozal vazomotor yanıtı ortadan kaldırmak yerine sadece başlangıçtaki bazal değere etki eder (23).
- **Dışlama (Eksklüzyon) Protokolleri:** AR ile otonom sinir sistemi odaklı yapılacak klinik çalışmalarda; ileri derece mekanik nazal obstrüksiyonu (Grade 3-4 septum deviasyonu, nazal polipöz), geçirilmiş majör nazal cerrahi öyküsü, aktif alerjik riniti veya üst solunum yolu enfeksiyonu olan olgular dışlama kriteri olarak belirlenmelidir (20,23).
- **Topikal Dekonjestan ile Kalibrasyon:** Anatomik tıkanıklık ile otonomik-vasküler varyasyonu birbirinden ayırt etmek amacıyla, ölçüm protokollerine topikal semptomimetik ajanlar (örn. ksilometazolin) ile kalibrasyon fazı eklenebilir (20). Dekonjestan sonrası elde edilen ölçüm değerleri, mukozal vasküler konjesyonun azaltıldığı bir referans durum sağlayabilir; bu nedenle dekonjestan öncesi ve sonrası ölçümler arasındaki fark, nazal mukozanın vasküler yanıtının değerlendirilmesinde kullanılabilir (20,23).

KARDİOVASKÜLER PARAMETRELER VE AR ENTEGRASYONU

Kalp Hızı Değişkenliği (HRV) ile AR Arasındaki Metodolojik Tamamlayıcılık

Yirmi dört saatlik Holter EKG kayıtlarının spektral analizlerinde kullanılan (ULF) bileşenleri, uzun süreli otonomik ve fizyolojik düzenleyici süreçlerle ilişkili değişimleri yansıtır (6). Ancak, Holter kayıtlarından elde edilen HRV sinyalleri; bireyin solunum paterninden (solunum sinüs aritmisi), konuşmasından, barorefleks geri bildirimlerinden ve hareket artefaktlarından doğrudan etkilenebilen bir yapıya sahiptir (6,8,24).

Buna karşın, AR ile yapılan ardışık ölçümler—cihazın dinamik bir hava akım hızını değil, mukozanın o anki fiziksel hacmini temel alması ve ölçüm esnasında uygulanan kısa süreli nefes tutma protokolü sayesinde, solunum kaynaklı değişkenliğin azaltılmasına olanak sağlayabilir (20). Bu bağlamda, AR, merkezi sempatik deşarjların nazal mukozal hacmi üzerindeki yansımalarını izleme imkanı sunarak; geleneksel kardiyovasküler otonomik testlerin solunum ve hareket artefaktları nedeniyle baskılandığı veya hatalı veri ürettiği durumlarda, periferik sempatik reaktivitenin dolaylı olarak değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek yenilikçi, objektif ve tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabilme potansiyeli taşımaktadır (6,8,20).

Akut Stres, Efor ve Otonomik Toparlanma

Fiziksel efor veya akut stres durumlarında tetiklenen sistemik sempatik aktivasyon, kronotropik ve inotropik artışa neden olurken (2), eş zamanlı olarak nazal mukozada yaygın bir vazokonstriksiyona (AR ölçümlerinde MCA ve V artışına) yol açar (22). Stres sonrasındaki otonomik toparlanma döneminde AR parametrelerinin (MCA ve V) bazal değerlere dönme hızı ve ardışık ölçümlerde sergilediği ritmik dalgalanmalar, bireyin kardiyovasküler adaptasyon gücü, otonomik kapasitesi ve sempatovagal dengelenme kapasitesi hakkında dolaylı ama potansiyel veriler sunabileceğini düşündürmektedir (4,6,24).

KLİNİK YANSIMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

UR'lerin ve nazal siklus senkronizasyonunun bozulması (kronobiyojik desenkronizasyon), subklinik otonomik disfonksiyonla ilişkili bir bulgu olabilir (3,4).

Aritmojenез ve Risk Stratifikasyonu

Gün içindeki ani ve periyodik sempatik deşarjların ventriküler aritmileri ve paroksizmal atriyal fibrilasyon ataklarını tetiklemede rol oynayabildiği bilinmektedir (11,25). AR ile saptanan ve UR bozukluğu ile ilişkili olabilecek anormal mukozal hacim dalgalanmaları, aritmiye eğilimli veya otonomik nöropatili (örn.

diyabetik otonom nöropati) hastaların non-invaziv risk tayininde yardımcı bir parametre olarak incelenebilir (4,11,25).

Klinik Pratik

Kardiyoloji pratiğinde OSS'yi değerlendirmek için kullanılan mevcut testler (HRV spektral analizi, tilt-table testi vb.) zaman alıcıdır veya karmaşık matematiksel modellemeler gerektirir (6-8). Buna karşın, AR, poliklinik veya test ünitelerinde dik oturma pozisyonunda kısa sürede uygulanabilir. Sistem, standart nefes tutma protokolleriyle solunum artefaktlarından arındırılabilir (20). Taşınabilir yapısıyla objektif veri üreten bu yöntem, periferik sempatik aktiviteye ilişkin dolaylı bilgi sağlamada yenilikçi nörokardiyolojik tarama aracı olma potansiyeline sahiptir.

Gelecek Çalışmalar için Önerilen Araştırma Protokolü

Bu derlemede sunulan translasyonel hipotezin geçerliliğini ve kardiyovasküler araştırmalardaki uygulanabilirliğini değerlendirmek adına, ileriye dönük çalışmalarda test edilebilecek somut bir metodolojik araştırma protokolü önerilmektedir. Buna göre; bir test odasında standardizasyonu sağlanmış katılımcılarda, aynı gün içerisinde belirli saat aralıklarıyla (örn. sabah, öğle, akşam) ardışık ölçümler planlanmalıdır. Her test seansında, AR ile sağ ve sol nazal pasajlar ayrı ayrı değerlendirilerek MCA ve V değerleri kantitatif olarak kaydedilmelidir. AR ile saptanan nazal vasküler geometrideki bu dinamik değişimlerin merkezi otonomik aktivite ile ilişkisini zamansal düzeyde incelemek için, ölçüm anında katılımcıların kalp hızı, sistemik kan basıncı ve kısa süreli HRV spektral parametreleri (LF, HF, LF/HF oranı) eş zamanlı olarak kaydedilmelidir. Bu kombine ve test edilebilir araştırma modeli, nazal mikrosirkülasyon varyasyonları ile kardiyovasküler otonom adaptasyon arasındaki korelasyonu somut verilere dönüştürme potansiyeline sahiptir (4,6,20).

SONUÇ

UR'ler, kardiyovasküler otonom adaptasyon ve sempatovagal dengelenme süreçlerinin dinamik birer göstergesidir. Ancak, kalbin elektriksel aktivitelerine dayalı mevcut otonomik testlerin solunum ve hareket artefaktları nedeniyle anlık otonomik dalgalanmaları analiz etmede metodolojik sınırlılıkları vardır. Bu kısıtlılıkların aşılması adına, merkezi otonomik ağdan kaynaklanan periyodik santral deşarjların periferik vasküler yataklardaki yansımalarının her iki burun pasajında AR ölçümleriyle değerlendirilmesi; periferik sempatik reaktivitenin izlenmesinde non-invaziv, pratik ve objektif bir dolaylı tamamlayıcı model sunabileceğini düşündürmektedir.

*Etik

Yapay Zekanın (YZ) Kullanımına İlişkin Beyan

Yazar, makalenin metin düzenleme ve dil düzeltme süreçlerinde yapay zeka (YZ) araçlarından yararlanıldığını beyan etmiştir. Yazar, YZ destekli içeriklerin doğruluğu ve bütünlüğü de dahil olmak üzere, makalenin nihai içeriğinden tamamen sorumlu olduğunu kabul etmiştir.

Dipnot

Finansal Destek: Herhangi bir kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Portaluppi F, Tiseo R, Smolensky MH, Hermida RC, Ayala DE, Fabbian F. Circadian rhythms and cardiovascular health. *Sleep Med Rev.* 2012;16(2):151-166.
2. Muller JE, Tofler GH, Stone PH. Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease. *Circulation.* 1989;79(4):733-743.
3. Shannahoff-Khalsa DS, Kennedy B, Yates FE, Ziegler MG. Ultradian rhythms of autonomic, cardiovascular, and neuroendocrine systems are related in humans. *Am J Physiol.* 1996;270(4 Pt 2):R873-R887.
4. Perez-Lloret S, García Aguirre A, Cardinali DP, Toblli JE. Disruption of ultradian and circadian rhythms of blood pressure in nondipper hypertensive patients. *Hypertension.* 2004;44(3):311-315.
5. Schöfl C, Becker C, Prank K, von zur Mühlen A, Brabant G. Twenty-four-hour rhythms of plasma catecholamines and their relation to cardiovascular parameters in healthy young men. *Eur J Endocrinol.* 1997;137(6):675-683.
6. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996;93(5):1043-1065.
7. Billman GE. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Front Physiol.* 2013;4:26.
8. Martelli D, Silvani A, McAllen RM, May CN, Ramchandra R. The low frequency power of heart rate variability is neither a measure of cardiac sympathetic tone nor of baroreflex sensitivity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2014;307(7):H1005- H1012.
9. Eccles R, Eccles KS. Asymmetry in the autonomic nervous system with reference to the nasal cycle, migraine, anisocoria and Menière's syndrome. *Rhinology.* 1981;19(3):121-125.
10. Galioto G, Mevio E, Galioto P, Fornasari G, Cisternino M, Fraietta L. Modifications of the nasal cycle in patients with hypothalamic disorders: Kallmann's syndrome. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1991;100(7):559-562.
11. Skinner JE. Neurocardiology. Brain mechanisms underlying fatal cardiac arrhythmias. *Neurol Clin.* 1993;11(2):325-351.
12. Buijs RM, la Fleur SE, Wortel J, Van Heyningen C, Zuiddam L, Mettenleiter TC, et al. The suprachiasmatic nucleus balances

- sympathetic and parasympathetic output to peripheral organs through separate preautonomic neurons. *J Comp Neurol.* 2003;464(1):36-48.
13. Kalsbeek A, Scheer FA, Perreau-Lenz S, La Fleur SE, Yi CX, Fliers E, Buijs RM. Circadian disruption and SCN control of energy metabolism. *FEBS Lett.* 2011;585(10):1412-1426.
 14. Wu YE, Enoki R, Oda Y, Huang ZL, Honma KI, Honma S. Ultradian calcium rhythms in the paraventricular nucleus and subparaventricular zone in the hypothalamus. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018;115(40):E9469-E9478.
 15. Piovesan A, Panarelli M, Terzolo M, Osella G, Matrella C, Paccotti P, et al. 24-hour profiles of blood pressure and heart rate in Cushing's syndrome: relationship between cortisol and cardiovascular rhythmicities. *Chronobiol Int.* 1990;7(3):263-265.
 16. Lacroix JS. Adrenergic and non-adrenergic mechanisms in sympathetic vascular control of the nasal mucosa. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1989;581:1-63.
 17. Sarin S, Undem B, Sanico A, Togias A. The role of the nervous system in rhinitis. *J Allergy Clin Immunol.* 2006;118(5):999-1014.
 18. Dua A, Gillespie E. Sphenopalatine ganglion block. [Updated 2026 Jul 5]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026.
 19. Eccles R. A role for the nasal cycle in respiratory defence. *Eur Respir J.* 1996;9(2):371-376.
 20. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical specifications and standard operating procedures. *Rhinol Suppl.* 2000;16:3-17. Erratum in: *Rhinol* 2001;39(2):119.
 21. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol.* 1989;66(1):295-303.
 22. Lacroix JS, Correia F, Fathi M, Grauzmann E. Post exercise nasal vasoconstriction and hyporeactivity: possible involvement of neuropeptide Y. *Acta Otolaryngol.* 1997;117(4):609-613.
 23. Grymer LF, Pedersen OF, Hilberg O, Elbrønd O. Acoustic rhinometry: evaluation of the nasal cavity with septal deviations, before and after septoplasty. *Laryngoscope.* 1989;99(11):1180-1187.
 24. Michael S, Graham KS, Davis GM. Cardiac Autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals-a review. *Front Physiol.* 2017;8:301.
 25. Herring N, Kalla M, Paterson DJ. The autonomic nervous system and cardiac arrhythmias: current concepts and emerging therapies. *Nat Rev Cardiol.* 2019;16(12):707-726.