

Factores Biopsicosociales Predictores de Oximetría Alterada en Trabajadores de la Minería: Un Estudio Exploratorio

BIOPSYCHOSOCIAL FACTORS, PREDICTORS OF ALTERED OXIMETRY IN MINING WORKERS: AN EXPLORATORY STUDY

Aldo Vera¹, Jairo Vanegas², Macarena Hirmas³, Claudia Carrasco⁴, Claudio Silva⁵, Gustavo Contreras⁶

1. Psicólogo, Investigador FUCYT/ACHS. Magister en Administración. Académico Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile.

2. MD, Magister en Salud Pública. Investigador FUCYT/ACHS.

3. Matrona. Magister Salud Pública.

4. Enfermera. Magister en Salud Pública. Académico de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile.

5. Ph.D. Bioestadístico. Académico Escuela de Salud Pública Universidad de Chile.

6. MD. Especialista en Enfermedades Respiratorias y Medicina del Trabajo. Director Ejecutivo FUCYT/ACHS.

RESUMEN

El propósito del estudio fue explorar el perfil bio-psico-social de una muestra de trabajadores mineros con oximetrías alteradas a través de la utilización de árboles de partición recursiva. El diseño fue de tipo transversal y la muestra la constituyeron 136 trabajadores de la minería. Se realizó una entrevista de salud y se aplicó una encuesta psicosocial. Usando análisis exploratorio de datos y árboles de partición recursiva se encontraron combinaciones multidimensionales (perfiles) de predictores de oximetría alterada. Las variables más importantes fueron la edad, la presencia de sobrepeso u obesidad, el sedentarismo, el colesterol elevado, la fatiga y los síntomas de sueño. Se comprobó que si bien algunas variables aisladamente no aparecen asociadas a las oximetrías alteradas algunas combinaciones de ellas sí resultan ser buenas predictoras.

(Vera A, Vanegas J, Hirmas M, Carrasco C, Silva C, Contreras G. 2008. Factores Biopsicosociales Predictores de Oximetría Alterada en Trabajadores de la Minería: Un Estudio Exploratorio. *Cienc Trab*. Jul-Sep; 10 (29): 85-89).

Descriptores: ANÁLISIS DE REGRESIÓN, ANÁLISIS MULTIVARIANTE; ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA; OXIMETRÍA, TRABAJADORES/PSICOLOGÍA, PESO CORPORAL, CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN, ESTUDIOS TRANSVERSALES; MINERÍA/RECURSOS HUMANOS, CHILE.

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the bio-psycho-social profile of a sample of miners with altered oximetry through the use of recursive partition trees. The design was transversal and the sample comprised 136 miners. There was a health interview and a psychosocial survey applied to each of the members of the sample. The data analysis was based on non-parametric descriptive statistics and recursive partition trees. We found various types of combination of factors that predict altered oximetry. The most important variables were age, the presence overweight or obesity, sedentary lifestyle, cholesterol, fatigue and symptoms of sleep deprivation. It was concluded that while some variables by themselves do not appear associated with altered oximetry, their combination may very well be considered good predictors.

Descriptors: REGRESSION ANALYSIS; MULTIVARIATE ANALYSIS; STATISTIC NON PARAMETRIC; OXIMETRY; WORKERS/PSYCHOLOGY; BODY WEIGHT; POPULATION CHARACTERISTICS; CROSS-SECTIONAL STUDIES; MINING/MANPOWER; CHILE.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha reconocido la importancia de la medición de saturación de oxígeno en la sangre (SaO₂) como un medio indirecto de estudiar la hipoxemia, cualquiera sean sus causas (Bucher et al. 1989). Los niveles normales de oxígeno pueden ser medidos a través de una oximetría cuyo valor normal debe ser superior al 95% (Gwinnutt 1997).

La oximetría no invasiva es una técnica de medición biomédica que persigue conocer la concentración de oxígeno en sangre. Ésta se basa en la Ley de Beer-Lambert que afirma que la concentración de un soluto desconocido, en un solvente, puede ser determinada por la absorción de la luz (Levene y McKenzie 1988). En otros términos, esta medición se basa en el nivel de absorción de la luz a nivel molecular distinguiendo la oxihemoglobina de la desoxihemoglobina por medio de dos distintas longitudes de onda transmitidas a través del lecho ungueal y el lóbulo de la oreja, zonas más finas y transparentes del cuerpo (Scottish Intercollegiate Guidelines Network 2003; Villar et al. 2007).

Diversos estudios se han centrado en la evaluación de la técnica de medición contrastándola con diversos factores de riesgo. Por ejemplo, se han realizado mediciones de la saturación de oxígeno arterial durante la realización de ejercicio pesado en condiciones de hipoxias severas. En este caso la exactitud del oxímetro durante el ejercicio y bajo condiciones que simulaban altitud extrema en personas fumadoras y no fumadoras mostró niveles de medición con un error del 2% (Benoit et al. 1997).

Correspondencia / Correspondence

Aldo Vera C.

Fundación Científica y Tecnológica ACHS

Vicuña Mackenna 210, piso 6, Providencia

Santiago de Chile

Tel: (56) (2) 6853884

e-mails: fctavc@achs.cl • avera@med.uchile.cl

Recibido: 15 de agosto de 2008 / Aceptado: 8 de septiembre de 2008

En estudios realizados en Perú en trabajadores mineros en altura, el oxímetro mostró ser muy eficaz en la detección de hipoxemia relacionada a la silicosis (Donroe et al. 2008). Por otra parte, también se ha dado cuenta que las lecturas de los niveles de saturación (SaO₂) no sufren alteración a 2.240 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, se desconocen los valores para poblaciones ubicadas en altitudes intermedias, alrededor de los 1000 metros sobre el nivel del mar (Frangolias y Wilcox 2001).

De igual manera, se han estudiado características generales de pacientes, como la edad, el Índice de Masa Corporal –IMC–, exposición al tabaquismo o humo de leña y no se halló diferencias significativas relacionadas a los niveles de oximetría (Frangolias y Wilcox 2001). Otro estudio reciente no mostró diferencias significativas en los valores promedios de saturación de oxígeno según sexo y/o grupo etario, pero sí evidenció una relación directamente proporcional entre el peso corporal y la hipoapnea (Niederbacher et al. 2003).

Por otra parte, se ha demostrado que la desaturación de oxígeno (SaO₂) trae consigo consecuencias fisiológicas como la desregulación metabólica; ésta, a su vez, implica manifestaciones clínicas relacionadas a la depresión, alteraciones de la memoria, la atención y la coordinación visual-motora, lo que aparece relacionado a una mayor frecuencia de accidentes en el lugar de trabajo y accidentes automovilísticos (Nena et al., 2008).

Como se aprecia en los párrafos precedentes, la investigación se ha centrado especialmente en población general y, escasamente, en población ocupacional.

En este marco el propósito del presente estudio es explorar el perfil bio-psico-social de una muestra de trabajadores mineros con oximetrías alteradas a través de la utilización de árboles de partición recursiva.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño

El estudio fue transversal de tipo exploratorio.

Muestra

La muestra estudiada fue 136 trabajadores voluntarios que laboraban y duermen en una faena minera ubicada entre 1600 y 1900 metros de altura. A todas ellas se les realizó oximetría de pulso durante el sueño, bajo consentimiento informado. La selección de la muestra fue por conveniencia ya que se obtuvo de una muestra mayor a la cual se le realizó el examen. El criterio de selección fue que los trabajadores presentaran oximetrías alteradas o normales validadas con juicio de experto, descartándose de este modo todas aquellas que tuvieron mala registros.

Instrumentos

Cuestionario sociodemográfico y sociolaboral. En éste se recogió información respecto a edad, número y presencia de hijos, años de experiencia laboral y años de antigüedad en la empresa, lugar de residencia.

Indicadores biomédicos. Para determinar el peso (en Kg) se utilizó una pesa marca SECA; la talla fue medida con una cinta métrica y con estos datos se determinó el índice de masa corporal (IMC). La medición de grasa corporal se realizó mediante un impedanciómetro OMRON BF306 y se utilizó para la corrección del IMC. Para la oximetría durante el sueño se utilizó un oxímetro digital NONIN

8500 durante todo el período en que el trabajador dormía, de día o de noche.

Fatiga Subjetiva. Ésta fue medida utilizando el “Check List Individual Strength” (CIS) (Beurskens et al. 2000) que en su versión original está conformado por 20 ítems. Esta escala fue adaptada y validada a población chilena en un estudio previo (Vera et al. 2008) reduciéndose a 15 ítems, de los cuales se desprendieron dos subescalas. La primera de ellas evalúa Percepción Subjetiva de Fatiga Física, mientras la segunda evalúa Percepción Subjetiva de Fatiga Cognitiva. El formato de respuesta para las preguntas es de tipo Likert.

Síntomas de somnolencia o hipersomnía. Para la evaluación de síntomas de somnolencia se utilizó la Epworth Sleepiness Scale (ESS) (Izquierdo-Vicario et al. 1997); esta escala evalúa la tendencia a quedarse dormido en distintas situaciones siendo un formato Likert para las respuestas a sus preguntas.

Satisfacción Vital General. La medición de la satisfacción vital se realizó con la escala de Diener, la cual evalúa aspectos específicos de la satisfacción con la vida (Diener 1996).

Procedimiento

La recolección de la información se realizó entre los meses septiembre y diciembre del año 2007. La información relativa a salud y a factores sociodemográficos, fatiga, somnolencia y factores psicosociales fueron obtenidas por profesionales entrenados.

Luego de aplicar análisis exploratorio de datos a la información así reunida se procedió a procesarla en el contexto del método de análisis multivariado denominado Classification and Regression Trees (CART). Este último es un método no paramétrico propuesto por Breiman (Breiman et al. 1984) que, inicialmente, divide la muestra en dos conjuntos, en función de la respuesta que se quiere modelar y, luego, en etapas sucesivas va subdividiendo los conjuntos resultantes en función de las variables que vayan apareciendo más asociadas a esa respuesta.

El proceso va terminando en la medida que los subconjuntos (ramas) son suficientemente pequeños (tamaño prefijado); leyendo la trayectoria seguida para llegar a estos conjuntos terminales se detecta los perfiles de interés, en el contexto del problema estudiado.

Los datos fueron procesados usando los softwares SPSS versión 16.0 y SAS JMP 5.1.

RESULTADOS

El rango de edad de la muestra fue de 24 a 57 años con un promedio de 37,1 años.

El 94,9% de los participantes fueron varones con una edad promedio de 37,4 años (d.s = 7,5 años) y el 5,1% mujeres con una edad promedio de 31,4 años (d.s = 6,3 años).

De los 136 sujetos estudiados el 49,2% presentó alteraciones en las oximetrías.

El grupo con oximetría alterada presentó una mayor puntuación media en las variables edad, experiencia laboral, experiencia de trabajo en la empresa, en la distancia recorrida entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo, y en la cantidad de síntomas de somnolencia. En cambio el grupo con oximetría normal presentó una puntuación mayor en la variable satisfacción con la vida. (Tabla 1). Por otra parte, el grupo con oximetrías alteradas presentó una mayor proporción de índice de masa corporal anormal (sobrepeso y obesidad) y una mayor frecuencia de actividad física en comparación con el grupo sin oximetría alterada. (Tabla 2).

Tabla 1.
Factores demográficos y psicosociales de riesgo según oximetría.

	Oximetría	n	\bar{x}	d.s.
Edad	Normal	73	34,8	6,3
	Alterada	63	39,6	8,0
Experiencia laboral en meses	Normal	73	139,2	72,6
	Alterada	63	192,9	83,7
Experiencia de trabajo en la empresa	Normal	73	47,2	27,4
	Alterada	63	58,7	29,8
Distancia recorrida entre trabajo y lugar de residencia (Km)	Normal	73	396,8	348,3
	Alterada	62	592,4	483,5
Fatiga cognitiva	Normal	73	11,8	5,6
	Alterada	62	11,6	5,2
Fatiga física	Normal	73	16,7	9,0
	Alterada	62	19,2	10,2
Satisfacción Vital	Normal	73	26,1	2,5
	Alterada	63	25,4	2,6
Síntomas del sueño	Normal	73	3,4	2,6
	Alterada	63	4,3	2,6

ÁRBOLES DE CLASIFICACIÓN

Con el propósito de explorar la construcción de grupos de segmentos y de perfiles en función de la presencia de oximetrías alteradas se procedió a utilizar árboles de clasificación o de partición recursiva.

La variable respuesta fue oximetría con las categorías de alterada y no alterada. Las variables predictoras fueron: edad, distancia desde el lugar de trabajo al domicilio, fatiga física y cognitiva, síntomas de trastornos del sueño, satisfacción vital, índice de masa corporal -IMC-, colesterol, glicemia, consumo de tabaco y actividad física. El predictor más fuertemente asociado a oximetría alterada fue edad, categorizada en torno a 47 años; el grupo de los 136 trabajadores (que presentaban un 49,2% de oximetrías alteradas) quedó subdividido en 17 sujetos con edad mayor o igual a 47 años (con 88,2% de oximetrías alteradas) vs 119 sujetos menores de 47 años (con prevalencia 40,3%). Por su tamaño el primero de los grupos no era susceptible de subdivisión; el segundo sí. Para este subconjunto el predictor más relevante resultó ser IMC categorizado como "normal" (32 casos con 25% de prevalencia) vs "sobrepeso u obeso" (87 casos con prevalencia 46%). Continuando de esta manera el proceso de subdivisión culmina en la estructura presentada en la Figura 1.

Los resultados encontrados permitieron caracterizar los siguientes grupos de sujetos según clasificación por perfil:

- El primer perfil con alta probabilidad (0.88) de tener oximetría alterada corresponde al grupo de trabajadores con una edad mayor o igual a 47 años.
- El segundo perfil de alto riesgo (0.85) de oximetría alterada se caracterizó por tener una edad menor a 47 años, IMC normal, pero fatiga cognitiva de 15 puntos o más.
- El tercer perfil (con riesgo 0.85) correspondió a trabajadores con edades entre 33 y 47 años, IMC no normal y hábitos sedentarios.
- La cuarta agrupación reunió a los sujetos del mismo grupo etario e IMC precedentes, que no son sedentarios, pero presentaron a lo menos tres síntomas de sueño. Con tales características la probabilidad de presentar oximetría alterada es 0.80.
- La última agrupación es de riesgo alto (0.80), pero de pequeño tamaño y se caracteriza por tener como atributos: edad inferior a 33 años; IMC anormal, y colesterol bajo 240, pero viajar a lo menos 440 Km entre faena y hogar.

Tabla 2.
Factores de riesgo de presentar oximetría alterada.

		Oximetría		
		Normal	Alterada	Total
IMC	Normopeso	32,9%	15,9%	25,0%
	Sobrepeso	42,5%	49,2%	45,6%
	Obeso	24,7%	34,9%	29,4%
Actividad física	Sin actividad	80,8%	68,3%	75,0%
	Con actividad	19,2%	31,7%	25,0%
Glicemia	< 100	83,3%	77,6%	80,6%
	100 - 125	12,1%	17,2%	14,5%
	> 125	4,5%	5,2%	4,8%
Colesterol	Normal	37,9%	25,9%	32,3%
	200 - 239	33,3%	39,7%	36,3%
	> 240	28,8%	34,5%	31,5%
Consumo de tabaco	No fuma	30,1%	31,7%	30,9%
	Fuma	49,3%	46,0%	47,8%
	Ex fumador	20,5%	22,2%	21,3%

DISCUSIÓN

En función del propósito del estudio podemos señalar que a nivel bivariado se encuentran resultados que son consistentes con los hallazgos de la literatura. Como se señaló previamente, quienes presentaron oximetrías alteradas se caracterizaron por tener la condición de sobrepeso y/o de obesidad según los criterios del IMC y sedentarismo (Frangolias y Wilcox 2001; Peppard et al. 2000). No se encontró diferencias significativas para los niveles de colesterol, glicemia y consumo de tabaco.

Para las variables sociodemográficas y psicosociales, se encontró que quienes tenían oximetrías alteradas presentaron una puntuación media mayor en las variables edad, experiencia laboral, experiencia de trabajo en la empresa, síntomas de somnolencia y satisfacción con la vida. No se encontró mayores diferencias para la variable fatiga cognitiva y física.

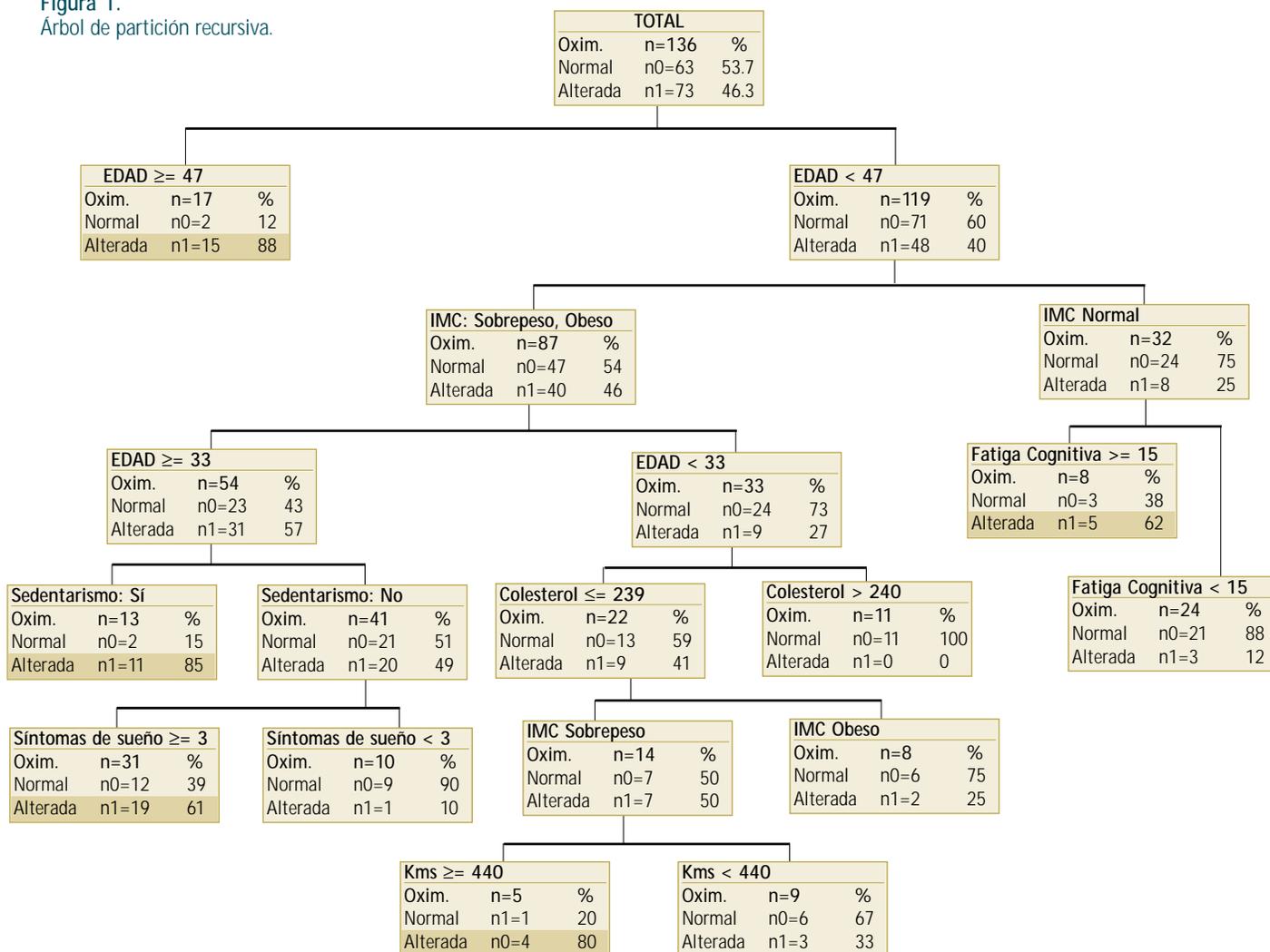
Por otra parte, al proceder a explorar los modelos de clasificación con el método no paramétrico de partición recursiva CART se detectó grupos de sujetos a cuyos perfiles aparecían asociadas en alta proporción oximetrías alteradas. Se evidenció que algunas variables predictoras que en el análisis bivariado no tuvieron gran peso por sí solas, al interactuar entre ellas permitieron determinar perfiles con alta probabilidad de pertenecer al grupo con oximetrías alteradas.

A partir del árbol de partición recursiva se encontró que la variable con mayor importancia es la edad. Quienes tienen una edad de 47 años o más tienen una mayor probabilidad de pertenecer al grupo de trabajadores que acusaron oximetrías alteradas. Por otra parte, quienes presentaron una edad entre los 33 y 46 años, y que a su vez presentaron factores de riesgo como sobrepeso u obesidad y sedentarismo también presentaron una probabilidad alta de pertenecer al grupo con oximetría alterada. A diferencia del estudio Frangolias y Wilcox (Frangolias y Wilcox 2001), quienes refieren no haber encontrado diferencias significativas en factores como los señalados.

Aquellas personas que tenían una edad menor a 47 años, acompañada de sobrepeso u obesidad, con reporte de colesterol alto y viviendo a más de 440 kilómetros de la faena minera también presentaron una probabilidad de pertenecer al grupo con oximetría alterada.

Otro de los grupos identificados que se caracterizó por presentar

Figura 1. Árbol de partición recursiva.



una edad < a 47 años, un IMC normal y fatiga cognitiva presentó una probabilidad intermedia de pertenecer al grupo con oximetrías alteradas. Este hallazgo es consistente con lo encontrado por Nena et al (2008).

Un cuarto grupo, que se caracterizó por tener una edad entre 33 y 46 años, asociado a sobrepeso u obesidad, sin sedentarismo, pero con síntomas de sueño, también presentó una probabilidad intermedia de pertenencia.

Finalmente, se debe señalar que los distintos perfiles de riesgo que se configuran a partir de la utilización de los métodos de clasificación propuestos aquí permitirían orientar intervenciones focalizadas no sólo a determinados factores de riesgo sino en la combinación de éstos. Se debe destacar la utilización de este tipo de método de análisis exploratorio de datos como fuente generadora de hipótesis de trabajo futuras.

Por otra parte, este estudio plantea la utilidad concreta de la utilización de la oximetría como técnica no invasiva, que podría operar a nivel preventivo para la detección precoz de casos potenciales con patologías asociadas a las desaturación de oxígeno.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con el apoyo de la Fundación Científica y Tecnológica. Los autores agradecen a todos aquellos que participaron del proceso de investigación.

REFERENCIAS

- Benoit H, Costes F, Feasson L, Lacour JR, Roche F, Denis C et al. 1997. Accuracy of pulse oximetry during intense exercise under severe hypoxic conditions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 76(3):260-263.
- Beurskens AJ, Bultmann U, Kant, I, Vercoulen JH, Bleijenberg G, Swaen GM. 2000. Fatigue among working people: validity of a questionnaire measure. *Occup Environ Med.* 57(5):353-357.
- Breiman L, Friedman J, Stone CH, Olshen RA. 1984. *Classification and Regression Tree.* USA: Chapman & Hall.
- Bucher HU, Fanconi S, Baeckert P, Duck G. 1989. Hyperoxemia in newborn infants: Detection by pulse oximetry. *Pediatrics.* 84:226-230.
- Diener E. 1996. Subjective well-being in cross-cultural perspective. En: Grad H, Blanco A y Georgas J. (eds). *Key issues in cross-cultural psychology.* Lisse, Netherlands: Swets y Zeitlinger.
- Donroe JA, Maurtua-Neumann PJ, Gilman RH, Acosta AT, Cain G, Parker JE et al. 2008. Surveillance for early silicosis in high altitude miners using pulse oximetry. *Int J Occup Environ Health.* 14(3):187-192.
- Frangolias DD, Wilcox P. 2001. Predictability of oxygen desaturation during sleep in patients with cystic fibrosis: clinical, spirometric, and exercise parameters. *Chest.* 119:434-441.
- Gwinnutt CDP. 1997. Understanding oxygenation. En: Driscoll P, Brown T, Gwinnutt C, Wardle T. *A simple guide to blood gas analysis.* USA: Blackwell Publishing. p. 47-64.
- Izquierdo-Vicario Y, Ramos-Platon M J, Conesa-Peraleja D, Lozano-Parra AB, Espinar-Sierra J. 1997. Epworth sleepiness scale in a sample of the spanish population. *Sleep.* 20(8):676-677.
- Levene S, McKenzie SA. 1988. Pulse oximetry in children. *Lancet.* 1(8582):415-416
- Nena E, Tsara V, Steiropoulos P, Constantinidis T, Katsarou Z, Christaki P et al. 2008. Sleep-disordered breathing and quality of life of railway drivers in greece. *Chest.* 134(1):79-86.
- Niederbacher VMG, García M, Gómez G. 2003. Valores de referencia de saturación arterial de oxígeno mediante pulso oximetría en niños sanos de Bucaramanga. *MedUNAB.* 6(17):63-6.
- Peppard PE, Young T, Palta M, Dempsey J, Skatrud J. 2000. Longitudinal study of moderate weight change and sleep-disordered breathing. *JAMA.* 284(23):3015-21.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. 2003. Management of obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome in adults: a national clinical guideline. Edinburgh, Scotland: SIGN.
- Vera A, Vanegas J, Carrasco C, Contreras G. 2008. Mal agudo de montaña, fatiga física y cognitiva en trabajadores de la minería que laboran en condiciones de altitud geográfica. En proceso de publicación.
- Villar F, Jareño J, Álvarez-Sala R. 2007. *Patologías respiratorias. Manual de procedimientos de diagnóstico y control.* Madrid: Gráficas Enar.