

5. Taşınabilir Kayıt Sistemlerinin Uykuda Solunum Bozuklukları Tanısındaki Yeri

Doç. Dr. Sertaç ARSLAN

Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Erol Olçok Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Çorum

ÖZET

Obstrüktif uyku apnesi (OSA), arteriyel hipertansiyon, koroner arter hastalığı, serebrovasküler hastalık ve trafik kazaları gibi komplikasyonlarla ilişkili oldukça yaygın bir hastalıktır. Tedavi edilmemiş OSA hastaları, uygun şekilde tedavi edilenlere göre daha fazla mali ve sağlık bakımı kaynağı tüketir ve daha yüksek ölüm oranına sahiptir. OSA için ayrılan kaynaklar, bazı ülkelerde böylesine yaygın bir hastalık için yetersizdir. Bu, önemli bir halk sağlığı sorununa ve ayakta tedaviye dayalı alternatif stratejiler arayışına yol açmıştır. Teşhis sürecinde taşınabilir yöntemler gündeme gelmiştir. Tedavi modalitelerinin ayakta takibi, bakım sürecini iyileştirmek ve geleneksel yaklaşıma kıyasla maliyetleri düşürmek için verimlilikten ödün vermeden değerlendirilen uygulamalar arasında sayılabilir. Yazımızda, portable sistemlerin OSA tanısı ve takipteki yeri değerlendirilecektir.

GİRİŞ

Obstrüktif uyku apnesi (OSA), uyku sırasında üst solunum yolu tıkanıklığına bağlı olarak tekrarlayan apne atakları veya azalmış inspiratuar hava akışı ile karakterize bir hastalıktır⁽¹⁾.

OSA teşhisi için sağlık bakım planları, sigorta geri ödemeleri ve sağlık bakım sisteminin yapısı, aktif çözüm arayışlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tanı sürecini iyileştirmek ve aynı zamanda maliyetleri düşürmek için portatif ekipmanla evde gerçekleştirilen tanı çalışmaları, geleneksel hastane PSG'sine alternatif olarak önerilmiştir⁽²⁾. OSA olan seçilmiş hastalarda, evde uyku apnesi testi (Home Sleep Apnea Test) (HSAT; aynı zamanda merkez dışı uyku testi veya portable izlem olarak da adlandırılabilir), hem OSA tanısı hem de tedavi yanıtını değerlendirmede tüm gece, evde ya da uyku laboratuvarında, teknisyen gözleminde ya da hasta kendi başına iken gerçekleştirilen uygulamalarla polisomnografiye alternatif olarak düşünülmektedir⁽²⁾.

Yazımızda, OSA tanısında klinikte gerçekleştirilen polisomnografi dışı yöntemlere değinilecek; esas olarak

uzaktan uyku testi uygulamalarından bahsedilecektir.

Evde tanı stratejilerinin erken örnekleri arasında OSA için yüksek riski belirlemeyi amaçlayan anketler sayılabilir. En çok araştırılan klinik anket Berlin Anketi'dir. Birinci basamakta uyku apnesi olma ihtimali olan hastaların belirlenmesinde, yüksek risk grubunda AHI'nin 5'ten büyük olduğu hastaları saptamada duyarlılık ve özgüllüğü sırasıyla 0.86 ve 0.77 saptanmıştır⁽³⁾. Klinik anketlerin doğruluğuna ilişkin mevcut kanıtlar, umut verici ancak tutarsız sonuçlarla ilişkilidir⁽⁴⁾.

HSAT'ın avantajları arasında rahat kullanımı (hastanın evinde veya bir hastane odasında gerçekleştirilebilir) ve maliyetleri düşürme potansiyeli bulunmaktadır, çünkü HSAT cihazlarının çoğu tam polisomnografi sistemlerinden daha ucuzdur ve bir teknisyenin katılımı gerekli değildir. Ayrıca, hastanın laboratuvar ortamında bir gece yerine, kendi evinin rahatlığında birkaç gece uyku üzerinden uyku verileri elde edilebilir. HSAT'ın temel dezavantajı, özellikle tip 3 ve 4 cihazlar için, PSG'ye göre daha az fizyolojik değişkenin ölçülmesi ve buna bağlı olarak sonuçların yanlış yorumlanmasına yol açabilme potansiyelidir⁽²⁾.

EVDE UYKU APNE TESTİNDE KULLANILAN CİHAZLAR

Temelde uyku hastalıkları tanısında kullanılmak üzere dört tip uyku izleme cihaz tipi tanımlanmıştır^(2,5).

Tip 1 Cihazlar

Tip 1, evde gerçekleştirilemeyen, laboratuarda yapılan polisomnografidir. Tip 2, 3 ve 4 cihazlar taşınabilir aygıtlardır⁽²⁾. HSAT cihazların klasik polisomnografiye göre bazı avantajları ve dezavantajları mevcuttur.

Tip 2 Cihazlar

Tip 2 cihazlar (gözetimsiz polisomnografi) nadiren kullanılır. Tip 1 cihazlarla aynı değişkenleri kaydedebilirler. Elektrotlar uyku laboratuvarında yerleştirilir ve hasta onlarla birlikte eve gönderilir ancak bazen kurulum evde gerçekleştirilir. Bununla birlikte, kayıt sırasında bir teknisyen bulunmaz ve veriler elektrotların çıkmasından dolayı sıklıkla kaybedilir ve bu nedenle yetersiz çalışma ile sonuçlanabilir⁽⁶⁾. Ek olarak, PSG ile karşılaştırıldığında çok daha uygun veya daha az maliyetli değerlerdir.

Evde uygulanan polisomnografide ana amaç hastaların uyku laboratuvarlarına gittiklerinde sıklıkla yaşadıkları ilk gece etkisinden kaçınmaktır.

Bruyneel ve arkadaşları bir hastanedeki PSG sonuçlarını ve aynı kanalları kaydederek hastanın evinde bir dizüstü bilgisayarla üretilen PSG sonuçlarını karşılaştırmıştır. Çalışmaların çoğunun evde daha verimsiz olduğu kanıtlanmış olsa da (başarısız olma olasılığı en yüksek olan sinyaller: solunum efor bandı, ses, burun basıncı ve oksimetri), anlamlı farklılık saptanmamıştır. Aksine uyku kalitesi, uyku etkinliği, uyku latansı ve toplam uyku süresinde düzelme ve maliyetlerde yaklaşık %75'lik bir azalma saptanmıştır. Yüksek OSA şüphesi olan hastalarda evde PSG'nin uygun ve güvenilir bir alternatif olduğu sonucuna varmışlardır⁽⁷⁾. Benzer başka çalışmalarda, özellikle hasta memnuniyeti açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir, bu nedenle evde PSG seçeneği ileri çalışmalara muhtaçtır⁽⁸⁾.

Tip 3 Cihazlar

Tip 3 cihazlar (taşınabilir HSAT cihazları), iki solunum değişkeni (örneğin; solunum çabası ve hava akışı), bir kardiyak değişken (örneğin; kalp atış hızı veya bir elektrokardiyogram) ve nabız yoluyla arteriyel oksihemoglobin saturasyonu dahil olmak üzere tipik olarak dört ile yedi fizyolojik değişkeni ölçer. Bazı cihazlarda horlamayı algılayan, vücut pozisyonunu belirleyen

veya hareketi algılayan ek sinyaller bulunur. Tip 3 cihazlarda, çalışmaya genellikle elektroensefalografi dahil edilmemiştir, bu nedenle uyku değişkenleri (örneğin; uyku evreleri, uyku sürekliliği) tipik olarak bir tip 3 cihazla ölçülmez. Bununla birlikte, bazı yeni cihazlar uykuyu tahmin etmek için, hareketi algılayan ve uykuyu uyanık durumlardan ayırmaya yardımcı olan aktigrafi monitörleri gibi yöntemleri kullanırlar. Bu tip cihazlar, hava akışı, solunum çabası ve oksijen saturasyonunu kaydeden, solunum olaylarını ve tanı için gerekli desaturasyon epizotlarını tanımlayan evde solunum poligrafisini (HRP)'de içerir⁽⁹⁾.

Kayıt sırasında genellikle bir teknisyen bulunmaz ve sinyallerin gerçek zamanlı görselleştirilmesi genellikle mevcut değildir.

Bu cihazlarda, solunum çabası bir göğüs duvarı empedans monitörü tarafından algılanır, hava akışı burun ve ağızda ısıya duyarlı bir termistör tarafından algılanır (ya da nazal transduser) ve oksihemoglobin saturasyonu bir nabız oksimetresi ile ölçülür. Kalp hızı, pulseoksimetre sinyalinden türetilir. Bu değişkenlerin ölçümü, arousalları yeterince tespit edemelerine rağmen, çoğu apne ve hipopneyi saptamak için genellikle yeterlidir.

Bazı cihazlar periferik arteriyel tonometri (PAT), oksimetri, kalp atış hızı, horlama, aktigrafi ve vücut pozisyonu değişkenlerini ölçebilmektedir. Bu cihazlarda periferik arter tonusuna dayalı solunum olaylarını algılamak için otomatik bir algoritma kullanılır⁽¹⁰⁻¹²⁾. PAT sinyali kullanılarak uykuda düzensiz solunum olaylarının hesaplanmasında kullanılan doğrulanmış algoritmaya karşılık gelen bir apne hipopne indeksi (pAHI) ve solunum bozukluğu indeksi (Respiratory Disturbance Index) (pRDI) sağlar. PAT, solunum olayının sona ermesinde kalp atım hızındaki artış ve oksijen saturasyonundaki azalma ile birlikte artan sempatik aktivitenin saptanmasıyla solunum olaylarının dolaylı bir göstergesini saptamaya çalışır. Bu yöntemle ilgili bazı validasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir⁽¹²⁻¹⁴⁾. Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi (American Academy of Sleep Medicine) (AASM)'ye göre PAT kullanan cihazlar da Tip 3 cihazlar arasında sayılmaktadır.

Çeşitli çalışmalar OSA tanısında HRP'yi değerlendirmiştir, ancak bunlar arasında tasarım, metodoloji, solunum olaylarının tanımları, tanı için sınır noktaları ve kullanılan cihaz türleri açısından büyük değişiklik vardır⁽¹⁵⁻²⁷⁾. Bu çalışmalardan bazıları olumlu sonuçlar ortaya koymuştur, ancak az sayıda randomize çalışma mevcuttur.

Masa ve arkadaşları HRP'nin tanıma etkinliği ile hastane PSG'si karşılaştırmasında OSA şüphesi olan 366 hastanın sonuçlarını ve maliyet analizini değerlendirmiştir. Bu çalışmada bir HRP ve bir hastane PSG'si ve eşzamanlı RP'yi içeren protokolü toplam 348 hasta tamamlamıştır. AHI < 5 olay/saat kestirim noktası ile duyarlılık %96 ve özgüllük %57, negatif likelihood ratio 0,07 saptanmıştır. Kestirim noktası > 10 olay/saat ile, duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla %87 ve %86 saptanmış olup pozitif likelihood ratio 6.25 saptanmıştır. Bu çalışmanın aldığı temel eleştiri, hastaların halihazırda önceden taranmış olması ve klinik olarak OSA'dan şüphelenilen hastalar olması nedeniyle sonuçların genel bir popülasyon çalışması değil, yalnızca klinik olarak hastalığa sahip olduğundan şüphelenilen hastalar için geçerli olduğunu gösterdiği şeklindedir. Ekonomik değerlendirmede, HRP, hastanedeki PSG'den yaklaşık %50 daha ucuz bulunmuştur. Bu nedenle yazarlar, HRP'nin OSA tanısı için geçerli ve etkili bir tanı testi olduğunu iddia etmektedirler⁽²⁷⁾.

Tip 4 Cihazlar

AASM tip 4 cihazları, bir veya iki değişkeni (örneğin; arteriyel oksihemoglobin saturasyonu ve hava akışı) kaydeden ve teknisyen olmadan kullanılabilen cihazlar olarak tanımlamıştır.

Bir veya iki değişkeni kaydeden tip 4 cihazlar sınırlı bilgi sağlar. Pulse oksimetre ve hava akışı, en yaygın olarak ölçülen fizyolojik değişkenlerdir. En yaygın olarak çalışılan, çift dalga boylu spektrofotometreler aracılığıyla oksihemoglobin saturasyonunu ölçen ve arteriyel nabzın izlenmesini sağlayan pulse oksimetrelerdir. Solunum olayları, gece saturasyon eğrisi üzerindeki etkileriyle dolaylı olarak tanımlanır. Çoğunlukla desaturasyon eğrisinin analizi, ölçülen desaturasyonun geçerliliğini gösteren aynı sensörden türetilen bir sinyal olan parmak pletismografi eğrisinin eşzamanlı analizi olmaksızın gerçekleştirilir. Pletismografi eğrisinin eşzamanlı ölçümünün olmaması, hareketle ilişkili artefaktlara bağlı saturasyon düşüşlerini göz ardı etme riskini ortaya çıkarır. Sonuç, genellikle saturasyonda %4'lük bir düşüş olarak kabul edilen desaturasyon epizotlarıyla ifade edilir. Solunum tutulumunu hesaplamak için çeşitli indeksler araştırılmıştır⁽²⁸⁾.

Sonuç olarak, türetilen bilgiler tipik olarak apne sıklığını, hipopne sıklığını, başlangıçtaki oksihemoglobin saturasyonunu (SpO_2), ortalama SpO_2 , oksihemoglobin desaturasyonunun sıklığını, oksihemoglobin desaturasyonunun süresini, oksihemoglobin desatüras-

yonunun derecesini ve SpO_2 'nin en düşük değerlerini içerir. Pulse oksimetre tip 4 cihaz olarak kabul edilir, ancak tek başına veya uyku apnesi testi için başka bir değişkenle birlikte kullanıldığında yeterli değildir.

Genel olarak bu teknolojinin OSA tanısında kanıt düzeyi düşüktür⁽²⁹⁾. Bunun sebepleri arasında özellikle genç hastalarda yanlış negatiflerin varlığı ve komorbiditeleri olan hastalarda yanlış pozitifler sayılabilir.

Diğer tek kanallı cihazlar, sadece burun veya ağza yerleştirilen sıcaklık veya basınç sensörlerinde meydana gelen değişikliklerle hava akışını tahmin eden cihazlardır.

Bu konuda sonuçlar umut verici olsa da çalışmalar nispeten azdır. Bu nedenle, tanı için hala önerilmemektedirler. Bu cihazlardan, daha eksiksiz tanısal testlere öncelik vermek için hızlı taramada yararlanabilir⁽²⁾.

EVDE UYKU APNE TESTLERİNİN (HSAT) ETKİNLİĞİ

Portable Sistemler Ne Zaman, Hangi Hastalarda ve Nasıl Kullanılmalı?

Sağlık tesisinde gerçekleştirilen polisomnografi (PSG), Obstrüktif Uyku Apne (OSA) tanısı için tarihsel standarttır. Ancak uygun hastalarda OSA tanısı için evde uyku apne testleri (HSAT) kullanılabilir. PSG ve HSAT'ler aynı solunum ekipmanını, pulse oksimetre ekipmanını, hareket ve konum sensörlerini kullanır^(2,30). Her iki yöntemden elde edilen veriler aynı şekilde analiz edilir.

Pek çok çalışmada, çok kanallı HSAT'ler ile PSG'lerin sonuçları arasında korelasyon olduğu gösterilmiştir. Bu konuda çalışılmış pek çok sistem mevcuttur^(15,18-21,24,26,31-47).

Eğer hasta, yaş veya bilişsel bozukluk nedeniyle evde uyku testi talimatlarına uyamıyorsa, klinikte ya da evde teknisyen katılımlı bir uyku çalışması gereklidir.

Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (American Academy of Sleep Medicine) (AASM), 2007'de yayınlanan klinik kılavuzlarını geliştirmek için gözetimsiz uyku izleme cihazları hakkındaki literatürü değerlendirdi⁽²⁾. Konunun tarihsel gelişimini daha iyi anlamak adına o dönemde yayınlanan rehberlere göz atarsak; bu rehberde aşağıdaki maddelerin vurgulanmış olduğunu görürüz:

- İmmobil, kritik hastalık ya da güvenlik gerekliliğiyle laboratuarda PSG'nin mümkün olmadığı hastalarda OSA tanısı için portable izlem (PM) endike olabilir. PM ayrıca oral cihazlar, kilo kaybı ve üst hava yolu cerrahisi dahil olmak üzere uyku apne-

sinin CPAP dışı tedavilerinde etkinliği izlemek için de endike olabilir.

- PM, santral uyku apnesi, periyodik ekstremite hareketleri, insomni, parasomniler, sirkadiyen ritim bozuklukları veya narkolepsi gibi komorbid uyku bozuklukları olan hastaların tanısal değerlendirilmesi için uygun değildir.
- PM'nin doğruluğunu bozabilecek önemli komorbid tıbbi durumları olan hastalarda OSA tanısı için PM uygun değildir. Bu durumlar arasında şiddetli pulmoner hastalıklar⁽⁵⁾, nöromusküler hastalıklar veya konjestif kalp yetmezliği sayılabilir. Kapsamlı bir uyku değerlendirmesi yapılamayan durumlarda PM endike değildir.
- PM asemptomatik hastaların genel taraması için uygun değildir.
- PM en azından hava akımı, solunum çabası ve kan oksijenasyonunu kaydetmelidir.
- PM cihazı, kalifiye bir uyku teknolojisi uzmanı tarafından manuel puanlama veya otomatik puanlamayı düzenleme özelliği ile ham verilerin görüntülenmesine izin vermelidir.
- Sertifika sahibi bir uyku uzmanı veya uyku tıbbi sertifika incelemesi için uygunluk kriterlerini karşılayan bir teknisyen, mevcut yayınlanmış AASM standartlarıyla tutarlı puanlama kriterlerini kullanarak PM'den gelen ham verileri gözden geçirmelidir.
- Gözetimsiz PM çalışmalarında yanlış negatif oranlar %17'ye kadar çıkabilir. PM testi teknik olarak yetersizse veya beklenen sonucu vermiyorsa, uyku laboratuvarında polisomnografi yapılmalıdır.
- AASM, evde uyku testi için tip IV cihazları desteklemez.

AASM durum bildirgesini zaman içinde güncelledi; ve bir evde uyku apne testinin uygun klinik kullanımı yeniden tanımlandı. Buna göre⁽⁴⁸⁾;

- HSAT, seçilmiş yetişkinlerde OSA tanısı için bir doktor tarafından istenebilecek tıbbi bir değerlendirmedir.
- Yetişkinlerde OSA'nın doğru şekilde teşhis edilmesi ve tedavi edilmesi sağlık açısından hayati önem taşır. Tedavi edilmediğinde OSA, hipertansiyon, kalp yetmezliği, tip 2 diyabet ve felç gibi ciddi sağlık komplikasyonları riskini artırabilen potansiyel olarak ölümcül bir hastalıktır.
- Evde uyku apne testi, kapsamlı bir uyku değerlendir-

dirmesinin yalnızca bir bileşenidir ve sertifikalı bir uyku tıbbi doktorunun cihazdan gelen ham verilerin incelenmesi ve yorumlanmasıyla ilgilenmesi önemlidir.

- OSA ve birincil horlama gibi tıbbi durumları yalnızca bir doktor teşhis edebilir.
- HSAT endikasyonu ve uygunluğu, hastanın tıbbi geçmişi göz önünde bulundurularak, bir doktor tarafından gerçekleştirilen yüz yüze muayeneye (ya da yüz yüze telemedicine değerlendirmesi) dayanmalıdır.
- HSAT, OSA'yı teşhis etmek veya tedavi etkinliğini değerlendirmek için bir doktor tarafından istenmesi gereken tıbbi bir değerlendirmedir.
- Asemptomatik popülasyonların genel taraması için evde uyku apnesi testi kullanılmamalıdır.
- Teşhis, tedavi etkinliğinin değerlendirilmesi ve tedavi kararları, yalnızca otomatik olarak puanlanan HSAT verilerine dayanmamalıdır; bu, hasta sağlığını ve güvenliğini tehlikeye atacak şekilde optimalin altında bir bakıma yol açabilir

UYGUN EV TESTİNİN SEÇİMİ

Türkiye'de ev çalışmaları ile yapılan değerlendirmeler henüz sosyal güvenlik kurumu geri ödemesi kapsamında değildir. COVID-19 pandemisi ile tekrar ve daha güçlü şekilde gündeme gelen tele-tıp uygulamaları, uzaktan uygulanan uyku testlerinin (HSAT vb.) kullanımının yeniden gözden geçirilmesini sağlayabilir.

Yukarıda değinildiği gibi, evde uyku testi için pek çok cihaz sistemi mevcuttur. Her cihaz, farklı değişkenleri ölçen ve solunum olaylarının tespiti ve tanımlanması için farklı algoritmalara sahip farklı tescilli ekipmana sahiptir. Klinisyen, kullanılan cihazın sınırlılıklarını anlayabilmeli ve gerekirse alternatif bir cihaz veya laboratuvar içi test seçebilmeli, bunun için de belirli cihazlar tarafından hangi değişkenlerin ölçüldüğünü bilmelidir. Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (AASM), "yeterli" bir cihazı, en azından aşağıdaki sensörleri içeren bir cihaz olarak kabul eder^(49,50):

- Nazal basınç ölçer
- Göğüs ve abdominal solunum endüktansı pletismografi
- Oksimetri

Alternatif olarak, oksimetri ve aktigrafi (hareketi tespit eder) ile periferik arteriyel tonometri (PAT) kullanılan cihazlar AASM gereksinimlerini karşılar.

Temelde, klinisyen PSG'ye göre doğrulanmış HSAT cihazlarını seçmeli, bir oksijen satürasyon sensörü kullanmalı ve solunum olaylarını minimum bir hava akışı ve efor sensörü veya PAT veya başka bir onaylanmış solunum bozukluğu (respiratory disturbance) ölçümü ile kaydetmelidir. Daha yeni cihazlar piyasaya çıktıkça, bu minimum parametrelerin cihaz tarafından karşılanıp karşılanmadığı değerlendirilmelidir.

Amerikan sağlık sigorta sistemi yönergeleri, hangi tip HSAT cihazının kullanılması gerektiği konusunda herhangi bir özel tavsiyede bulunmaz; ancak, pozitif hava yolu basıncı (PAP) tedavisi reçeteleri, eğer OSA teşhisi tip 1, 2, 3 cihaz veya PAT teknolojisini kullanan Tip 4 cihaz kullanılarak konulmuşsa sigorta tarafından karşılanmaktadır, aksi halde ödenmemektedir⁽⁵¹⁾.

Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi, yukarıda da bahsedildiği üzere, HSAT kullanımında klinisyenlere rehberlik etmek için klinik uygulama kılavuzları yayınlamıştır^(2,29,50).

En yaygın endikasyonlar, OSA şüphesi olan hastaların tanısal değerlendirmesini ve OSA tedavilerinin takip değerlendirmesini içerir (örneğin; pozitif hava yolu basıncı (PAP) tedavisi, oral cihaz, cerrahi).

Tanıda Kullanım

Birçok HSAT cihazı, tipik olarak aynı hastayı uyku laboratuvarında her iki modalite ile test ederek standart PSG'e karşı doğrulanmıştır^(9,16,34,52-53).

Komorbid hastalıklar veya diğer şüpheli uyku bozuklukları olmadığı durumlarda, klinik olarak komplike olmayan orta ve şiddetli OSA riski altında olduğu düşünülen popülasyonlarda, duyarlılık ve özgüllüğün yüksek olduğunu gösteren yayınlar mevcuttur^(2,54,55).

Yeniden Değerlendirmede Kullanım

HSAT, PAP tedavisinin yeterliliğini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu kullanımda, HSAT cihazının PAP cihazıyla arayüz oluşturması veya PAP cihazından bağımsız olarak çalışması ve tedavi modundan bağımsız olarak tedavinin ayarlanmasına rehberlik etmesi amaçlanır (pozitif basınçlı ventilasyon, cerrahi veya oral cihaz). HSAT ayrıca kilo kaybı veya kilo alımından sonra OSA'lı bir hastayı yeniden değerlendirmek ve tedaviye rağmen devam eden gündüz uykululuk hali olan hastaları değerlendirmek için de kullanılabilir.

EVDE UYKU TESTLERİNİN KISITLILIKLARI

HSAT'ın temel dezavantajı, özellikle tip 3 ve 4 cihazlar için, laboratuvarda yapılan polisomnografiye göre

daha az fizyolojik değişkenin ölçülmesidir, bu da sonuçların yanlış yorumlanmasına yol açabilir. Tip 2 cihazlar PSG'ye benzer değişkenleri ölçse de, nadiren kullanılırlar, evde yapılan testler için zahmetlidirler ve sensörler test sırasında ayrıldığında ya da veri kaydında bir defekt olduğunda (ki bu durumlar nadir görülen sorunlar değildir), bağlantıları kontrol edecek ya da sorunları giderecek bir teknisyene sahip değildir.

Önemli sınırlamalar tipik olarak aşağıdakileri içerir:

Tip 3 ve tip 4 cihazlar genellikle apne hipopne indeksini (AHI) olduğundan az tahmin ederek yanlış negatif sonuç olasılığını artırır. AHI, polisomnografi sırasında apne ve hipopne sayısını toplam uyku süresine bölerek hesaplanırken, HSAT kayıtlarında apne ve hipopne sayısı toplam kayıt süresine bölünerek "respiratuar olay indeksi" Respiratory Event Index (REI) hesaplanır. Sonuç olarak, HSAT'tan türetilen REI genellikle PSG tarafından türetilen bir AHI'den daha düşüktür ve bu nedenle uyku ile ilgili olayların ciddiyetini olduğundan düşük tahmin eder. Bu nedenle, OSA için şüphe devam ederse ve bir HSAT çalışması negatifse, laboratuvar içi PSG kararı biraz daha kolay verilmelidir. Retrospektif bir çalışmada, daha sonra PSG yapılan negatif HSAT'lı hastaların yüzde 24'ünde OSA saptanmış ve pozitif OSA hastalarının 50 yaşın üzerinde olma eğiliminde olduğu gösterilmiştir⁽⁵³⁾. HSAT'ta kayıttan kaçan olayların çoğu arousaldır⁽⁵⁶⁾.

Tip 3 ve 4 cihazlar, EEG içermedikleri için tipik olarak uykudan kaynaklanan uyarılmaları algılayamazlar. Sonuç olarak, uykuda solunum bozuklukları ile ilişkili arousallar tespit edilememiş olur. Arousalların tespit edilememesi, solunum bozukluğu indeksinin Respiratory Disturbance Index (RDI) olduğundan az tahmin edilmesine ve arousalların baskın olduğu OSA vakalarının eksik tanınmasına yol açabilir.

Tip 3 ve 4 HSAT'ların çoğunda EEG kaydı bulunmadığından, nokturnal nöbetler tespit edilemez. Benzer şekilde, elektrokardiyografi kaydı yapılmayan cihazlarla, nokturnal aritmiler tespit edilemez.

Bazı tip 3 ve tip 4 cihazlar pozisyonu kaydetmez, bu nedenle hastanın sırtüstü veya lateral dekübit pozisyonunda yattığını tespit edemeyebilir. Bu nedenle, supin pozisyon bağımlı (veya kötüleşen) OSA tespit edilemeyebilir.

Çoğu tip 3 ve tip 4 cihazı, EEG izlemi içermediğinden hızlı göz hareketi Rapid Eye Movement (REM) uykusunu non-REM (NREM) uykudan ayırt edemez. Sonuç olarak, çalışmayı değerlendiren klinisyen, çalışma sırasında REM uykusundan emin olamaz. Bu

önemli bir sınırlamadır çünkü bazı patolojiler en çok REM uykusu sırasında görülür ve REM bağımlı OSA tespit edilmesi mümkün olmaz.

Tip 3 ve 4 HSAT cihazları, solunum çabası ölçülmediğinden obstrüktif ve santral solunum olayları ayrımı yapamaz. HSAT'lar ile santral uyku apnesi teşhisi hakkında doğrulama çalışması yoktur. Santral apneler, hipopneler veya hipoventilasyon riski taşıyan hastalar bu tür cihazlarla test edilmemelidir.

Farklı üreticiler, solunum olaylarını tanımlamak için farklı sensörler ve farklı algoritmalar kullanır. Puanlama algoritmaları genellikle patentlidir ve birçok üretici algoritma bileşenlerinin testi isteyen klinisyen tarafından görüntülenmesine veya değiştirilmesine izin vermez. Manuel skorlamanın veya otomatik skorlamanın manuel düzenlemesinin, tek başına otomatik skorlamaya kıyasla tanısıl doğruluğu artırdığını gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur^(19,22,57-60).

Klinik rehberler, manuel skorlamayı veya otomatik skorlamanın manuel olarak düzenlenmesini önermektedir^(2,50,61).

HSAT cihazlarının başarısızlık oranı %3'ten %33'e kadar değişkenlik göstermektedir⁽⁶²⁾. Başarısızlık genellikle veri kaybından kaynaklanır. Cihazın kurulumu sırasında ortaya çıkabilecek teknik arızalar, hastaları klinik ortamında (veya açık yazılı veya videoya kaydedilmiş talimatlarla) cihazın nasıl uygulanacağı konusunda yeterince eğiterek, uygulaması basit bir cihaz kullanarak ve hastaya gerekirse belirlenmiş bir görevliyi arama imkanı vererek azaltılabilir. AASM kılavuzları, tek bir HSAT negatif ise, sonuçsuz kalmışsa ya da teknik olarak yetersizse, uyku laboratuvarında gerçekleştirilecek polisomnografi yapılmasını önermektedir⁽⁵⁰⁾.

TEKNİK ÖZELLİKLER VE DEĞERLENDİRME

Teknik özellikler aşağıdaki başlıkları kapsamalıdır⁽⁶³⁾:

- Şüpheli OSA'nın tanısıl değerlendirmesi için HSAT, yalnızca kapsamlı bir uyku değerlendirmesi ile bağlantılı olarak, akredite bir uyku merkezinde, sertifikalı bir uyku tıbbi doktorunun gözetimi altında ve tercihen bir uyku tıbbi uzmanı tarafından yapılmalıdır.
- Deneyimli bir uyku teknisyeni HSAT sensörlerini bağlamalı veya hastayı (yazılı veya videoya kaydedilmiş materyal aracılığıyla) sensörlerin doğru uygulaması hakkında doğrudan eğitmelidir. Ek olarak, kayıtların kalitesini izlemek için bir metodoloji bulunmalıdır.

- İdeal olarak, HSAT cihazları, verilerin kalitesinin değerlendirilmesine izin vermek için klinisyen tarafından incelenmek üzere ham verileri görüntüleyebilmelidir (örneğin; verilerin otomatik bir özeti yerine çalışmanın tüm süresine ait veriler).
- HSAT uygulanan tüm hastalar, testin sonuçlarını tartışmak için uygun şekilde eğitilmiş bir sağlayıcıyla bir takip ziyareti yapmalıdır.
- Kayıt tüm gece çalışması şeklinde olmalı ve alışılmış bir uyku döneminde elde edilen minimum dört saatlik teknik olarak yeterli oksimetri ve akış verilerini içermelidir. Veriler birkaç geceden türetilebilse de, tam bir gece uykusu genellikle yeterlidir⁽⁶⁴⁾.
- Resmi skorlama AASM tarafından yayınlanan kılavuzlara göre gerçekleştirilmelidir⁽⁶⁵⁾. Bu kılavuza göre, elektroensefalografi (EEG) izlemi içermeyen HSAT raporları, solunum olaylarının sayısının izleme süresine (saat olarak; tip 3 ve 4 cihazlar için geçerlidir) bölünmesi ile elde edilen bir solunum olay indeksi (REI); veya cihaz uykuyu EEG ile kaydediyorsa (örneğin; tip 1 ve 2 cihazlar) bir apne hipopne indeksi (AHI) içermelidir,
- Hava akışını ve solunum eforunu ölçen cihazları kullanırken, solunum olaylarının skorlanması PSG ile aynıdır. Buna göre;
- Apne: hava akım sensörü tepe sinyalinde ≥ 10 saniye devam eden $\geq \%90$ azalma
- Hipopne: hava akım sensörü tepe sinyalinde ≥ 10 saniye devam eden ve $\geq \%3$ oksijen desaturasyonu ile ilişkili olan $\geq \%30$ azalma (ABD sigorta sistemi (Medicare/Medicaid) hipopne kuralı $\geq \%4$ oksijen desaturasyonudur).

Periferik arter tonunu (PAT) ölçen cihazlar için, olayların tanımlanması PAT, oksijen desaturasyonu ve kalp hızı değişikliklerine dayanmalıdır^(66,67). Bu cihazlar, hava akım sensörü bulunmadığından, CPAP ile de kullanılabilir.

UYKU APNE TESTİ İÇİN ÖNERİLMİYEN CİHAZLAR

Dijital Cihazlar

OSA taraması yapmak için potansiyel araçlar olarak çeşitli dijital cihazlar tüketiciler için giderek daha fazla kullanılabilir hale gelmektedir. Onsekiz çalışmanın değerlendirildiği bir meta-analize göre, polisomnografi ile karşılaştırıldığında, yatak/yatak temelli cihazların yüksek duyarlılığa sahip olduğu (%92) görülmüştür⁽⁶⁸⁾. Temassız cihazlar (örneğin; bir akıllı telefon) potansiyel olarak hafif OSA'yı %97 hassa-

siyetle tespit edebilirken, yanlış pozitiflik oranının yüksek olması temel sorundur (%49)⁽⁶⁸⁾. Diğer tüm cihazlar düşük duyarlılığa sahiptir. Bu tip cihazlar, sağlam çalışmalarla tanısal faydaları gösterilmediği sürece araştırma amaçlı kalmalıdır.

Pulse Oksimetri

Pulse oksimetri, hem PSG hem de HSAT'ın yaygın olarak kabul gören ve önemli bir bileşenidir. Bununla birlikte, tek başına veya yalnızca bir başka değişkenle ölçüldüğünde, şüpheli OSA'nın tanısal değerlendirilmesi için önerilmez^(2,51,69).

Bu yaklaşımın gerekçesi, tek başına gece nabız oksimetresinin OSA için duyarlı ya da özgül bir test olabileceğini, ancak her ikisinin birden mümkün olmadığını öne süren verilere dayanmaktadır. Sonuç olarak, pozitif bir testi tanımlamak için seçilen kriterlere bağlı olarak yanlış pozitif veya yanlış negatif testler yaygın olacaktır.

OSA için tanısal bir test olarak uyku sırasında pulse oksimetrenin duyarlılığı ve özgüllüğü, pozitif bir testi tanımlamak için kullanılan kriterlerin kantitatif mi yoksa kalitatif mi olduğuna bağlıdır:

OSA için kullanıldığında gece pulse oksimetresi, oksijen desatürasyonlarının (tipik olarak %3 veya 4 düşüş) toplam kayıt süresine bölümü olan bir "oksijen desatürasyon indeksi" (ODI) rapor etmelidir. Pulse oksimetri, ODI gibi kantitatif kriterler kullanıldığında yüksek bir özgüllüğe, ancak OSA için düşük bir duyarlılığa sahip olma eğilimindedir⁽⁷⁰⁻⁷²⁾. Örnek olarak, OSA şüphesi olan 200 hastayı kapsayan bir çalışma, gece boyu pulse oksimetri ile polisomnografiyi karşılaştırmıştır⁽⁷¹⁾. Pozitif kabul edilen gece boyu pulse oksimetri takibi, oksihemoglobin saturasyonunda (SpO₂) başlangıç değerine göre \geq %4 düşüş ya da \leq %90 bir değere düşüşün saatte beşten fazla saptanması olarak tanımlanmıştır. Gecelik pulse oksimetri takibi %41 duyarlılığa ve %97 özgüllüğe sahip bulunmuştur⁽⁷¹⁾.

Bunun aksine, gece pulse oksimetri takibi, kalitatif kriterler kullanılırsa yüksek bir duyarlılığa ve düşük bir özgüllüğe sahip olma eğilimindedir⁽⁵²⁾. Kalitatif kriterler örüntü (patern) tanımayı temel alır. Gece pulse oksimetre şeridi yazdırılır ve SpO₂'nin çoklu, kısa süreli dalgalanmalarının bir modeli için görsel olarak analiz edilir. Pozitif sonuç için belirlenmiş bir desatürasyon düzeyi mevcut değildir. Örnek olarak, OSA'lı 240 hastadan oluşan bir çalışma, gece pulse oksimetri ile polisomnografiyi karşılaştırmış, saatte 10'dan fazla SpO₂ dalgalanması pozitif pulse oksi-

metri sonucu olarak tanımlanmıştır. Gece pulse oksimetrenin duyarlılığı ve özgüllüğü sırasıyla %98 ve 48 saptanmıştır⁽⁵²⁾.

Sonuç olarak OSA'da uzaktan tanı imkanı sağlama-sı açısından portable sistemler umut vaatetmekle birlikte, yaygın kullanıma geçmesi için teknolojik olarak geliştirilmeye ihtiyaç vardır. Mevcut haliyle kullanımında ise cihazların kısıtlılıkları ve avantajlarının konu hakkında tecrübeli sertifikalı bir hekim tarafından değerlendirilmesi ve yorumlanması önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Malhotra A, White DP. Obstructive sleep apnoea. *Lancet* 2002; 360: 237-45.
2. Collop NA, Anderson WM, Boehlecke B, et al. Clinical guidelines for the use of unattended portable monitors in the diagnosis of obstructive sleep apnea in adult patients. Portable Monitoring Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med* 2007; 3: 737-47.
3. Netzer NC, Stoohs RA, Netzer CM, et al. Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome. *Ann Intern Med* 1999; 131: 485-491.
4. Abrishami A, Khajehdehi A, Chung F. A systematic review of screening questionnaires for obstructive sleep apnea. *Can J Anaesth* 2010; 57: 423-38.
5. Ferber R, Millman R, Coppola M, et al. Portable recording in the assessment of obstructive sleep apnea. *ASDA standards of practice. Sleep* 1994;17: 378-92.
6. Redline S, Sanders MH, Lind BK, et al. Methods for obtaining and analyzing unattended polysomnography data for a multicenter study. *Sleep Heart Health Research Group. Sleep* 1998; 21: 759-67.
7. Bruyneel M, Sanida C, Art G, Libert W, et al. Sleep efficiency during sleep studies: Results of a prospective study comparing home-based and in-hospital polysomnography. *J Sleep Res* 2011; 20: 201-6.
8. Campbell AJ, Neill AM. Home set-up polysomnography in the assessment of suspected obstructive sleep apnea. *J Sleep Res* 2011 ;20: 207-213.
9. de Oliveira ACT, Martinez D, Vasconcelos LFT, et al. Diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome and its outcomes with home portable monitoring. *Chest* 2009; 135: 330-6.
10. Choi JH, Kim EJ, Kim YS, et al. Validation study of portable device for the diagnosis of obstructive sleep apnea according to the new AASM scoring criteria: Watch-PAT 100. *Acta Otolaryngol* 2010; 130: 838-43.
11. Pang KP, Gourin CG, Terris DJ. A comparison of polysomnography and the WatchPAT in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 137: 665-8.
12. Yalamanchali S, Farajian V, Hamilton C, et al. Diagnosis of obstructive sleep apnea by peripheral arterial tonometry: Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2013; 139: 1343-50.

13. Yucege M, Firat H, Demir A, Ardic S. Reliability of the Watch-PAT 200 in detecting sleep apnea in highway bus drivers. *J Clin Sleep Med* 2013; 9: 339-44.
14. Pittman SD, Pillar G, Berry RB, et al. Follow-up assessment of CPAP efficacy in patients with obstructive sleep apnea using an ambulatory device based on peripheral arterial tonometry. *Sleep Breath* 2006; 10: 123-31.
15. Redline S, Tosteson T, Boucher MA, Millman RP. Measurement of sleep-related breathing disturbances in epidemiologic studies. Assessment of the validity and reproducibility of a portable monitoring device. *Chest* 1991; 100: 1281-6.
16. White DP, Gibb TJ, Wall JM, Westbrook PR. Assessment of accuracy and analysis time of a novel device to monitor sleep and breathing in the home. *Sleep* 1995; 18: 115-26.
17. Parra O, García-Esclasons N, Montserrat JM, et al. Should patients with sleep apnoea/hypopnoea syndrome be diagnosed and managed on the basis of home sleep studies? *Eur Respir J* 1997; 10: 1720-4.
18. Whittle AT, Finch SP, Mortimore IL, et al. Use of home sleep studies for diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax* 1997; 52: 1068-73.
19. Dingli K, Coleman EL, Vennelle M, et al. Evaluation of a portable device for diagnosing the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* 2003; 21: 253-9.
20. Reichert JA, Bloch DA, Cundiff E, Votteri BA. Comparison of the NovaSom QSG, a new sleep apnea home-diagnostic system, and polysomnography. *Sleep Med* 2003; 4: 213-8.
21. Su S, Baroody FM, Kohrman M, Suskind D. A comparison of polysomnography and a portable home sleep study in the diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 131: 844-50.
22. Yin M, Miyazaki S, Ishikawa K. Evaluation of type 3 portable monitoring in unattended home setting for suspected sleep apnea: Factors that may affect its accuracy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 134: 204-9.
23. García-Díaz E, Quintana-Gallego E, Ruiz A, et al. Respiratory polygraphy with actigraphy in the diagnosis of sleep apnea-hypopnea syndrome. *Chest* 2007; 131: 725-32.
24. Ayappa I, Norman RG, Seelall V, Rapoport DM. Validation of a self-applied unattended monitor for sleep disordered breathing. *J Clin Sleep Med* 2008; 4: 26-37.
25. Alonso Alvarez Mde L, Terán Santos J, Cordero Guevara J, et al. Reliability of home respiratory polygraphy for the diagnosis of sleep apnea-hypopnea syndrome: Analysis of costs. *Arch Bronconeumol* 2008; 44: 22-8.
26. Santos-Silva R, Sartori DE, Truksinas V, et al. Validation of a portable monitoring system for the diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 2009; 32: 629-36.
27. Masa JF, Corral J, Pereira R, et al. Effectiveness of home respiratory polygraphy for the diagnosis of sleep apnoea and hypopnoea syndrome. *Thorax* 2011; 66: 567-73.
28. Chiner E, Signes-Costa J, Arriero JM, et al. Nocturnal oximetry for the diagnosis of the sleep apnoea hypopnoea syndrome: A method to reduce the number of polysomnographies? *Thorax* 1999; 54: 968-71.
29. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ Jr et al. Adult Obstructive Sleep Apnea Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med* 2009; 5: 263-76.
30. Kuna ST, Badr MS, Kimoff RJ et al. ATS/AASM/ACCP/ERS Committee on Ambulatory Management of Adults with OSA. An official ATS/AASM/ACCP/ERS workshop report: Research priorities in ambulatory management of adults with obstructive sleep apnea. *Proc Am Thorac Soc* 2011; 8: 1-16.
31. Jiménez Gómez A, Golpe Gómez R, Carpizo Alfayate R, et al. The validation of a portable 3-channel recording system (Oxyflow, Edentec) for the diagnosis of the sleep apnea syndrome. *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 7-12.
32. Man GC, Kang BV. Validation of a portable sleep apnea monitoring device. *Chest* 1995; 108: 388-93.
33. Bradley PA, Mortimore IL, Douglas NJ. Comparison of polysomnography with ResCare Autoset in the diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax* 1995; 50: 1201-3.
34. Fleury B, Rakotonanahary D, Hausser-Haww C, et al. A laboratory validation study of the diagnostic mode of the Autoset system for sleep-related respiratory disorders. *Sleep* 1996; 19: 502-5.
35. Kiely JL, Delahunty C, Matthews S, McNicholas WT. Comparison of a limited computerized diagnostic system (ResCare Autoset) with polysomnography in the diagnosis of obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur Respir J* 1996; 9: 2360-4.
36. Gugger M. Comparison of ResMed AutoSet (version 3.03) with polysomnography in the diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* 1997; 10: 587-91.
37. Mayer P, Meurice JC, Philip-Joet F, et al. Simultaneous laboratory-based comparison of ResMed Autoset with polysomnography in the diagnosis of sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J* 1998; 12: 770-775.
38. Ballester E, Solans M, Vila X, et al. Evaluation of a portable respiratory recording device for detecting apnoeas and hypopnoeas in subjects from a general population. *Eur Respir J* 2000; 16: 123-7.
39. Claman D, Murr A, Trotter K. Clinical validation of the Bedbug in detection of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 125: 227-30.
40. Bar A, Pillar G, Dvir I, et al. Evaluation of a portable device based on peripheral arterial tone for unattended home sleep studies. *Chest* 2003; 123: 695-703.
41. Pittman SD, Ayas NT, MacDonald MM, et al. Using a wrist-worn device based on peripheral arterial tonometry to diagnose obstructive sleep apnea: in-laboratory and ambulatory validation. *Sleep* 2004; 27: 923-33.
42. Ayas NT, Pittman S, MacDonald M, White DP. Assessment of a wrist-worn device in the detection of obstructive sleep apnea. *Sleep Med* 2003; 4: 435-42.
43. Zou D, Grote L, Peker Y, et al. Validation a portable monitoring device for sleep apnea diagnosis in a population based cohort using synchronized home polysomnography. *Sleep* 2006; 29: 367-74.
44. Wang Y, Teschler T, Weinreich G, et al. Validation of microMESAM as screening device for sleep disordered breathing. *Pneumologie* 2003; 57: 734-40.

45. Chen H, Lowe AA, Bai Y, et al. Evaluation of a portable recording device (ApneaLink) for case selection of obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2009; 13: 213-9.
46. Tonelli de Oliveira AC, Martinez D, Vasconcelos LF, et al. Diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome and its outcomes with home portable monitoring. *Chest* 2009; 135(2): 330-6.
47. Yagi H, Nakata S, Tsuge H, et al. Significance of a screening device (Apnomonitor 5) for sleep apnea syndrome. *Auris Nasus Larynx* 2009; 36: 176-80.
48. Rosen IM, Kirsch DB, Chervin RD, et al. Clinical Use of a Home Sleep Apnea Test: An American Academy of Sleep Medicine Position Statement. *J Clin Sleep Med* 2017; 13: 1205-7.
49. Collop NA, Tracy SL, Kapur V, et al. Obstructive sleep apnea devices for out-of-center (OOC) testing: technology evaluation. *J Clin Sleep Med* 2011; 7: 531-48.
50. Kapur VK, Auckley DH, Chowdhuri S, et al. Clinical Practice Guideline for Diagnostic Testing for Adult Obstructive Sleep Apnea: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. *J Clin Sleep Med* 2017; 13: 479-504.
51. Department of Health and Human Services, Center for Medicare and Medicaid Services. Decision Memo for Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) Therapy for Obstructive Sleep Apnea (OSA) (CAG#00093N). March 13, 2008. <https://www.cms.gov/medicare-coverage-database/details/nca-decision-memo.aspx?NCAId=19&fromdb=true>
52. Sériès F, Marc I, Cormier Y, La Forge J. Utility of nocturnal home oximetry for case finding in patients with suspected sleep apnea hypopnea syndrome. *Ann Intern Med* 1993; 119: 449-53.
53. Zeidler MR, Santiago V, Dzierzewski JM, et al. Predictors of Obstructive Sleep Apnea on Polysomnography after a Technically Inadequate or Normal Home Sleep Test. *J Clin Sleep Med* 2015; 11: 1313-8.
54. El Shayeb M, Topfer LA, Stafinski T, et al. Diagnostic accuracy of level 3 portable sleep tests versus level 1 polysomnography for sleep-disordered breathing: A systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2014; 186: E25-51.
55. Qaseem A, Dallas P, Owens DK, et al. Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults: A clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2014; 161: 210-20.
56. Goldstein CA, Karnib H, Williams K, et al. The utility of home sleep apnea tests in patients with low versus high pre-test probability for moderate to severe OSA. *Sleep Breath* 2018; 22: 641-51.
57. Ancoli-Israel S, Mason W, Coy TV, et al. Evaluation of sleep disordered breathing with unattended recording: The Nighthwatch System. *J Med Eng Technol* 1997; 21: 10-4.
58. Cirignotta F, Mondini S, Gerardi R, et al. Unreliability of automatic scoring of MESAM 4 in assessing patients with complicated obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 2001; 119: 1387-92.
59. Øverland B, Bruskeland G, Akre H, Skatvedt O. Evaluation of a portable recording device (Reggie) with actimeter and nasopharyngeal/esophagus catheter incorporated. *Respiration* 2005; 72: 600-5.
60. Yin M, Miyazaki S, Itasaka Y, et al. A preliminary study on application of portable monitoring for diagnosis of obstructive sleep apnea. *Auris Nasus Larynx* 2005; 32: 151-6.
61. Aurora RN, Swartz R, Punjabi NM, et al. Misclassification of OSA severity with automated scoring of home sleep recordings. *Chest* 2015; 147: 719-27.
62. Lux L, Boehlecke B, Lohr KN. Effectiveness of Portable Monitoring Devices for Diagnosing Obstructive Sleep Apnea: Update of a Systematic Review [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2004 Sep 1. PMID: 26065047.
63. Rosen IM, Kirsch DB, Carden KA, et al. Clinical Use of a Home Sleep Apnea Test: An Updated American Academy of Sleep Medicine Position Statement. *J Clin Sleep Med* 2018; 14: 2075-7.
64. Punjabi NM, Aurora RN, Patil SP. Home sleep testing for obstructive sleep apnea: one night is enough!. *Chest* 2013; 143: 291-4.
65. Home Sleep Apnea Testing Reference Manual, The American Academy of Sleep Medicine, Darien, IL 2015.
66. Berry RB, Quan SF, Abreu AR, et al for the American Academy of Sleep Medicine. The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications, Version 2.6, www.aasmnet.org, American Academy of Sleep Medicine, Darien, IL 2020.
67. Berry RB, Brooks R, Gamaldo C, et al. AASM Scoring Manual Updates for 2017 (Version 2.4). *J Clin Sleep Med* 2017; 13: 665-6.
68. Rosa T, Bellardi K, Viana A Jr, et al. Digital Health and Sleep-Disordered Breathing: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Sleep Med* 2018; 14: 1605-20.
69. Chesson AL Jr, Berry RB, Pack A; American Academy of Sleep Medicine; American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. Practice parameters for the use of portable monitoring devices in the investigation of suspected obstructive sleep apnea in adults. *Sleep* 2003; 26: 907-13.
70. Williams AJ, Yu G, Santiago S, Stein M. Screening for sleep apnea using pulse oximetry and a clinical score. *Chest* 1991; 100: 631-5.
71. Douglas NJ, Thomas S, Jan MA. Clinical value of polysomnography. *Lancet* 1992; 339: 347-50.
72. Gyulay S, Olson LG, Hensley MJ, et al. A comparison of clinical assessment and home oximetry in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 50-3.