

ARTIGO DE REVISÃO/REVIEW ARTICLE

Oximetria: papel no estudo do doente respiratório

Oximetry: role in the evaluation of the respiratory patient

JC WINCK*, L FERREIRA**

Serviço de Pneumologia. (Director: Prof. Dr. J Agostinho Marques). Hospital de S. João. Porto

RESUMO

A oximetria de pulso é uma técnica espectrofotométrica, que mede a variação pulsátil da transmissão da luz. A relação da absorção pulsátil em dois comprimentos de onda corresponde à Saturação de O_2 (SaO_2). As grandes vantagens da oximetria são o seu carácter não invasivo, a medição contínua e resposta rápida, que permite o reconhecimento instantâneo da hipoxemia. A sua fiabilidade diminui nomeadamente em presença de hemoglobinas anormais, hipotermia e anemia. As suas aplicações clínicas no âmbito do doente respiratório são muito amplas: desde o diagnóstico da síndrome da apneia

ABSTRACT

Pulse oximetry is a spectrophotometric technique that measures the pulsatile change in light transmission. The ratio of pulsatile absorption at two wavelengths corresponds to O_2 saturation (SaO_2). Oximetry has the advantage of being noninvasive, allowing for continuous and rapid measurements leading to the immediate recognition of hypoxemia. It is less reliable in the presence of dyshemoglobins, hypotermia and anemia. The clinical uses of oximetry in respiratory medicine are very wide: from the diagnosis of sleep apnoea syndrome to monitoring nasal ventilation.

* Assistente Hospitalar

** Interna Complementar

Recebido para publicação: 98. 03. 20

Accite para publicação: 98. 04. 22

do sono até à monitorização da ventiloterapia domiciliária.

REV PORT PNEUMOL 1998; IV (3): 307-313

Palavras-chave: Oximetria de pulso; Síndrome da apneia do sono; DPOC; Ventiloterapia domiciliária.

REV PORT PNEUMOL 1998; IV (3): 307-313

Key-words: Pulse oximetry; Sleep apnoea syndrome; COPD; Home mechanical ventilation.

INTRODUÇÃO

A hipoxemia é frequente na prática clínica, sendo uma causa importante de disfunção orgânica e morte.

A oximetria é a medição da Saturação de O_2 (SpO_2) da hemoglobina, contribuindo significativamente para a monitorização não invasiva numa variedade de situações clínicas, permitindo uma avaliação contínua da oxigenação, evitando o desconforto e o risco da punção arterial.

O primeiro oxímetro não invasivo foi o *Hewlett-Packard 47201*, que foi introduzido, nos anos 70. Tratava-se de um aparelho de grandes dimensões, que rapidamente foi suplantado pelos oxímetros de pulso, de conceito mais simples, portáteis e não necessitando de calibração. Esta tecnologia precisa de avaliação da oxigenação, tem-se tornado um método de rotina quer durante a cirurgia, quer em cuidados intensivos, sendo considerada por alguns como um dos maiores avanços na monitorização dos doentes desde a electrocardiografia (1).

Comprender os princípios do funcionamento é essencial para o seu uso e para a interpretação dos valores (2).

Princípios da Oximetria de Pulso

O princípio da oximetria de pulso é baseado na lei de Beer, que afirma que a concentração de um determinado soluto pode ser calculada por absorção da luz. O oxímetro de pulso é constituído por um LED que emite luz a dois comprimentos de onda (660nm e 940nm) e um fotodetector (Fig 1.) Àqueles dois comprimentos de onda são usados porque, àqueles

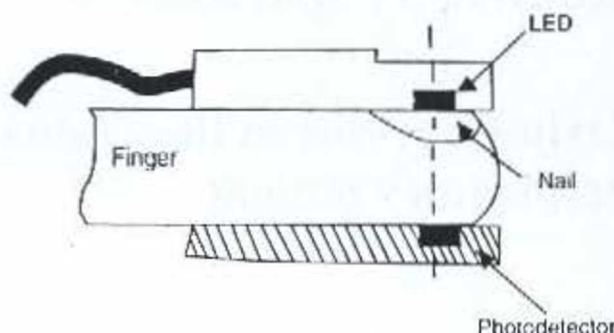


Fig. 1- Sensor de um oxímetro colocado sobre o leito ungueal, mostrando o LED aplicado sobre a unha e o fotodetector no lado oposto

níveis, as características de absorção da oxihemoglobina e da hemoglobina reduzida são bastante diferentes. A relação da absorção «pulsátil» (isto é, aquela que corresponde ao sangue arterial) nos dois comprimentos de onda corresponde à Saturação de O_2 (SpO_2).

Limitações da Oximetria de Pulso (Quadro I)

Existem uma série de situações em que o oxímetro de pulso pode fornecer informação incorrecta. Assim,

QUADRO I
Limitações da Oximetria de Pulso

• Dishemoglobinas, corantes endovenosos, verniz das unhas, icterícia
• Anemia, aumento do pulso venoso
• Alterações hemodinâmicas e hipotermia
• Hipoxemia grave ($SpO_2 < 70\%$)
• Luz externa intensa

a presença de dishemoglobinas ou corantes circulantes (por exemplo azul de metileno) produz leituras erradas, pois absorvem a luz aos mesmos comprimentos de onda que a oxihemoglobina ou hemoglobina reduzida. Do mesmo modo, a icterícia (sobretudo para valores de bilirrubina superiores a 20 mg/dl) e a presença de verniz nas unhas pode alterar os resultados. Na presença de situações que levem ao aumento do pulso venoso (por exemplo Insuficiência Cardíaca direita, regurgitação tricúspide e insuflação do «cuff» da pressão arterial acima da sonda) e em doentes com anemia severa (Hemoglobina <5g/dl) as leituras do oxímetro podem ser incorrectas, o mesmo acontecendo em situações de choque ou hipotermia, que tornam as avaliações menos rigorosas, mas ainda assim, suficientemente úteis. O rigor das medições em doentes com hipoxemia grave ($\text{SaO}_2 < 70\%$) decresce significativamente, o mesmo acontecendo quando a intensidade da luz exterior é elevada (lâmpadas de infravermelhos ou luz do sol intensa).

APLICAÇÕES CLÍNICAS DA OXIMETRIA (Quadro II)

QUADRO II

Indicações da Oximetria no estudo do doente respiratório

• Diagnóstico (exercício, estudos nocturnos)
• Avaliação da gravidade da asma aguda
• Indicação / ajuste da prescrição de Oxigenoterapia ?
• Auxiliar no ajuste da Ventiloterapia domiciliária
• «Feed-back» visual na Reabilitação Respiratória

A oximetria de pulso está indicada num número cada vez maior de situações em que é importante a detecção da hipoxemia. Esta pode ser um importante indicador diagnóstico (como no caso do padrão de dessaturação nocturna nos doentes com Síndrome da Apneia do Sono-SAS), de gravidade da doença (caso

da avaliação da asma aguda) e de ajuste da terapêutica (oxigenoterapia/ ventiloterapia).

Dada a amplitude das suas indicações, é no âmbito do diagnóstico do SAS, da detecção da hipoxemia nocturna na DPOC e da monitorização da ventiloterapia não invasiva, que iremos reflectir sobre o papel da oximetria no estudo do doente respiratório.

Papel da oximetria no diagnóstico do SAS

O SAS caracteriza-se por episódios repetidos de obstrução completa ou parcial das vias áreas superiores, condicionando fragmentação do sono e hipersónia diurna. Para o seu diagnóstico, torna-se necessário um estudo polissonográfico que inclui variáveis neurofisiológicas e cardiopulmonares. Em virtude da desproporção entre a escassa oferta de laboratórios para o estudo do sono (dotados de polissonografia, com necessidade de internamento, vigilância por um técnico e 4-6 horas de interpretação dos resultados) e a necessidade real destes exames, têm aparecido outros métodos mais simplificados que utilizam fundamentalmente a monitorização contínua da SaO_2 durante o sono. Assim, sabe-se que os eventos respiratórios durante o sono, normalmente acompanham-se de dessaturação de O_2 , pelo que a sua análise pode contribuir para o diagnóstico. No caso do SAS, o diagnóstico poderá ser feito pela análise visual do registo, uma vez que a doença é caracterizada por dessaturações curtas e frequentes (3). Contudo, muitos casos apresentam aspectos menos característicos, pelo que alguns critérios quantitativos poderão ser necessários.

Análise qualitativa da oximetria

Williams e col (4), demonstraram uma alta especificidade da oximetria (sobretudo se associada a um «score» clínico) para o diagnóstico de SAS. Assim, segundo aqueles autores, um padrão de oximetria caracterizado por alterações cíclicas com dessaturação $\geq 4\%$ e para um valor $\leq 90\%$, é altamente sugestivo daquele diagnóstico. Séries e col. (5), usando critérios

mais latos (flutuações repetidas da SaO_2 , não entrando em linha de conta com a amplitude) encontraram uma sensibilidade de 98% e uma especificidade de 48%.

Análise quantitativa da oximetria

Ryan e col (6), utilizando os «guidelines» da *British Thoracic Society* (Índice de Dessaturação -4%-superior a 15/hora), mostram uma especificidade de 100% e sensibilidade de 31%. Assim, segundo aqueles autores, a presença de mais de 15 dessaturações por hora, suporta o diagnóstico de SAS, justificando o tratamento com CPAP. Nos outros casos, estará indicado estudo polissonográfico.

Gyulay e col (7) encontra valores semelhantes para aquele índice (especificidade de 100% e sensibilidade de 40%), enquanto que usando o CT90 (percentagem do tempo passado abaixo de 90%) inferior a 1% exclui praticamente o SAS.

Finalmente, alguns autores (8,9), utilizando um «software» especialmente criado para o efeito, criaram um índice (Delta Index) cuja sensibilidade para o diagnóstico de SAS era de 98%. E assim, afirmam que uma oximetria nocturna com um índice inferior a 0,6 exclui o diagnóstico de SAS.

Uma das limitações da oximetria, que pode tornar os seus resultados menos fidedignos, é que o tempo total de sono e a quantidade de sono REM são desconhecidos; e assim um registo pode parecer normal porque o doente não dormiu ou não atingiu a fase REM do sono. Farney e col (10), comparando traçados de oximetria com o estudo polissonográfico completo, conseguiram estabelecer, com algum rigor, a diferenciação entre sono REM e não REM, e a duração total de sono. Assim, o início do sono, o tempo total do sono e estadios do sono (vigília, sono não REM e sono REM), poderá ser diferenciado pela análise sistemática da oximetria e da variabilidade da SaO_2 , porque durante o sono, há alterações do padrão respiratório, que são dependentes do estadios do sono e que resultam em alteração da PaO_2 . O estado de vigília, presente no início do traçado, serve de base para reconhecer vigília em outras partes do registo e caracteriza-se por

níveis de SaO_2 altos (>90%) e variações irregulares de pequena amplitude (geralmente menor que 5%). No sono não REM, há diminuição da SaO_2 média ($\pm 2\%$) em relação à vigília e na ausência de apneia o traçado da SaO_2 exibe só pequenas variações, que reflectem uma ventilação minuto constante. Se existirem apneias, o padrão é de oscilações sinusoidais, rítmicas, sem grande variabilidade. No sono REM, o padrão da SaO_2 é caótico devido à frequência respiratória e volume corrente irregulares, havendo diminuição da SaO_2 média. Na presença de apneias, as oscilações são menos uniformes e a dessaturação é maior quando comparada com as apneias da fase não REM.

Apesar dos bons resultados apresentados nestas séries (3-9), outros autores (11) contestam a sua utilidade no diagnóstico do SAS. Assim, segundo Yamashiro e Kryger (11), a variabilidade da sensibilidade e especificidade encontradas nestes estudos (causadas quer por factores técnicos quer pelas diferenças na gravidade da população estudada), sugere que a oximetria não será um exame ideal no despiste do SAS, tendo apenas algum valor para definir prioridades.

Deteção da hipoxemia em doentes com DPOC

A dessaturação nocturna, sobretudo associada à fase REM do sono, é um evento já bem conhecido em doentes com DPOC (12), ocorrendo frequentemente em doentes com hipoxemias graves, e entre 27% a 70% dos casos com hipoxemias ligeiras a moderadas (13,14). No entanto, não é ainda consensual a quantificação desta dessaturação nocturna; se Fletcher (13) caracteriza como «dessaturadores», aqueles com quedas abaixo de 90% de SaO_2 , durante ≥ 5 minutos, atingindo um nadir de pelo menos 85%, Chaouat (14), adopta a definição do *International Oxygen Club*, definindo «dessaturadores», quando a SaO_2 foi inferior a 90% em mais de 30% do tempo total de registo nocturno. Além disso, segundo alguns autores (15), é possível distinguir 2 padrões de dessaturação: 1) episódios de dessaturação ligeiros (menores que 4%); 2) episódios de dessaturação moderados (até 20%). Enquanto os primeiros são mais frequentes em doentes

«pink-puffers», os segundos, ocorrendo 2-4 vezes por noite (com uma duração de poucos minutos até meia hora) caracterizam sobretudo os «blue-bloaters». Embora alguns estudos iniciais (12) sugerissem que a hipoxemia nocturna favorecesse o aparecimento de hipertensão pulmonar, e conseqüentemente *cor pulmonale*, os resultados recentes não apoiam esta hipótese (14). Estes achados estão de acordo com um estudo randomizado recentemente publicado que não demonstrou melhoria da sobrevida em doentes com DPOC e hipoxemia diurna ligeira submetidos a oxigenoterapia domiciliária de longo termo (16).

A dessaturação durante o exercício também pode ser avaliada por oximetria neste grupo de doentes. Assim, ela pode ser útil para determinar a adequação dos débitos de oxigenoterapia prescritos (17) ou para avaliação da oxigenação basal de doentes com DPOC durante as actividades da vida diária (18). De acordo com os seus resultados estes autores propõem que se aumente o débito de O_2 durante algumas das actividades da vida diária e durante o sono (17) e que se tenha em consideração que, mesmo os doentes sem hipoxemia em repouso podem dessaturar durante tarefas associadas com movimento (andar, comer, lavar) (18).

Papel da oximetria na prescrição da ventiloterapia domiciliária

A monitorização contínua da SaO_2 é necessária enquanto se ajustam pela primeira vez os parâmetros ventilatórios e a FiO_2 , evitando punções arteriais excessivas. Por outro lado o registo da oximetria nocturna (sobretudo se associado à medição do CO_2 transcutâneo) permite despistar os episódios característicos de hipoventilação nocturna (19,20) que, se associados à sintomatologia característica e hipercapnia diurna podem indicar a ventiloterapia domiciliária. Logo que a ventiloterapia é prescrita, é necessário a monitorização nocturna da SaO_2 para avaliar a sua eficácia e da adaptação do doente (21).

Experiência pessoal com a oximetria

Desde há cerca de 3 anos que temos tido oportuni-

dade de utilizar a oximetria de pulso, e o registo contínuo da SaO_2 na avaliação clínica e terapêutica de doentes candidatos a um programa de Ventiloterapia domiciliária (22).

Temos usado um oxímetro portátil (*Cricket, Respironics Inc, Pennsylvania USA*), com cerca de 180g, funcionando com uma pilha de 9V, capaz de armazenar 24 horas de registo. Para além de avaliar a SaO_2 e pulso, o *Cricket* também contém um sensor de movimento que ajuda o clínico a excluir os valores distorcidos pelos movimentos do dedo. Este oxímetro grava os valores da SaO_2 , pulso e movimento em intervalos de 2 segundos, sendo o registo final «descarregado» para um computador, onde será feita a sua análise através de um «software» próprio. O programa de análise dos dados fornece quer resultados numéricos quer gráficos, podendo determinar-se a SaO_2 média, SaO_2 mínima, número de dessaturações por hora, % do tempo passado a vários intervalos de saturação de O_2 . Trata-se de um aparelho fiável, simples de utilizar e dado o seu tamanho, ideal para a realização de estudos domiciliários.

A Fig. 2 representa um traçado de oximetria de uma das situações com que mais frequentemente nos confrontamos na prática clínica.

CONCLUSÕES

Embora persistam algumas dúvidas quanto à real utilidade da oximetria no despiste da Síndrome da Apneia do Sono, na nossa opinião, trata-se de um método simples e barato, que pode ser extremamente útil (sobretudo se associado a uma avaliação clínica completa) como primeira abordagem destes doentes, definindo os casos mais graves, que necessitam de avaliação e tratamento urgentes. Na ausência de métodos mais rigorosos como a poligrafia cardio-respiratória, a oximetria nocturna deve fazer parte das técnicas usadas em Hospitais Periféricos, permitindo fazer uma melhor triagem dos casos a enviar às Unidades do Sono de referência e, eventualmente, tomar decisões terapêuticas nas situações mais graves.

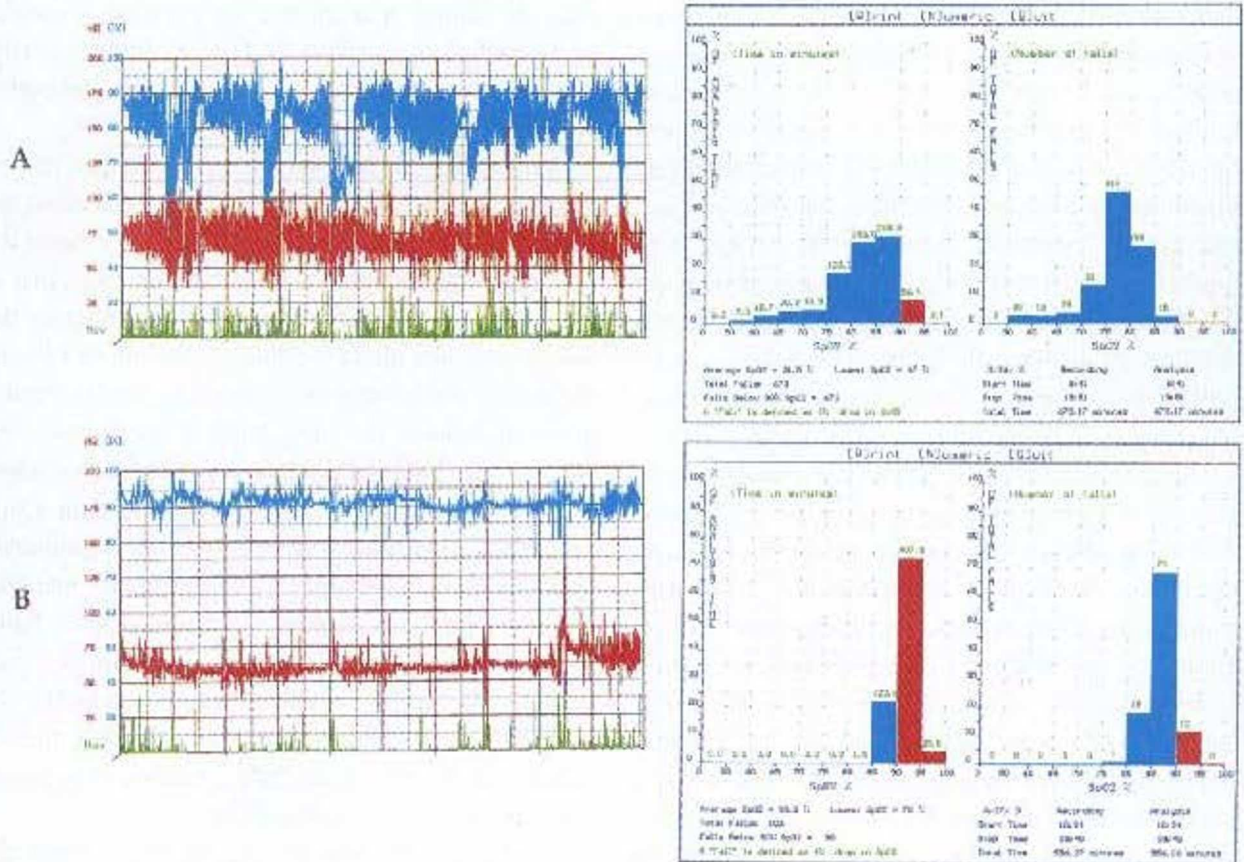


Fig. 2—Traçado de oximetria nocturna de um doente com Síndrome da Apneia do Sono grave. A) Registo em ventilação espontânea demonstrando dessaturações repetitivas (com amplitude até 20%) e outros episódios (pelo menos 4) de dessaturação mais profunda (mais de 30% de amplitude). À direita, nos histogramas, mostra-se que mais de 90% do tempo é passado abaixo de 90% de SaO₂ e que existem cerca de 60 episódios de dessaturação por hora; B) Registo durante ventilação não invasiva (IPAP 16cmH₂O, EPAP 8cmH₂O), com correcção quase total das dessaturações. Nos gráficos: em azul, saturação de O₂, em vermelho, frequência cardíaca; na zona inferior dos gráficos, movimentos do dedo

Quanto ao papel da oximetria na avaliação da oxigenação em doentes candidatos a oxigenoterapia e ventiloterapia domiciliárias, ele está mais bem estabelecido, devendo a sua determinação seriada, fazer parte, no futuro, das normas de seguimento destes doentes.

AGRADECIMENTOS :

À empresa Gasin pelas facilidades concedidas na obtenção do oxímetro.

BIBLIOGRAFIA

1. HANNING CD, ALEXANDER-WILLIAMS JM. Pulse oximetry: a practical review. *BMJ* 1995; 311: 367-70.
2. SCHNAPP LM, COHEN NH. Pulse oximetry: uses and abuses. *Chest* 1990; 98: 1244-50.
3. BONSIGNORE G, MARRONE O, MACALUSO C, SALVAGGIO A, STALLONE A, BELLIA V. Validation of oximetry as a screening test for obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur Respir J* 1990; 3 (suppl 11): 542s-544s.
4. WILLIAMS AJ, YU G, SANTIAGO S, STEIN M. Screening for Sleep Apnea using Pulse Oximetry and a Clinical Score-Chest 1991; 00: 31-35.
5. 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; 19: 449-453.
6. RYAN PJ, HILTON MF, BOLDY DAR, EVANS A, BRADBURY S, SAPIANO S, PROWSE K, CAYTON RM. Validation of British Thoracic Society guidelines for the diagnosis of the sleep apnoea/hypopnoea syndrome: can polysomnography be avoided? *Thorax* 1995; 50: 972-5.
7. GYULAY S, OLSON LG, HENSALEY MJ, KING MT, MURREE ALLEN K, SAUNDERS NA. A comparison of clinical assessment and home oximetry in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 50-3.
8. PÉPIN JL, LEVY P, LEPANLLE B, BRAMBILLA C, GUILLEMINAULT C. Does oximetry contribute to the detection of apneic events? Mathematical processing of the SaO₂ signal. *Chest* 1991; 99: 1151-57.
9. LÉVY P, PÉPIN JL, DESCHAUX-BLANC C, PARAMELLE B, BRAMBILLA C. Accuracy of oximetry for the detection of respiratory disturbances in sleep apnea syndrome. *Chest* 1996; 109: 395-99.
10. FARNEY RJ, WALKER LE, JENSEN RL, WALKER JM. Ear oximetry to detect Apnea and differentiate rapid eye movement (REM) and non-REM (NREM) sleep. Screening for the sleep apnea syndrome. *Chest* 1986; 89: 533-9.
11. YAMASHIRO Y, KRYGER MH. Nocturnal oximetry: Is it a screening tool for Sleep Disorders? *Sleep* 1995; 18 (3): 167-71.
12. FLENLEY DC. Sleep in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Clin Chest Med* 1985; 6(4): 651-661.
13. FLETCHER EC, MILLER J, DIVINE GW, FLETCHER JG, MILLER T. Nocturnal oxyhemoglobine desaturation in COPD patients with arterial oxygen tensions above 60mmHg. *Chest* 1987; 92: 604-608.
14. CHAOUAT A, WEITZEMBLUM E, KESSLAR R, CHARPENTIER C, EHRART M, LEVI-VALENSI P, ZIELINSKI J, DELAUNOIS L, CORNUDELLA R, MOUTINHO DOS SANTOS J. Sleep-related O₂ desaturation and daytime pulmonary haemodynamics in COPD patients with mild hypoxaemia. *Eur Respir J* 1997; 10: 1730-35.
15. DARDES N, MOSCATELLI B, RE MA, PELLICCIOTTI L, VULTERINI S. Screening study of nocturnal hypoxia in COPD patients with different clinical features. *Eur Respir J* 1990; 3 (suppl 11): 546s-548s.
16. GÓRECKA D, GORZELAK K, SŁIWINSKI P, TOBIASZ M, ZIELINSKI J. Effect of long term oxygen therapy on survival in patients with chronic obstructive pulmonary disease with moderate hypoxemia. *Thorax* 1997; 52: 674-679.
17. SŁIWINSKI P, LAGOSZ M, GÓRECKA D, ZIELINSKI J. The adequacy of oxygenation in COPD patients undergoing long-term oxygen therapy assessed by pulse oximetry at home. *Eur Respir J* 1994; 7: 274-278.
18. SOGUEL SCHENKEL N, BURDET L, DE MURALT B, FITTING JW. Oxygen saturation during daily activities in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1996; 9: 2584-2589.
19. ELLIS ER, BYE PTP, BRUDERER JW, SULLIVAN CE. Treatment of respiratory failure during sleep in patients with neuromuscular disease. Positive-pressure ventilation through a nose mask. *Am Rev Respir Dis* 1987; 35: 48-152.
20. SIMONDS AK. Selection of patients for home ventilation. In *Non-Invasive Respiratory Support*, Chapman & Hall 1996; Ed Simonds AK.
21. LANGEVIN B, LÉGER P, GERARD M, SUKKAR F, GUEZ A, DROBERTI. Monitoring nasal ventilation. *Eur Respir Rev* 1993; (3) 12: 260-265.
22. WINCK JC, NÉVEDA R, PÓVOA MC, CADECO A, MEIRELES P. Ventiloterapia domiciliar em doentes com insuficiência respiratória crónica. Efeitos a curto prazo. *Rev Port Pneumol* 1997; III (4): 369-376.