



ARTIGO ORIGINAL

Using craniofacial characteristics to predict optimum airway pressure in obstructive sleep apnea treatment[☆]



Thays Crosara Abrahão Cunha ^{id} ^a, Thais Moura Guimarães ^{id} ^{a,*},
Fernanda R. Almeida ^{id} ^b, Fernanda L.M. Haddad ^{id} ^a, Luciana B.M. Godoy ^{id} ^a,
Thulio M. Cunha ^{id} ^c, Luciana O. Silva ^{id} ^a, Sergio Tufik ^{id} ^a e Lia Bittencourt ^{id} ^a

^a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Departamento de Psicobiologia, São Paulo, SP, Brasil

^b University of British Columbia, Faculty of Dentistry, Vancouver, Canadá

^c Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Laboratório de Função Pulmonar, Departamento de Pneumologia, Uberlândia, MG, Brasil

Recebido em 4 de maio de 2018; aceito em 28 de outubro de 2018
Disponível na Internet em 27 de janeiro de 2020

KEYWORDS

Continuous positive airway pressure;
Obstructive sleep apnea;
Snoring;
Cephalometry

Abstract

Introduction: Manual titration is the gold standard to determinate optimal continuous positive airway pressure, and the prediction of the optimal pressure is important to avoid delays in prescribing a continuous positive airway pressure treatment.

Objective: To verify whether anthropometric, polysomnographic, cephalometric, and upper airway clinical assessments can predict the optimal continuous positive airway pressure setting for obstructive sleep apnea patients.

Methods: Fifty men between 25 and 65 years, with body mass indexes of less than or equal to 35 kg/m² were selected. All patients had baseline polysomnography followed by cephalometric and otolaryngological clinical assessments. On a second night, titration polysomnography was carried out to establish the optimal pressure.

Results: The average age of the patients was 43 ± 12.3 years, with a mean body mass index of 27.1 ± 3.4 kg/m² and an apnea-hypopnea index of 17.8 ± 10.5 events per hour. Smaller mandibular length ($p = 0.03$), smaller atlas-jaw distance ($p = 0.03$), and the presence of a Mallampati III and IV ($p = 0.02$) were predictors for higher continuous positive airway pressure. The formula for the optimal continuous positive airway pressure was: 17.244 - (0.133 × jaw length) + (0.969 × Mallampati III and IV classification) - (0.926 × atlas-jaw distance).

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.10.012>

[☆] Como citar este artigo: Cunha TC, Guimarães TM, Almeida FR, Haddad FL, Godoy LB, Cunha TM, et al. Using craniofacial characteristics to predict optimum airway pressure in obstructive sleep apnea treatment. Braz J Otorhinolaryngol. 2020;86:174–9.

* Autor para correspondência.

E-mail: thaisdemouraguimaraes@gmail.com (T.M. Guimarães).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

PALAVRAS-CHAVE

Pressão positiva contínua nas vias aéreas;
Apneia obstrutiva do sono;
Ronco;
Cefalometria

Conclusion: In a sample of male patients with mild-to-moderate obstructive sleep apnea, the optimal continuous positive airway pressure was predicted using the mandibular length, atlas-jaw distance and Mallampati classification.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Uso de características craniofaciais para prever a pressão ideal nas vias aéreas no tratamento da apneia obstrutiva do sono

Resumo

Introdução: A titulação manual é o padrão-ouro para determinar a pressão ideal para o tratamento com a pressão positiva contínua nas vias aéreas; e a predição da pressão ideal é importante para evitar retardos na sua prescrição.

Objetivo: Verificar se as avaliações clínicas antropométricas, polissonográficas, cefalométricas e das vias aéreas superiores podem prever a configuração ideal da pressão do aparelho de pressão positiva contínua nas vias aéreas para pacientes com apneia obstrutiva do sono.

Método: Foram selecionados 50 homens entre 25 e 65 anos, com índice de massa corporal menor ou igual a 35 kg/m². Todos os pacientes fizeram polissonografia basal, seguida de avaliações clínicas cefalométricas e otorrinolaringológicas. Na segunda noite, foi feita polissonografia de titulação para estabelecer a pressão ideal.

Resultados: A média de idade dos pacientes foi de 43 ± 12,3 anos, com índice de massa corporal médio de 27,1 ± 3,4 kg/m² e índice de apneia-hipopneia de 17,8 ± 10,5 eventos por hora. Menor comprimento mandibular ($p = 0,03$), menor distância atlas-maxila ($p = 0,03$) e a presença de Mallampati III e IV ($p = 0,02$) foram preditores de pressão mais elevada. A fórmula para a pressão positiva contínua nas vias aéreas foi: $17,24 - (0,133 \times \text{comprimento da mandíbula}) + (0,969 \times \text{classificação de Mallampati III e IV}) - (0,926 \times \text{distância atlas-mandíbula})$.

Conclusão: Em uma amostra de homens com apneia obstrutiva do sono leve a moderada, a pressão positiva contínua nas vias aéreas foi predita com o comprimento mandibular, a distância atlas-mandíbula e a classificação de Mallampati.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

A pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) é o tratamento mais comum e eficaz para pacientes com apneia obstrutiva do sono.¹ A titulação manual em um laboratório do sono durante a polissonografia (PSG) de noite inteira é o padrão-ouro para determinar a pressão ideal.² No entanto, o alto custo da PSG e o acesso deficiente a laboratórios do sono podem limitar a disponibilidade desse procedimento. Portanto, outras opções têm sido sugeridas, tais como estudos do tipo *split-night*,³ titulação automática de CPAP,⁴ estudos diagnósticos do sono de base domiciliar^{5,6} e equações preditivas, para determinar a pressão ideal de CPAP.⁷⁻⁹

As equações preditivas para estabelecer a pressão de CPAP incluem fatores como o índice de massa corporal (IMC), circunferência do pescoço, índice de apneia-hipopneia (IAH), saturação da oxi-hemoglobina, idade e sexo.^{8,10-15} Que seja de nosso conhecimento, apenas dois estudos usaram características cefalométricas para estabelecer a pressão ideal de CPAP.^{16,17}

Assim, o objetivo do presente estudo é verificar se as avaliações clínicas antropométricas, polissonográficas, cefalométricas e das vias aéreas superiores podem prever a

configuração ideal da pressão de CPAP para pacientes com apneia obstrutiva do sono (AOS).

Material e método**Amostra**

A amostra foi selecionada no ambulatório da Associação Fundo de Incentivo à Pesquisa, São Paulo (Brasil). Homens entre 25 e 65 anos, com um IMC menor ou igual a 35 kg/m² e um IAH maior do que cinco eventos por hora foram selecionados. Postulamos que diferenças hormonais e anatômicas e diferenças nos mecanismos de controle ventilatório poderiam influenciar o processo de colapso faríngeo e, conseqüentemente, os requisitos para a titulação da pressão de CPAP. Dessa forma justificariam a seleção exclusiva de pacientes do sexo masculino neste estudo. Os pacientes assinaram voluntariamente um termo de consentimento livre e esclarecido e o protocolo do estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Unifesp (REC 0352/09). Todos os procedimen-

Tabela 1 Resumo das variáveis usadas para análise cefalométrica – descreve os pontos cefalométricos usados, assim como a média e desvio-padrão dos valores encontrados

Variáveis	Definição	Média ± DP
H–MP (mm)	Hioide – Plano Mandibular	21,9 ± 4,7
C3–H (mm)	Terceira Vértebra – Hioide	77,2 ± 8,7
H–RGN (mm)	Hioide – Retrognatia	39,4 ± 4,5
PNS–P (mm)	Comprimento do Palato Mole	38,3 ± 3,2
SPW–SPW (mm)	Largura do Palato Mole	9,9 ± 1,8
Espaço localizado entre o ponto mais proeminente da parede externa do palato mole e a parede posterior nasofaríngea (mm)	Espaço Palatal Médio Posterior	12,0 ± 3,5
Vasa–Vasp (mm)	Espaço faríngeo Superior	15,1 ± 3,7
Espaço localizado entre a intersecção do plano oclusal com a parede nasofaríngea anterior e posterior (mm)	Espaço Faríngeo Médio	9,7 ± 3,3
BGo – Goc (mm)	PAS (Espaço aéreo posterior)	13,3 ± 3,8
C3'–H (mm)	LAS (Espaço aéreo inferior)	12,1 ± 4,8
Atlas - PNS (mm)	Distância Atlas - Mandíbula	50,0 ± 3,3
SNA (°)	Posição da mandíbula em relação à base craniana	82,5 ± 3,9
SNB(°)	Posição da maxila em relação à base craniana	78,6 ± 4,1
ANB(°)	Discrepância anteroposterior maxilar / mandibular	3,6 ± 2,6
Go–Me (°)	Comprimento mandibular	73,5 ± 3,7
FMA (°)	Mostra a relação entre os planos mandibular e de Frankfurt	23,8 ± 7,0

tos estavam de acordo com a declaração de Helsinque de 1964.

Os pacientes foram submetidos à polissonografia basal de noite inteira (Embla Systems, Inc., Broomfield, CO, EUA), cefalografia lateral e avaliação clínica otorrinolaringológica. Foram submetidos também a uma segunda polissonografia de noite inteira para a titulação manual da pressão de CPAP, de acordo com as diretrizes de Kushida,² usaramo máscaras nasais convencionais.

Avaliação cefalométrica

A captura da imagem foi feita com os pacientes com os dentes em oclusão normal, sem deglutição e com a postura natural da cabeça.¹⁸ Diferentes parâmetros foram avaliados por cefalometria lateral e as variáveis cefalométricas usadas e suas definições estão descritas na [tabela 1](#).

Avaliação otorrinolaringológica

A avaliação clínica das vias aéreas superiores foi feita de acordo com o método de Zonato et al. (2003)¹⁹ por um otorrinolaringologista treinado. Dois otorrinolaringologistas com certificação em medicina do sono foram responsáveis por essa avaliação.

Considerou-se como nariz desfavorável a presença de um destes parâmetros: desvio do septo Grau II ou III; hipertrofia de conchas nasais associada a rinite ou queixa de obstrução nasal; desvio do septo Grau I associado a rinite ou queixa de obstrução nasal. Considerou-se orofaringe desfavorável, a presença de três dos seguintes parâmetros: palato web; palato mais posterior ou espesso;

úvula longa ou grossa; pilares mediais; tonsilas Grau III ou IV.

Finalmente, classes III ou IV da classificação modificada de Mallampati foram consideradas desfavoráveis.

Polissonografia

A polissonografia de noite inteira foi feita para avaliação basal e a polissonografia de noite inteira para titulação manual de CPAP foi feita de acordo com as diretrizes descritas por Kushida et al. (2008).² O dispositivo de CPAP usado foi o REMstar Plus com o uso de uma máscara nasal e o polígrafo usado foi o Alice 6.

Análise estatística

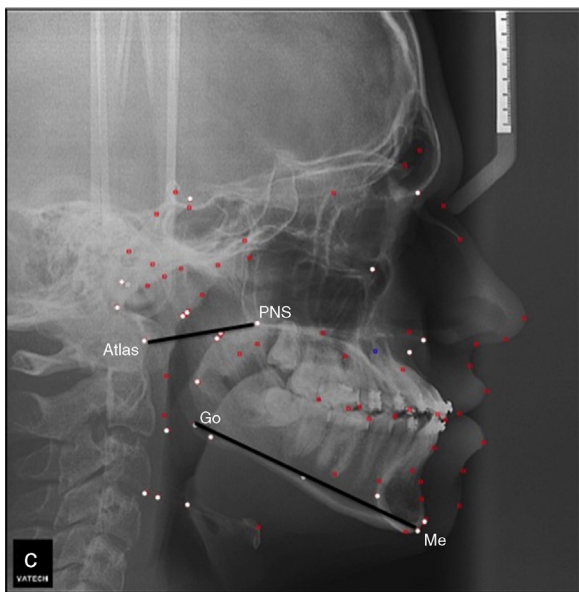
Para a elaboração da equação, adotou-se a seguinte metodologia estatística: o coeficiente de correlação foi calculado pela correlação de Pearson entre todas as variáveis independentes e a pressão de CPAP ideal. As variáveis que apresentaram correlação estatisticamente significativa ou relação teórica com pressão de CPAP foram consideradas preditores potenciais. Fez-se uma análise de regressão linear multivariada, com a variável *dummies*, que incluiu a variável categórica como preditor, após a fórmula preditiva ter sido obtida. Os procedimentos de regressão múltipla resultaram em uma equação linear estimada. Para confirmar esses achados, foi feito o teste *t* para comparar a pressão medida pela fórmula proposta e pela titulação manual na polissonografia.

O programa SPSS versão 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) foi usado e a significância estatística foi estabelecida em $p \leq 0,05$.

Tabela 2 Características antropométricas e polissonográficas de 50 pacientes com AOS avaliados neste estudo

Parâmetros avaliados	Média ± Desvio-padrão
Idade (anos)	43 ± 12
IMC (kg/m ²)	27,1 ± 3,4
Circunferência do pescoço (cm)	40,7 ± 3,1
IAH (eventos/hora)	17,8 ± 10,5
SpO ₂ basal (%)	95,5 ± 1,2
SpO ₂ médio (%)	94,6 ± 1,6
SpO ₂ mínimo (%)	86,1 ± 4,4
OCPAP (cm H ₂ O)	8,6 ± 2,1

IAH, Índice de Apneia e Hipopneia; IMC, Índice de Massa Corporal; OCPAP, pressão ideal de CPAP medida pela titulação na PSG; SpO₂, Saturação de Oxihemoglobina.

**Figura 1** Imagem cefalométrica exemplifica as medidas identificadas como significativas.

Resultados

Os dados demográficos e polissonográficos são apresentados na [tabela 1](#). Na avaliação otorrinolaringológica, 28% dos pacientes preencheram os critérios para estruturas craniofaciais e faríngeas desfavoráveis, 44% preencheram os critérios de estrutura nasal desfavorável e 70% apresentaram classificação de Mallampati Tipo III ou Tipo IV. As descrições e valores médios dos parâmetros cefalométricos são mostrados na [tabela 2](#).

Nas análises de regressão, menor comprimento mandibular, menor distância atlas-mandíbula e Mallampati modificado III e IV foram considerados preditores de pressão de CPAP mais alta ([fig. 1](#)), após ajustes para a circunferência cervical, IMC, IAH, idade e saturações de oxihemoglobina ([tabela 3](#)).

A seguinte equação preditiva explica melhor o modelo: Pressão de CPAP ideal = 17,244 - (0,133 × comprimento mandibular) + (0,969 × escore modificado de Mallampati) - (0,926 × distância mandíbula-atlas).

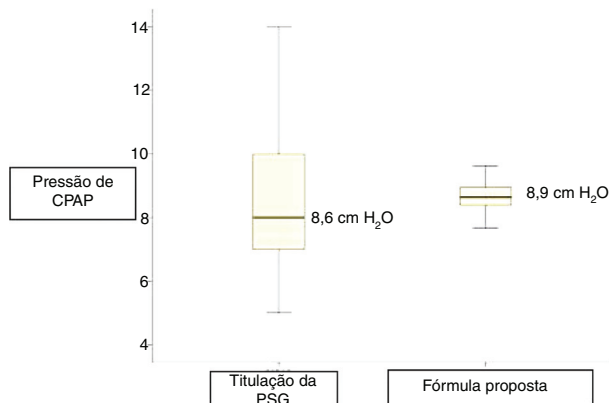
Tabela 3 Análise Estatística - Regressão Linear para prever a pressão de CPAP em 50 pacientes com AOS

Modelo	B	Sig
Comprimento Mandibular (mm)	-0,54	0,03 ^a
Distância Atlas-Mandíbula (mm)	-0,87	0,03 ^a
Mallampati Modificado II ou IV	0,75	0,02 ^a
Circunferência do pescoço (cm)	-0,14	0,60
IMC (kg/m ²)	0,03	0,88
Z-escore do IAH	0,18	0,60
SpO ₂ Basal (%)	0,78	0,15
SpO ₂ Médio (%)	-0,51	0,23
Z-escore do SpO ₂ inferior (%)	-0,15	0,70
Z-escore da Idade	-0,23	0,33

Comprimento Mandibular, distância entre o ponto Go-Me; Distância Atlas-Mandíbula, distância entre o ponto At-Enp; IAH, índice de apneia e hipopneia; IMC, Índice de Massa Corporal; Mallampati modificado, Mallampati III ou IV; SpO₂, saturação de oxihemoglobina.

R square explica 75% do modelo (R square = 0,756).

^a $p \leq 0,05$ foi considerado significativo.

**Figura 2** Gráfico *box-plot* derivado das análises de regressão linear do valor do CPAP com polissonografia e a equação proposta, mostra serem estatisticamente semelhantes (teste *t* de Student: $p = 1,00$).

A média da pressão de CPAP estabelecida pela titulação foi de 8,6 cm H₂O e a média da pressão de CPAP com a equação proposta foi de 8,9 cm H₂O. Esses valores foram muito próximos, a equação produziu uma menor variância ([fig. 2](#)).

Discussão

Este é o primeiro estudo a descrever o papel das variáveis cefalométricas na predição da pressão de CPAP em uma amostra brasileira. Determinamos que o comprimento mandibular ($p = 0,03$), a distância atlas-mandíbula ($p = 0,03$) e a classificação modificada de Mallampati III e IV ($p = 0,02$) foram preditores da pressão de CPAP.

O padrão-ouro para determinar o valor ideal de CPAP é a polissonografia de noite inteira com mtitulação manual, na qual a configuração de pressão é progressivamente ajustada até que todos os eventos obstrutivos tenham sido resolvidos durante cada estágio do sono e para todas as posições corporais.²

Entretanto, o período de teste pode não ser longo o suficiente, seja devido a uma duração insuficiente do sono ou à dificuldade de obter a pressão apropriada. Além disso, esse método é dispendioso e demanda tempo significativo e trabalho intensivo por técnicos treinados, contribui para a demora na prescrição dessa terapia.²⁰ Assim, novas opções têm sido sugeridas, tais como estudos do tipo *split-night*,⁴ titulação automática de CPAP,²¹ estudos diagnósticos do sono de base domiciliar^{5,6} podem ser alternativamente domiciliados com CPAP automático, respeitam-se as indicações e contra-indicações dos dispositivos automáticos²² e, mais recentemente, equações preditivas para CPAP que são derivadas de parâmetros demográficos, antropométricos e polissonográficos.⁷⁻⁹ Várias equações preditivas para pressão de CPAP foram desenvolvidas em diferentes países e para várias populações.^{8,11,16,23-25}

Equações preditivas para pressão de CPAP

Hoffstein e Miljeteig (1993) foram um dos primeiros grupos a se concentrar na importância de desenvolver uma equação preditiva para CPAP, correlacionaram o IMC, o IAH e a circunferência do pescoço para uma população branca.⁷ Sua fórmula foi posteriormente validada por outros autores.^{24,26-28} Oliver et al. (2000) sugeriram usar a pressão prevista por essa equação exclusivamente para iniciar a titulação manual em laboratório.²⁹ Masa et al. (2004) fizeram um estudo multicêntrico na Espanha com 360 pacientes que necessitavam de terapia com CPAP.²³ Os pacientes foram randomizados em 3 grupos: titulação manual durante a polissonografia de noite inteira, titulação automática de CPAP e titulação com a equação de Hoffstein. Os autores concluíram que a titulação com essa fórmula é tão eficaz quanto a titulação manual em pacientes com AOS grave, leva a custos mais baixos e a uma diminuição significativa nas listas de espera.²³ É importante enfatizar que todos os estudos anteriores incluíram pacientes com AOS grave, o que difere da nossa amostra, que incluiu apenas AOS leve a moderada.

De acordo com Basoglu et al. (2011),²¹ etnia é fator importante para determinar as características físicas dos pacientes, a gravidade da AOS e o nível de pressão de CPAP necessário para resolver a apneia e a hipopneia. Esses autores fizeram um estudo retrospectivo no qual 250 pacientes foram submetidos a polissonografia com titulação manual. Várias combinações de variáveis antropométricas e polissonográficas foram testadas e com os dados obtidos foi desenvolvida uma equação preditiva para a população turca que incluiu apenas a circunferência do pescoço e o índice de dessaturação da oxihemoglobina.²¹ Em contraste, nosso estudo não incluiu pacientes com apneia do sono grave. Da mesma forma que a população turca no estudo de Masa, a população brasileira é altamente miscigenada e pode exigir a validação de uma equação específica.

Schiza et al. (2011)²⁴ descreveram uma equação preditiva para a população grega que incluía IMC, IAH, sexo e histórico de tabagismo. Esse estudo prospectivo comparou a titulação manual com a equação de Hoffstein e a equação que foi desenvolvida pelo grupo.²⁴ Embora ambas as equações previssem a pressão ideal de CPAP, a equação de Hoffstein foi menos eficaz, conforme determinado em outras populações.^{15,26-28} Lin et al. (2003) formularam uma

equação preditora baseada no IMC e no IAH de indivíduos taiwaneses e determinaram que a circunferência do pescoço não era relevante para a população asiática,⁸ um fato que também foi observado em nosso estudo. Da mesma forma, em um estudo retrospectivo, Choi incluiu 202 coreanos, 182 dos quais eram homens com SAOS leve, moderada ou grave; foi gerada uma equação preditiva que incluiu apenas as duas variáveis IMC e IAH.¹¹

Características craniofaciais

Muitos estudos têm demonstrado que pacientes com AOS apresentam importantes alterações craniofaciais, o que poderia explicar a presença de AOS mesmo em pacientes não obesos, especialmente na população japonesa, na qual estudos anteriores sobre variáveis cefalométricas, como flexão inferior da base do crânio¹⁷ e a posição do osso hioide em relação ao queixo,¹⁶ foram correlacionados com a pressão de CPAP.

Sforza et al. (1995) relataram que o comprimento do palato mole afetou a eficácia do CPAP em 22 pacientes franceses com AOS.³⁰ Entretanto, porque o palato mole é um componente dos tecidos moles, ele é possivelmente influenciado pela obesidade. Esse achado contrasta com nossos dados, nos quais a equação não foi influenciada pelo IMC, mas foi influenciada pelo escore de Mallampati. Em nosso estudo, a pressão de CPAP necessária teve uma correlação positiva com a classificação de Mallampati III e IV, sugeriu que o menor volume das vias aéreas superiores exigia pressão mais alta de CPAP.

Já foi sugerido que o retrognatismo e a obesidade estão associados à posição inferior do osso hioide.³¹ Esse fato pode explicar a relação negativa entre a pressão ideal de CPAP e o comprimento mandibular.

No presente estudo, observamos que a distância atlas-mandíbula e o comprimento mandibular apresentaram correlação negativa com a pressão ideal do CPAP. Mesmo a partir do parâmetro linear, podemos inferir que há uma correlação negativa entre o tamanho das vias aéreas superiores e a pressão do CPAP.

Akahoshi et al. (2009)¹⁶ analisaram características antropométricas, polissonográficas e cefalométricas como preditores de pressão terapêutica de CPAP. No estudo, todos os pacientes tinham AOS grave e eram moderadamente obesos. Quando as variáveis cefalométricas foram combinadas com os parâmetros polissonográficos e o IMC, a pressão terapêutica de CPAP foi prevista com maior precisão, sugeriu que as características craniofaciais são críticas para a patogênese da AOS em populações asiáticas.¹⁶

Deve-se notar que as equações preditivas não podem ser um substituto para a titulação manual, mas podem ser usadas como um procedimento auxiliar, ajudam a simplificar o processo de titulação e a diminuir o número de alterações nas configurações de pressão. No entanto, as equações preditivas podem ser usadas como opção à titulação manual em situações em que a titulação laboratorial não é possível (devido à imobilidade, preocupações com a segurança ou condições críticas de saúde) ou quando os altos custos, tempos prolongados de titulação ou longas listas de espera impedem ou atrasam a titulação em laboratórios do sono.

O estudo tem algumas limitações: a fórmula precisa ser validada em um conjunto separado de pacientes; estudamos apenas pacientes do sexo masculino e esse protocolo necessita de um exame radiográfico adicional.

Conclusão

Em uma amostra de homens não obesos com SAOS leve a moderada, a pressão ideal de CPAP foi prevista pelo comprimento mandibular, distância atlas-mandíbula e pela classificação modificada de Mallampati.

Financiamento

Associação Fundo de Incentivo à Pesquisa (AFIP); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

À AFIP, FAPESP, FAPEMIG, CNPq e UNIFESP pelo financiamento e suporte material.

Referências

- Weaver TE, Grunstein RR. Adherence to continuous positive airway pressure therapy: the challenge to effective treatment. *Proc Am Thorac Soc.* 2008;5:173–8.
- Kushida CA, Chediak A, Berry RB, Brown LK, Gozal D, Iber C, et al. Clinical guidelines for the manual titration of positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med.* 2008;4:157–71.
- McArdle N, Devereux G, Heidarnjad H, Engleman HM, Mackay TW, Douglas NJ. Long-term use of CPAP therapy for sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:1108–14.
- Ayas NT, Patel SR, Malhotra A, Schulzer M, Malhotra M, Jung D, et al. Auto-titrating versus standard continuous positive airway pressure for the treatment of obstructive sleep apnea: results of a meta-analysis. *Sleep.* 2004;27:249–53.
- Whittle AT, Finch SP, Mortimore IL, MacKay TW, Douglas NJ. Use of home sleep studies for diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax.* 1997;52:1068–73.
- Sériès F. Accuracy of an unattended home CPAP titration in the treatment of obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162:94–7.
- Miljeteig H, Hoffstein V. Determinants of continuous positive airway pressure level for treatment of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis.* 1993;147:1526–30.
- Lin IF, Chuang ML, Liao YF, Chen NH, Li HY. Predicting effective continuous positive airway pressure in Taiwanese patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Formos Med Assoc.* 2003;102:215–21.
- Stradling JR, Hardinge M, Paxton J, Smith DM. Relative accuracy of algorithm-based prescription of nasal CPAP in OSA. *Respir Med.* 2004;98:152–4.
- Hoffstein V, Mateika S. Predicting nasal continuous positive airway pressure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;150:486–8.
- Choi JH, Kim EJ, Kim KW, Choi J, Kwon SY, Lee HM, et al. Optimal continuous positive airway pressure level in Korean patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2010;3:207–11.
- Stradling JR, Hardinge M, Smith DM. A novel, simplified approach to starting nasal CPAP therapy in OSA. *Respir Med.* 2004;98:155–8.
- West SD, Jones DR, Stradling JR. Comparison of three ways to determine and deliver pressure during nasal CPAP therapy for obstructive sleep apnoea. *Thorax.* 2006;61:226–31.
- Loredo JS, Berry C, Nelesen RA, Dimsdale JE. Prediction of continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea. *Sleep Breath.* 2007;11:45–51.
- El Solh AA, Aldik Z, Alnabhan M, Grant B. Predicting effective continuous positive airway pressure in sleep apnea using an artificial neural network. *Sleep Med.* 2007;8:471–7.
- Akahoshi T, Akashiba T, Kawahara S, Uematsu A, Nagaoka K, Kiyofuji K, et al. Predicting optimal continuous positive airway pressure in Japanese patients with obstructive sleep apnoea syndrome. *Respirology.* 2009;14:245–50.
- Akashiba T, Kosaka N, Yamamoto H, Ito D, Saito O, Horie T. Optimal continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnoea: role of craniofacial structure. *Respir Med.* 2001;95:393–7.
- Milani RS, De Perière DD, Lapeyre L, Pourreyron L. Relationship between dental occlusion and posture. *Cranio.* 2000;18:127–34.
- Zonato AI, Bittencourt LR, Martinho FL, Júnior JF, Gregório LC, Tufik S. Association of systematic head and neck physical examination with severity of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Laryngoscope.* 2003;113:973–80.
- McArdle N, Grove A, Devereux G, Mackay-Brown L, Mackay T, Douglas NJ. Split-night versus full-night studies for sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Eur Respir J.* 2000;15:670–5.
- Basoglu OK, Tasbakan MS. Determination of new prediction formula for nasal continuous positive airway pressure in Turkish patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath.* 2012;16:1121–7.
- Berry RB, Sriram P. Auto-adjusting positive airway pressure treatment for sleep apnea diagnosed by home sleep testing. *J Clin Sleep Med.* 2014;10:1269–75.
- Masa JF, Jiménez A, Durán J, Capote F, Monasterio C, Mayos M, et al. Alternative methods of titrating continuous positive airway pressure: a large multicenter study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;170:1218–24.
- Schiza SE, Bouloukaki I, Mermigkis C, Panagou P, Tzanakis N, Moniaki V, et al. Utility of formulas predicting the optimal nasal continuous positive airway pressure in a Greek population. *Sleep Breath.* 2011;15:417–23.
- Jayaraman G, Majid H, Surani S, Kao C, Subramanian S. Influence of gender on continuous positive airway pressure requirements in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath.* 2011;15:781–4.
- Rowley JA, Tarbichi AG, Badr MS. The use of a predicted CPAP equation improves CPAP titration success. *Sleep Breath.* 2005;9:26–32.
- Lacedonia D, Sabato R, Carpagnano GE, Carratù P, Falcone A, Gadaleta F, et al. Predictive equations for CPAP titration in OSAS patients. *Sleep Breath.* 2012;16:95–100.
- Gokcebay N, Iqbal S, Yang K, Zembrak A, Hirshkowitz M. Accuracy of CPAP predicted from anthropometric and polysomnographic indices. *Sleep.* 1996;19:600–1.
- Oliver Z, Hoffstein V. Predicting effective continuous positive airway pressure. *Chest.* 2000;117:1061–4.
- Sforza E, Krieger J, Bacon W, Petiau C, Zamagni M, Boudewijns A. Determinants of effective continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea. Role of respiratory effort. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;151:1852–6.
- El-Sheikh MM, Medra AM, Warda MH. Bird face deformity secondary to bilateral temporomandibular joint ankylosis. *J Craniomaxillofac Surg.* 1996;24:96–103.