

Artigo original

## Métodos Resumidos no Diagnóstico da Apnéia do Sono.

### Home Sleep Studies for Sleep Apnea Diagnosis.

Ricardo Luiz de Menezes Duarte<sup>1</sup>, Raphael Zenatti Monteiro da Silva<sup>2</sup>, Flavio José Magalhães da Silveira<sup>3</sup>.

#### RESUMO

O teste amplamente utilizado para diagnóstico da apnéia do sono é a polissonografia, contudo a mesma é um exame que requer profissional técnico e capacitado para sua realização e interpretação. Comparado com a polissonografia, os métodos resumidos são de custo menor e não necessitam de supervisão técnica, além de o registro ser feito no próprio leito do paciente.

O monitoramento portátil pode ser usado como uma alternativa à polissonografia para o diagnóstico de apnéia do sono em pacientes com alta probabilidade pré-teste de apnéia do sono moderada e severa. Minimamente, esses dispositivos devem registrar o fluxo aéreo, o esforço respiratório e a oxigenação sanguínea. Eles são classificados em 3 níveis (níveis II-IV), com redução no registro das variáveis respiratórias e do sono. Esses dispositivos podem reduzir o tempo de espera para o diagnóstico e podem potencialmente reduzir custos.

Estudos de validação em larga escala em pacientes com menor probabilidade pré-teste e nas diversas co-morbidades são necessários. Estudos recentes têm mostrado que pacientes com alta probabilidade pré-teste para apnéia do sono que realizam monitoramento domiciliar têm similar aderência ao tratamento com pressão positiva contínua na via aérea, quando comparado com pacientes que realizaram a polissonografia laboratorial. Além disso, condutas alternativas devem também ser disponíveis em populações remotas que não têm acesso a polissonografia laboratorial.

**Descritores:** apnéia obstrutiva do sono, polissonografia, monitoramento portátil, diagnóstico.

#### ABSTRACT

The widely accepted reference standard for the diagnosis of obstructive sleep apnea is the polysomnography; however, this test requires considerable technical expertise to perform and interpret. Compared with polysomnography, portable monitors are less costly, do not require a technician in attendance, and record patients in the natural environment of their own beds.

Portable monitoring may be used as an alternative to polysomnography for the diagnosis of sleep apnea in patients with a high pretest probability of moderate to severe OSA. At a minimum, these devices must record airflow, respiratory effort, and blood oxygenation. They are classified into three levels (Level II-IV) with decreasing measurements of sleep and respiratory variables. These devices may reduce the waiting time for diagnosis and could potentially decrease costs.

Larger-scale validation studies in patients with lower pretest probabilities and a wide range of comorbidities are needed. Recent studies have shown that patients with a high pretest probability for sleep apnea who receive portable-monitor testing have similar adherence to continuous positive airway pressure treatment, compared to patients managed with in laboratory polysomnography. Moreover, alternative approaches should also be made available to remote populations that do not have access to laboratory polysomnography.

**Keywords:** obstructive sleep apnea, polysomnography, portable monitoring, diagnosis.

1. Mestre em Pneumologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor convidado da cadeira Cardiopulmonar da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Diretor Técnico do SLEEP - Laboratório de Estudo dos Distúrbios do Sono. Responsável pela Comissão de Patologias Respiratórias Relacionadas ao Sono da Sociedade de Pneumologia e Tisiologia do Estado do Rio de Janeiro (SOPTE RJ).

2. Professor de Clínica Médica da Universidade Estácio de Sá. Pneumologista do Hospital Federal do Andaraí. Médico colaborador do SLEEP - Laboratório de Estudo dos Distúrbios do Sono.

3. Diretor Médico do SLEEP - Laboratório de Estudo dos Distúrbios do Sono. Local de realização: SLEEP - Laboratório de Estudo dos Distúrbios do Sono - Centro Médico BarraShopping - Rio de Janeiro. Não há conflito de interesse e nem fonte de financiamento.

**Endereço para correspondência:** Centro Médico BarraShopping, Avenida das Américas 4666 - 3º piso - sala 309. Barra da Tijuca. Rio de Janeiro - RJ. CEP: 22649-900. Tel: 2430 9222, Fax: 2430 9220. E-mail: rlmduarte@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

A polissonografia (PSG) laboratorial é considerada padrão-ouro para diagnóstico da síndrome de apnéia obstrutiva do sono (SAOS), porém, como a prevalência da SAOS vem aumentando, são comuns longas filas de espera para sua realização.<sup>1,2</sup> Este exame depende de pessoal técnico treinado para sua supervisão, o que demanda custos. Existem alternativas à PSG, como os métodos resumidos. A escolha entre estudos domiciliar ou laboratorial deve ser pela limitação de recursos e pela suspeição de SAOS.<sup>2</sup>

Uma das grandes vantagens da PSG é que ela permite o estadiamento do sono e o registro de microdespertares. Nos EUA, o volume de estudos de sono aumentou 12 vezes na última década, enquanto o número de laboratórios do sono apenas dobrou neste período. Assim, surgem alternativas à PSG como: estudos domiciliares, auto-CPAP (pressão positiva contínua nas vias aéreas), titulação diurna no consultório, titulação de CPAP por equações preditoras, uso arbitrário de pressão positiva e o Split-test.<sup>1-4</sup> A PSG é dividida em 4 tipos, sendo os 3 últimos considerados como métodos resumidos (Quadro 1).<sup>4</sup>

Quadro 1 – Divisão dos métodos polissonográficos

Tipo 1	PSG completa com supervisão ( $\geq 7$ canais) realizada no laboratório do sono
Tipo 2	PSG completa não supervisionada ( $\geq 7$ canais)
Tipo 3	Aparelhos com 4-7 canais
Tipo 4	1 ou 2 canais usando oximetria não-invasiva

Legenda: PSG = Polissonografia

### Métodos resumidos – vantagens e desvantagens:

Dentre as vantagens salientamos: a maioria dos pacientes prefere estudos domiciliares, redução de custos em relação à PSG, o paciente pode fazer o exame na sua própria cama (obtenção de uma noite de sono mais representativa) e menor tempo de espera para realização do exame.<sup>5</sup>

Sua principal desvantagem é a ausência de um técnico supervisionando o exame, podendo ocorrer deslocamento dos sensores e realização de estudos inadequados (até 10%), necessitando a realização posterior da PSG laboratorial. A maioria dos aparelhos utilizados nos métodos resumidos não dispõe de eletroencefalograma e são incapazes de acessar a arquitetura e o estadiamento do sono. Essa desvantagem não permite a identificação do índice de apnéia-hipopnéia (IAH), pois o tempo total de sono não pode ser calculado. Somente pode ser avaliado o tempo total na cama, e, assim, os métodos resumidos registram o índice de distúrbios respiratórios (IDR), que pode sub-estimar o IAH.<sup>6</sup> Quando comparado com a PSG laboratorial, os métodos resumidos têm boa concordância e menor custo.<sup>7</sup>

### Modelos preditivos:

Como os métodos resumidos devem ser realizados em pacientes com alta probabilidade de SAOS, torna-se necessária a utilização de modelos preditivos para orientar essa indicação. Estes modelos não permitem o início de tratamento sem algum estudo objetivo do sono.<sup>8</sup>

Os modelos preditivos podem incluir diversas variáveis: gênero, idade, sonolência, índice de massa corpórea (IMC), circunferência do quadril, circunferência do pescoço (CP), e anormalidades durante o sono (ronco, apnéias presenciadas, engasgos e sensação de sufocamento).<sup>9</sup> Os modelos preditivos para SAOS têm sensibilidade e especificidade muito variáveis (dependem do ponto de corte do IAH utilizado).<sup>10</sup>

Diversos são os modelos preditivos utilizados: desde os mais simples como a escala de sonolência de Epworth (ESE) até modelos preditivos com várias variáveis.<sup>11</sup> A ESE tem baixa especificidade para diagnóstico de SAOS, porque indivíduos podem ter ESE alta sem ter SAOS (ex. privação de sono).

Geralmente, quanto maior o número de variáveis maior a capacidade discriminatória do modelo, porém, em contrapartida, torna-se pouco prático. Assim, é fundamental a obtenção de modelo com poucas variáveis essenciais e com bom poder discriminatório.

O questionário de Berlin é um muito utilizado nos estudos clínicos. Consiste na utilização algumas variáveis: ronco, sonolência diurna ou fadiga, obesidade ou hipertensão arterial sistêmica (HAS), totalizando 10 perguntas. Netzer e colaboradores estudaram 744 pacientes, sendo que 279 indivíduos (37,5%) foram considerados de alto risco para SAOS. Neste grupo de alto risco e utilizando como ponto de corte para SAOS (IDR  $> 5/h$ ), foi encontrado sensibilidade de 86%, especificidade de 77%, valor preditivo positivo de 89% e *likelihood ratio* = 3,79.<sup>12</sup>

O questionário STOP utiliza 4 variáveis (*Snore, Tired, Observed apnea, blood Pressure*) e foi utilizado em 2467 pacientes cirúrgicos. Foi encontrado que 27,5% possuíam alto risco para SAOS. Em diferentes pontos de corte (IAH  $> 5$ , IAH  $> 15$  e IAH  $> 30/h$ ) foi encontrado uma área sob a curva (AUC) de 0,703, 0,722 e 0,769; respectivamente. Quando a este critério se associaram mais 4 variáveis foi criado o modelo STOP-BANG (*Body-mass index, Age, Neck circumference e Gender*). Assim, a AUC nestes mesmos pontos de corte para IAH foram: 0,806, 0,782 e 0,822, respectivamente. Em ambos os casos (utilizando o STOP ou o STOP-BANG), conforme se aumenta o ponto de corte de 5 para 15 e finalmente para 30, há aumento da sensibilidade e do valor preditivo negativo e diminuição da especificidade e do valor preditivo positivo. Tal fato ocorre inversamente quando baixamos o ponto de corte (de 30 para 15 e finalmente 5).<sup>13</sup>

Em nosso serviço, há cerca de 2 anos utilizamos o escore ACHA (Apnéias e/ou engasgos presenciados, Circunferência do pescoço, Hipertensão arterial e Ron-

co) para encontrarmos pacientes com alta probabilidade de SAOS moderada/severa. O melhor ponto de corte do ACHaR variou entre os gêneros (a CP é menor entre mulheres do que em homens). Esse ponto de corte foi de 9 no global *Odds Ratio* [OR] = 6,50 e intervalo de confiança a 95% [IC95%] = 4,38-9,63), 11 em homens (OR = 6,66 e IC95% = 4,49-9,88) e 4 em mulheres (OR = 5,07 e IC95% = 2,94-8,74).<sup>14,15</sup>

Em estudo com 102 pacientes obesos, dados clínicos, espirométricos e oximétricos foram avaliados como preditores de SAOS diagnosticada por PSG laboratorial. Os dados clínicos foram: ronco, apnéias presenciadas, sonolência diurna excessiva e HAS. Cada um destes itens recebia um valor de 0 ou 1, sendo 4 o valor máximo do escore.<sup>16</sup> Nesta amostra, 6 de 34 mulheres e 34 de 68 homens tiveram diagnóstico de SAOS. Os autores verificaram que nenhum dado isolado foi capaz de atuar como preditor de SAOS.<sup>16</sup>

Alguns modelos preditores para SAOS podem atingir 95% para detectar SAOS (IAH  $\geq$  5/h) e 85% para SAOS severa (IAH  $\geq$  30/h). As taxas de sensibilidade foram de 68% e 97%, respectivamente, Embora seja um método bem validado, sua complexidade pode limitar sua aplicação clínica.<sup>17</sup> Um modelo mais simples é obtido pela CP ajustada (em centímetros) que é calculada adicionando 4 cm se o paciente tem HAS, 3 cm se o paciente tem ronco e 3 cm se o paciente tem engasgos durante a noite. Com estas variáveis é possível obter diferentes probabilidades a partir da CP ajustada: a) < 43 cm: probabilidade baixa, b) 43-48 cm: probabilidade intermediária, c) > 48 cm: probabilidade alta.<sup>18</sup>

A Academia Norte-Americana de Medicina do Sono (AASM) recomenda que a PSG resumida deva ser usada: 1) em combinação com avaliação clínica prévia (para estimar a probabilidade de SAOS), 2) em centros ou em laboratórios de sono credenciados.<sup>8</sup>

A PSG-resumida é uma alternativa à PSG laboratorial para o diagnóstico de SAOS naqueles com alta probabilidade de SAOS (Quadro 2).<sup>8,11</sup> A PSG-resumida não deve ser usada em pacientes com co-morbidades (ex. insuficiência cardíaca congestiva, síndrome de hipoventilação alveolar do obeso, doença pulmonar obstrutiva crônica severa e doença neuromuscular), em outros distúrbios do sono (ex. apnéia central, movimento periódico dos membros, insônia, distúrbios do ritmo circadiano, e/ou narcolepsia) e como *screening* (mesmo em populações de risco aumentado para SAOS como na insuficiência cardíaca congestiva, em hipertensos, motoristas de caminhão e em pré-operatório de cirurgia bariátrica).<sup>11</sup> Até o momento, existem poucos estudos da PSG-resumida em crianças e em idosos.<sup>11</sup>

**Tipos de aparelhos:**

No mínimo, a PSG-resumida deve registrar o fluxo aéreo, o esforço respiratório e a oxigenação sanguínea. O sensor para detectar apnéia é um termistor oro-nasal e para detectar hipopnéia é um transdutor de

pressão nasal. Idealmente a PSG-resumida deve utilizar ambos os sensores. A medida do fluxo aéreo por transdutor de pressão nasal tem menor acurácia do que o pneumotacômetro, porém com maior acurácia do que termistor.<sup>19</sup> O sensor de esforço respiratório usa uma cinta com pletismografia de indutância. O sensor para detectar oxigenação é a oximetria não-invasiva.<sup>19</sup>

Quadro 2 - Principais indicações dos métodos resumidos no diagnóstico da SAOS

Alternativa à PSG laboratorial em pacientes com alta probabilidade de SAOS
Impossibilidade de realização de PSG pela imobilização do paciente
Impossibilidade de realização de PSG em virtude de ser um paciente crítico
Acompanhamento de resposta ao tratamento-não CPAP da SAOS - DIO, cirurgia de VAS, emagrecimento

Legenda: abreviaturas: SAOS = síndrome de apnéia obstrutiva do sono, PSG = polissonografia, CPAP = pressão positiva contínua nas vias aéreas, DIO = dispositivo intra-oral, VAS = via aérea superior. Fonte = referência 11

**Aquisição de dados, análise e interpretação:**

Um técnico deve colocar os sensores na PSG-resumida ou educar o paciente para a sua correta aplicação no domicílio.<sup>11</sup> A PSG-resumida deve permitir obtenção de dados manuais ou automáticos que devem ser revisados por um especialista e os critérios de apnéia/hipopnéia devem ser compatíveis com a AASM. A PSG-laboratorial deve ser realizada nos casos onde a PSG-resumida foi inadequada para estabelecer o diagnóstico.

A PSG-resumida pode ser inadequada em até 10% (estudos não supervisionados). Em relação à variabilidade noite-noite, a PSG-resumida em 1 noite não apresenta diferença significativa em relação a 2 noites. A sensibilidade e a especificidade da PSG-resumida pode diferir em relação a PSG-laboratorial porque a PSG-laboratorial mede o tempo total de sono enquanto a PSG-resumida mede o tempo de gravação. A redução de custos com a PSG-resumida varia de 22 a 42%.<sup>11</sup>

Um estudo mostrou que 5,6% dos pacientes tinham mais de 20% do tempo no leito com fluxo ausente ou inadequado.<sup>20</sup> Para aparelhos resumidos do tipo 4, a perda de dados variou de 11 a 16%. Esse estudo também registrou que o método resumido quando utilizado em laboratório com a supervisão e colocação dos sensores por um técnico resultou em 3% de perda de dados.<sup>21</sup> Essa perda pode ser menor (2%) se for utilizado alarme.<sup>22</sup>

Os métodos resumidos devem permitir leitura manual ou automática dos resultados. A maioria dos estudos mostrou que a leitura manual é superior à automática.<sup>11,23</sup>

**Validação:**

A comparação dos resultados dos monitores portáteis com a PSG é feita pelo IDR (método resumido) e pelo IAH (PSG), podendo-se utilizar: 1) o coeficiente de

correlação, 2) o gráfico de Altman-Bland e 3) valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo.<sup>24</sup> É possível obter níveis de evidência (1-4) dos monitores portáteis no diagnóstico de SAOS (Quadro 3).<sup>25</sup>

Quadro 3 – Níveis de evidência para análise dos estudos domiciliares

Nível 1	- Comparação cega e independente entre o método resumido e a PSG - Adequada amostra de pacientes consecutivos - A PSG e o método resumido foram realizados em todos os pacientes
Nível 2	- Idêntica ao nível 1 exceto pelo amostra pequena de pacientes não-consecutivos
Nível 3	- Comparação cega e independente entre o método resumido e a PSG - Amostra adequada de pacientes consecutivos - A PSG não foi realizada em todos os pacientes
Nível 4	- Comparação entre PSG e método resumido de forma não cega ou não-independente

Legenda: PSG = Polissonografia. Fonte da referência: State of home sleep studies 2003

Um estudo foi realizado para validar o método resumido Embletta (Embla, nível 3) no diagnóstico de SAOS. Esse estudo domiciliar mostrou boa concordância com a PSG (coeficiente Kappa = 0,54;  $p < 0,001$ ). A maioria dos pacientes foi adequadamente classificada pelo Embletta, porém, 29 de 61 pacientes necessitaram de investigação adicional. Foi verificada redução de custo de 42% com adoção deste método resumido.<sup>26</sup>

Um estudo prospectivo e randomizado, realizado em São Paulo, propôs a validação de um método resumido do tipo 3 (Stardust II, Philips Respironics) através de 80 pacientes (70 com suspeição e 10 sem suspeição de SAOS). O Stardust II é capaz de analisar 5 variáveis: saturação da oxihemoglobina, frequência cardíaca, fluxo aéreo, esforço respiratório e posição corporal. A

análise de Altman-Bland mostrou forte concordância entre os valores de IAH obtidos pelo método resumido e pela PSG.<sup>27</sup>

Outro método resumido o ApneaLink (ResMed) foi validado em uma amostra de 59 pacientes diabéticos do tipo 2. O ApneaLink possui um único canal que mede o fluxo aéreo através de uma cânula nasal conectada a um transdutor de pressão, obtendo o IAH pelo tempo de registro de gravação. Foi encontrado alta sensibilidade e alta especificidade do IAH obtido pelo ApneaLink com o IAH obtido pela PSG simultânea em todos os níveis de IAH, com os melhores resultados obtidos com ponto de corte de IAH  $\geq 15/h$  (sensibilidade = 91% e especificidade = 95%).<sup>28</sup> O ApneaLink pode ser acoplado a um canal de oximetria não-invasiva, fornecendo a saturação da oxihemoglobina. Atualmente já se dispõe do ApneaLink Plus. Até o momento não há dados de validação deste dispositivo em nosso meio.

Outro estudo avaliou a sensibilidade e especificidade do ApneaLink, usando a PSG como referência, em 50 pacientes com suspeita de SAOS. Os eventos respiratórios foram computados manualmente na PSG e de forma automatizada no método resumido. O ApneaLink demonstrou melhor concordância com a PSG laboratorial no ponto de corte  $\geq 10/h$ .<sup>29</sup>

Outro trabalho comparou o ApneaLink realizado simultaneamente com PSG (*Alice 4; Healthydyne, Atlanta, EUA*) em 50 pacientes consecutivos. O IAH obtido pelo ApneaLink se correlacionou com o IAH obtido pela PSG (correlação de Pearson = 0,895;  $p < 0,001$ ). A comparação do IAH obtido pelo ApneaLink versus o IAH da PSG demonstrou altas sensibilidade e especificidade, tanto para o ponto de corte  $\geq 10/h$  (sensibilidade = 0,977 e especificidade = 1,0), quanto para o ponto de corte  $\geq 20/h$  (sensibilidade = 0,969 e especificidade = 1,0).<sup>30</sup>

## REFERÊNCIAS:

1. Chesson Jr. AL, Berry RB, Pack A. Practice parameters for the use of portable monitoring devices in the investigation of suspected obstructive sleep apnea in adults. *Sleep*. 2003; 26(7):907-13.
2. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ, Friedman N, Malhotra A, Patil SP, et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. Adult obstructive sleep apnea task force of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med*. 2009; 5(3):263-76.
3. McNicholas WT. Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults. *Proc Am Thorac Soc*. 2008; 5(2):154-60.
- \*4. Kuna ST. Portable-monitor testing: An alternative strategy for managing patients with obstructive sleep apnea. *Respir Care*. 2010; 55(9):1196-212.  
*Revisão recente sobre o tema mostrando que o monitoramento domiciliar não deve ser visto como uma tecnologia competitiva à polissonografia laboratorial, mas sim uma tecnologia complementar.*
5. Gámez JB, Montero RJ, Cabrera ML, Marín FMC, Gomáriz ME, Pérez MMA, et al. Cost-effectiveness and degree of satisfaction with home sleep monitoring in patients with symptoms of sleep apnea. *Arch Bronconeumol*. 2007; 43(11):605-10.
- \*6. Polese JF, Santos-Silva R, Kobayashi RF, Pinto INP, Tufik S, Bittencourt LRA. Monitorização portátil no diagnóstico da apnéia obstrutiva do sono: situação atual, vantagens e limitações. *J Bras Pneumol*. 2010; 36(4):498-505.  
*Revisão recente (publicação nacional) sobre o monitoramento portátil.*
7. Ahmed M, Patel NP, Rosen I. Portable monitors in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *Chest*. 2007; 132(5):1672-7.
8. Kushida CA, Littner MR, Morgenthaler T, Alessi CA, Bailey D, Coleman Jr. J, et al. Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures: an update for 2005. *Sleep*. 2005; 28(4):499-521.
9. Gali B, Whalen Jr. FX, Gay PC, Olson EJ, Schroeder DR, Plevak DJ, et al. Management plan to reduce risks in perioperative care of patients with presumed obstructive sleep apnea syndrome. *J Clin Sleep Med*.

- 2007; 3(6):582-8.
- \*10. Abrishami A, Khajehdehi A, Chung F. A systematic review of screening questionnaires for obstructive sleep apnea. *Can J Anesth* 2010; 57(5):423-38.
- Extensa revisão sobre os diversos questionários que podem ser utilizados como análise da probabilidade pré-teste dos pacientes com suspeita de apnéia do sono. Os questionários STOP e STOP-BANG apresentaram maior qualidade metodológica e mais fácil aplicação.
11. Collop NA, McDowell Anderson W, Boehlecke B, Claman D, Goldberg R, Gottlieb DJ, 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(7):737-47.
12. Netzer NC, Stoohs RA, Netzer CM, Clark K, Strohl KP. Using the Berlin questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome. *Ann Intern Med*. 1999; 131:485-91.
13. Chung F, Yegneswaran B, Liao P, Chung SA, Vairavanathan S, Islam S, et al. STOP Questionnaire. A tool to screen patients for obstructive sleep apnea. *Anesthesiology*. 2008; 108:812-21.
14. Duarte RLM, Magalhães da Silveira FJ. Assessment of the ACHaR clinical score for the screening of moderate/severe obstructive sleep apnea. Analysis of 294 patients underwent nocturnal polysomnography. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009; 179:A1251.
15. Duarte RLM, Magalhães da Silveira FJ, Biagini Jr JC. Utilização do escore clínico ACHaR como preditor de apnéia obstrutiva do sono (moderada e severa) em pacientes submetidos à polissonografia noturna. Análise de 551 exames. *Pulmão RJ* 2009; 18(suplemento 3):S22.
16. Herer B, Roche N, Carton M, Roig C, Poujol V, Huchon G. Value of clinical, functional, and oximetric data for the prediction of obstructive sleep apnea in obese patients. *Chest*. 1999; 116(6):1537-44.
17. Gurubhagavatula I, Maislin G, Pack AI. An algorithm to stratify sleep apnea risk in a sleep disorders clinic population. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 164(10):1904-9.
18. Flemons WW, McNicholas WT. Clinical prediction of the sleep apnea syndrome. *Sleep Med Reviews*. 1997; 1(1):19-32.
19. Flemons WW, Littner MR, Rowley JA, Gay P, Anderson WM, Hudgel DW, et al. Home diagnosis of sleep apnea: a systematic review of the literature. An evidence re-view cosponsored by the American Academy of Sleep Medicine, the American College of Chest Physicians, and the American Thoracic Society. *Chest*. 2003; 124(4):1543-79.
20. 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(2):204-9.
21. Bar A, Pillar G, Dvir I, Sheffy J, Schnall RP, Lavie P. Evaluation of a portable device based on peripheral arterial tone for unattended home sleep studies. *Chest*. 2003(3); 123:695-703.
22. Westbrook PR, Levendowski DJ, Cvetinovic M, Zavora T, Velimirovic V, Henninger D, et al. Description and validation of the apnea risk evaluation system: a novel method to diagnose sleep apnea-hypopnea in the home. *Chest*. 2005; 128(4):2166-75.
23. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AL Jr, Quan SF, for the American Academy of Sleep Medicine. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications. Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2007.
24. Flemons WW, Littner MR. Measuring agreement between diagnostic devices. *Chest*. 2003; 124(4):1535-42.
25. Li CK, Flemons WW. State of home sleep studies. *Clin Chest Med*. 2003; 24:283-95.
26. Dingli K, Coleman EL, Vennelle M, Finch SP, Wraith PK, Mackay TW, et al. Evaluation of a portable device for diagnosing the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J*. 2003; 21(2):253-9.
27. Santos-Silva R, Sartori DE, Truksinas V, Truksinas E, Alonso FFFD, Tufik S, et al. Validation of a portable monitoring system for the diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep*. 2009; 32(5):629-36.
28. Erman MK, Stewart D, Einhorn D, Gordon N, Casal E. Validation of the ApneaLink™ for the screening of sleep apnea: a novel and simple single-channel recording device. *J Clin Sleep Med*. 2007; 3(4):387-92.
29. Chen H, Lowe AA, Bai Y, Hamilton P, Fleetham JA, Almeida FR. Evaluation of a portable recording device (ApneaLink™) for case selection of obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*. 2009; 13(3):213-9.
30. Ng SSS, Chan TO, To KW, Ngai J, Tung A, Ko FWS, et al. Validation of a portable recording device (ApneaLink) for identifying patients with suspected obstructive sleep apnoea syndrome. *Intern Med J*. 2009; 39(11):757-62.