

Catéter transtraqueal y oxígeno líquido: 5 años de experiencia

Ch. Domingo, R. Coll*, J. Izquierdo, J. Roig, J. Klamburg**, E. Domingo***, J.A. Moreno** y J. Morera

Servicios de Neumología, *Rehabilitación y **Medicina Intensiva. Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. Badalona. Barcelona. ***Cátedra de Fisiología y Biología Molecular. Universidad Autónoma de Barcelona.

Hemos estudiado la tolerancia clínica, complicaciones, evolución de las pruebas de función respiratoria (PFR), gasometría arterial, hemoglobina (Hb), test de esfuerzo de 6 minutos (6 wt) y sensación subjetiva de disnea valorada por la escala visual analógica (VAS), en un grupo de 18 pacientes (17 obstructivos y uno restrictivo) incluidos previamente en un programa de oxigenoterapia continua domiciliaria (OCD) por gafas nasales, que aceptaron oxigenación portátil por catéter transtraqueal (CTT) desde 1988 hasta 1993. La tolerancia fue buena, no hubo complicaciones letales secundarias al CTT y se consiguió un excelente cumplimiento de la prescripción de la OCD. Se observó un deterioro de las pruebas de función pulmonar y una mejoría de la Hb y de la PaO₂ con un importante ahorro de oxígeno (50%). El 6 wt no se deterioró al final del primer año, sin embargo empeoró notablemente al final del tercer año, a pesar de haberse preservado relativamente el deterioro de la función pulmonar. No se observó empeoramiento de la disnea valorada mediante VAS. Concluimos que la tolerancia al método fue buena, sin existir complicaciones relevantes. La OCD por CTT no evitó el deterioro de la obstrucción bronquial. La oxigenación de los pacientes fue mejor como lo demuestran la disminución de la Hb y la mejoría de la PaO₂ observadas al final del primer año de seguimiento. La evolución del 6 wt muestra que para optimizar más los beneficios de la OCD por CTT es conveniente que los pacientes sigan un programa de rehabilitación pulmonar.

Palabras clave: *Catéter transtraqueal. Oxígeno líquido. Oxigenoterapia domiciliaria.*

Arch Bronconeumol 1995; 31: 13-17

Introducción

En 1970, Neff y Petty¹ sugirieron que la oxigenoterapia continua domiciliaria (OCD) podría mejorar la supervivencia de los pacientes con obstrucción crónica al flujo aéreo e hipoxemia crónica, pero fueron los

Transtracheal catheter and liquid oxygen: 5 years of experience

We studied clinical tolerance, complications, change in pulmonary function test results, arterial gasometrics, hemoglobin (Hb), 6 minute stress tests (6 wt) and subjective perception of dyspnea assessed on a visual analog scale (VAS) in a group of 18 patients (17 with obstructive disease and one with restrictive disease). These patients had previously been enrolled in a home oxygen therapy (HOT) program to deliver continuous oxygen therapy through nasal prongs, and had accepted portable oxygen therapy delivered by transtracheal catheter (TTC) from 1988 until 1993. Tolerance was good, there were no lethal complications of TTC, and excellent compliance with the prescribed HOT was achieved. Lung function test results worsened, while Hb and PaO₂ improved and significant oxygen savings (50%) were achieved. The 6 wt test results had not worsened at the end of the first year but did so significantly at the end of the third year, in spite of a relative preservation of lung function. Dyspnea assessed on a VAS was not seen to worsen. We conclude that tolerance of the method was good and that no relevant complications occurred. HOT by TTC did not prevent worsening of bronchial obstruction. Oxygenation of patients was better, as shown by the decrease in Hb and the improvement in PaO₂ at the end of the first year of monitoring. Changes in 6 wt showed that in order to achieve greater benefit from HOT by TTC, patients should follow a pulmonary rehabilitation program.

Key words: *Transtracheal catheter. Liquid oxygen. Home oxygen therapy.*

resultados del NOTT² y del MRC³ los que definieron los criterios de OCD y los beneficios que de la misma se derivan. Posteriormente, se intentó no sólo alargar la vida de estos pacientes, sino además mejorar su calidad de vida. Se introdujo el oxígeno líquido junto con los sistemas ahorradores del mismo –entre los cuales se encuentra el catéter transtraqueal (CTT)– para favorecer la reinserción social de los pacientes.

Heimlich⁴ en 1982 comprobó la efectividad de la administración de oxígeno por vía transtraqueal. A

Correspondencia: Dr. Ch. Domingo.
Josep Irla i Bosch, 10, 1.º 1.ª. 08034 Barcelona.

Recibido: 30-12-93; aceptado para su publicación: 12-7-94.

partir de ese momento, se inició el uso del CTT como método de administración de oxígeno a los pacientes candidatos a OCD⁵. Posteriormente, otros autores contribuyeron a la difusión del nuevo método y modificaron ciertos aspectos técnicos⁶⁻⁹. En 1988, se colocó el primer CTT en el Estado español¹⁰ y se inició el uso del mismo¹¹⁻¹⁴. Existen, sin embargo, trabajos en la literatura que cuestionan tanto la utilidad como las indicaciones del CTT^{15,16}. El propósito de este trabajo es describir nuestra experiencia a lo largo de 5 años en el uso de oxígeno líquido administrado por CTT.

Material y métodos

Población

Se estudiaron 18 pacientes (16 varones y 2 mujeres), 17 afectados de una limitación crónica al flujo aéreo (LCFA) secundaria a tabaquismo y un paciente afectado de un proceso intersticial pulmonar¹⁷, incluidos previamente en un programa de OCD, que aceptaron voluntariamente la colocación de un CTT. En el momento de iniciarse la OCD los pacientes ya habían abandonado el hábito tabáquico. Las características antropométricas, tiempo de OCD previo y las pruebas de función respiratorias quedan reflejadas en la tabla I. El tiempo de seguimiento de los pacientes fue de $36,8 \pm 3,8$ meses.

Metodología

Se realizó un estudio funcional respiratorio con un espirómetro tipo *rolling-seal* de pistón seco y desplazamiento horizontal, acompañado de un módulo de volúmenes pulmonares, módulo de difusión compuesto por un *bag in a box*, juego de válvulas neumáticas y ordenador IBM PC XT (PFT Horizon System, Sensormedics), y en una cabina pletismográfica automatizada para volúmenes pulmonares y resistencia de vías aéreas (Spectramed, Holanda, Sensormedics).

La colocación del CTT (Oxycath, Smad-Proclinics®) se realizó en la unidad de cuidados intensivos mediante técnica Seldinger previamente descrita⁹⁻¹¹. Se inició la oxigenoterapia 24-36 horas después de la colocación del CTT, y en los casos en los que el paciente presentó accesos de tos durante la maniobra de colocación del CTT, la administración de oxígeno se retrasó hasta el tercer o cuarto día. Los pacientes siguieron con el tratamiento habitual y únicamente se añadió codeína en casos de tos intensa. En los casos de marcada hiperreactividad bronquial se administraron de modo preventivo corticoides por vía intravenosa.

El flujo mínimo de oxígeno necesario, para mantener durante un 95% de la noche una saturación de oxígeno superior al 88%, se determinó mediante repetidas pulsioximetrías nocturnas, tanto con gafas nasales como con CTT. Ello permitió calcular el ahorro de oxígeno en reposo durante la noche que permite el CTT. Se realizó además una gasometría arterial con los pacientes despiertos, recibiendo oxígeno por CTT al flujo predeterminado por la oximetría nocturna, y se determinó también la hemoglobina, al inicio y al final del primer año de seguimiento.

Los pacientes y sus familiares recibieron un programa educativo durante el ingreso hospitalario sobre el equipo de oxígeno líquido (Vital Aire-SEO), que posteriormente utilizarían en su domicilio.

El recambio del CTT se realizó ambulatoriamente semanalmente en el gabinete de broncofibroscopias de nuestro

TABLA I
Datos antropométricos y de funcionalismo respiratorio

Edad (años)	61 ± 5,6
Tiempo OCD (meses)	26,9 ± 18
Peso (kg)	61,7 ± 8
Altura (cm)	162 ± 6,6
FVC (l)	1,79 ± 0,71
FEV ₁ (l)	0,85 ± 0,41
FEV ₁ /FVC (%)	48 ± 14
RV (l)	4,3 ± 1,74
TLC (l)	6,3 ± 2,71
KCO (%)	67 ± 34

TABLA II
Complicaciones inmediatas

Aumento de la tos	5
Hemoptisis	5
Tapones mucosos	5
Inversión punta CTT	1
Hemorragia tiroidea	1
Broncospasmo	2

CTT: catéter transtraqueal.

hospital, utilizándose el Oxycath n.º 2º dotado de una guía metálica. Este tipo de recambio se realizó durante las primeras 8-10 semanas. Posteriormente el recambio del CTT lo realizó el propio paciente, en ocasiones asistido por algún familiar en su domicilio cada 1-3 semanas.

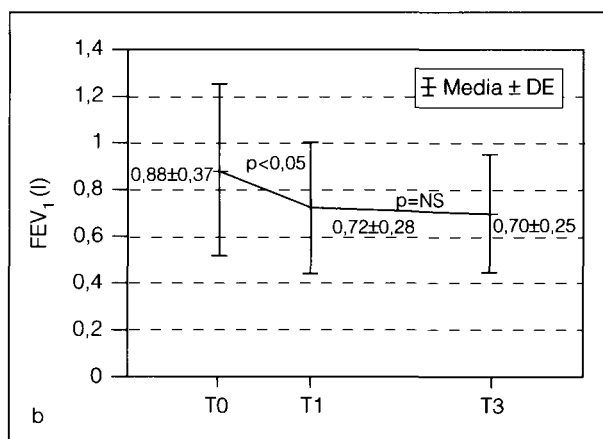
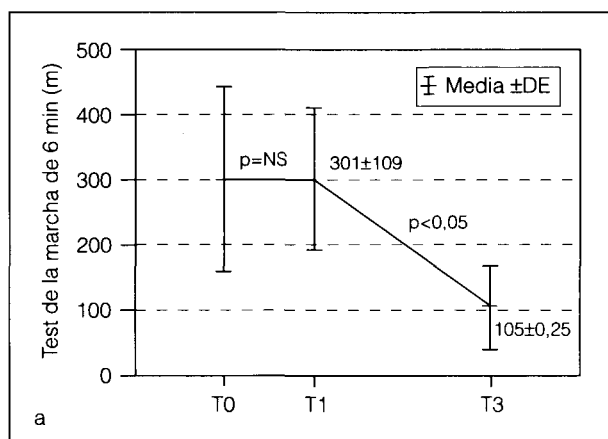
Para determinar la tolerancia al esfuerzo se practicó un test de la marcha de 6 minutos (6 wt)¹⁸ inmediatamente después de la colocación del CTT, al cabo de un año, y a los 3 años en el grupo de supervivientes. La sensación de disnea se midió mediante una escala visual analógica (VAS)¹⁹ y la frecuencia cardíaca al inicio y al final de cada test. Estas determinaciones se realizaron con los pacientes recibiendo oxígeno procedente de una fuente portátil de oxígeno líquido (Stroller) transportada por el propio paciente, y permitió ajustar el flujo de oxígeno mínimo necesario para cada paciente durante el esfuerzo, para mantener una saturación de oxígeno por encima del 88%.

Se recogen también las complicaciones inmediatas (aquellas aparecidas durante las primeras 8-10 semanas después de la colocación del CTT), así como las aparecidas durante el seguimiento.

Los pacientes se incluyeron en un programa de rehabilitación respiratoria antes de la colocación del CTT para posteriormente ser controlados en nuestra consulta externa, sin participar durante el tiempo de seguimiento en ningún otro programa de rehabilitación. En la consulta externa fueron controlados como el resto de pacientes con LCFA, sin recibir ningún tipo de atención especial, excepto la realización de una pulsioximetría con el paciente recibiendo oxígeno por CTT para comprobar el correcto funcionamiento de la fuente portátil de oxígeno líquido. Se procedió además en cada visita a una anamnesis orientada a detectar complicaciones secundarias al CTT.

Resultados

Las complicaciones inmediatas quedan expuestas en la tabla II. Es interesante comentar que uno de los episodios de hemoptisis de unos 200 ml, se acompañó de broncospasmo severo y requirió la intubación oro-



Figs. 1a y b. a) Test de la marcha de 6 min (m) y b) volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) (l).

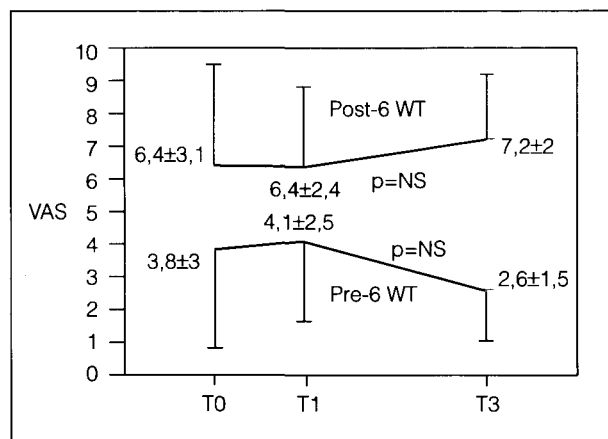


Fig. 2. Evolución de la disnea valorada mediante la escala visual analógica (VAS).

traqueal (IOT) del paciente. Las broncofibroscopias practicadas tanto a través del tubo orotraqueal como después de la extubación no evidenciaron lesión de la mucosa traqueal ni del foramen de entrada del CTT en la tráquea. Las complicaciones a largo plazo incluyeron fallecimiento de 5 pacientes, tres de ellos dentro de los primeros 6 meses después de la colocación del CTT. Dos de ellos tenían el CTT colocado a través de una cánula de traqueostomía y el tercer paciente sufría una hemangiomasia capilar pulmonar en fase terminal¹⁷. Un cuarto paciente falleció al cabo de 2 años y otro a los 3,5 años de colocado el CTT. Ningún fallecimiento estuvo relacionado con la utilización de un CTT.

Queremos destacar que hubo 3 pacientes que decidieron abandonar la OCD por CTT: un paciente a los 2 meses de su colocación debido a presiones familiares, y otros 2 casos a los cuales durante las maniobras de IOT por insuficiencia respiratoria crónica agudizada se les retiró accidentalmente el CTT. En ninguno de estos 2 casos se procedió a su reimplantación, puesto que un paciente rehusó y el segundo estaba afectado de una estenosis traqueal post-IOT y es portador

todavía en la actualidad de una prótesis de Montgomery.

Hubo varios episodios de lesiones cutáneas poco importantes alrededor del foramen externo de la fistula traqueocutánea resueltas con antisépticos locales y/o en algunos casos con antibióticos y antiinflamatorios por vía sistémica. Un paciente presentó un botriomicoma (granuloma piogénico con hiperplasia epitelial), que requirió curetaje del foramen de la fistula. Además, hemos constatado en 6 pacientes un incremento de la secreción bronquial, y en cuatro colonización por *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente.

La evolución de la PFR, 6 wt y VAS de los 10 pacientes que finalizaron el seguimiento a 3 años se exponen en las figuras 1 y 2. Como puede observarse, la VAS no aumentó en situación basal en ningún momento de la evolución; aumentó únicamente al final de cada test, reflejando el esfuerzo realizado por el paciente. El 6 wt se deterioró notablemente al final del tercer año, sin que ello se acompañara de un marcado deterioro del grado de obstrucción bronquial.

Los flujos medios de oxígeno requeridos por gafas nasales y CTT se reflejan en la figura 3. El ahorro de oxígeno con el CTT fue de un 50%. Al final del primer año se observó un descenso de la hemoglobina (que se mantuvo hasta el final del seguimiento) y una mejoría de la presión parcial de oxígeno con el mismo flujo de oxígeno administrado por CTT (fig. 4).

Discusión

Desde que en enero de 1988 iniciamos nuestro protocolo de OCD por CTT¹⁰, 18 pacientes han sido sometidos a este tratamiento. No contabilizamos el número de pacientes a los que se les propuso la OCD por CTT, pues la finalidad de nuestro estudio era comprobar la tolerancia y beneficios que el método aporta; sin embargo, como señalan Díaz Lobato et al¹² y Sampablo et al¹⁴, el índice de aceptación del tratamiento es bajo en el Estado español (7 y 17%, respectivamente). Ello posiblemente se deba, al menos en

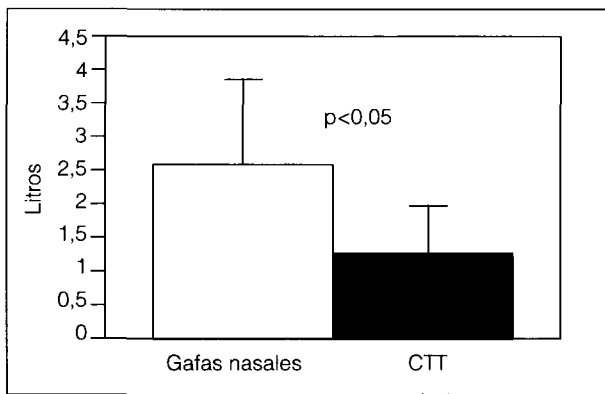
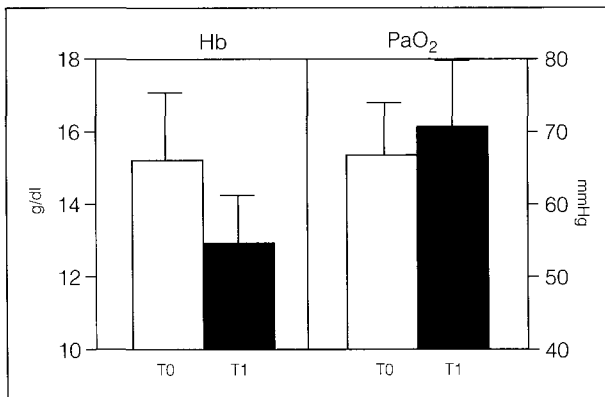


Fig. 3. Flujo medio de oxígeno requerido por gafas nasales y catéter transtraqueal (CTT).



Figs. 4a y b. Evolución al cabo de un año de a) hemoglobina (Hb), y b) PaO₂.

parte, a la falta de información que los pacientes respiratorios crónicos tienen sobre los tratamientos de su enfermedad, y a la confusión de la oxigenación transtraqueal con la traqueostomía reglada.

Creemos importante destacar, en primer lugar, que no hubo ningún fallecimiento secundario a la colocación o a complicaciones debidas al CTT²⁰, y que nuestros resultados concuerdan con otras series de la literatura^{6,7}. Si bien se ha descrito algún caso de fallecimiento atribuido al CTT, han sido casos aislados, y en los que la indicación del CTT no era apropiada²¹. La tolerancia a la maniobra de colocación del CTT, además, fue excelente, a pesar de la severidad de la insuficiencia ventilatoria, realizándose siempre con anestesia local. Es interesante resaltar que ningún paciente presentó enfisema subcutáneo, complicación que suele aparecer hasta en un 7% de casos⁹, posiblemente debido al retraso de 24-36 horas con que se inició la administración de oxígeno. La aparición de taponos mucosos, problema que ocurre en un 6,5% de casos⁹, se resolvió aumentando la frecuencia de instilaciones de suero salino fisiológico a través del CTT.

Un paciente, como ya se ha comentado, debido básicamente a presiones familiares solicitó la retirada del CTT al cabo de 2 meses de su colocación. Ello apoya sin duda el hecho de que únicamente aquellos

pacientes con buen soporte familiar son candidatos a OCD por CTT. Dos pacientes dejaron de utilizar el CTT al cabo de 2 y 3 años, después de una retirada accidental (uno de estos pacientes requirió la colocación de una prótesis de Montgomery debido a una estenosis traqueal postintubación no relacionada con el CTT). En 2 casos, el CTT fue colocado a través de una cánula de traqueostomía, y en un caso contribuyó eficazmente al destete del paciente de la ventilación mecánica²².

Queremos mencionar además que ningún paciente presentó clínica de *cor pulmonale*, y que 3 pacientes de la serie reiniciaron actividades laborales (16,6%), debido al menos en parte al beneficio estético que el sistema ofrece. Finalmente es interesante destacar que en un elevado porcentaje de pacientes se observó un incremento del grado de hipersecreción bronquial.

La función pulmonar de la serie no mejoró al final del estudio como era de esperar. Weitzemblem et al²³ ya habían demostrado que la oxigenación por gafas nasales no mejoraba las PFR de los pacientes, a pesar de la mejoría hemodinámica observada. Hoffman por su parte siguió a 2 pacientes durante 18 meses sin observar deterioro de la función respiratoria¹⁵, y Christopher²⁴ sugirió la posibilidad de que el flujo de oxígeno administrado por el CTT pudiera tener un cierto efecto de presión positiva espiratoria final. Nuestra serie, sin embargo, ilustra claramente que la oxigenación por CTT no evita el deterioro del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁). El 6 wt, sin embargo, no empeoró al final del primer año de seguimiento, a pesar del deterioro del FEV₁. Creemos pues que la oxigenación por CTT a medio plazo ayuda a prevenir el deterioro de la capacidad de esfuerzo de estos pacientes. Por otro lado, la valoración subjetiva de disnea medida por la VAS tampoco se deterioró. Es importante recalcar aquí los resultados de Couser²⁵ y Benditt²⁶ los cuales muestran que la oxigenación por CTT disminuye el volumen corriente inspirado. Este podría ser el mecanismo que evitaría el deterioro a medio plazo de la VAS. A pesar de empeorar las PFR, la oxigenación de los pacientes (valorada por la presión parcial de oxígeno) mejoró al final del primer año. O'Donohue²⁷, como nosotros²⁸, cree que ello puede deberse a la oxigenación continuada 24 horas al día que el CTT permite. Posiblemente los beneficios hemodinámicos, que este tipo de oxigenación ofrece, deben influir positivamente en este aspecto²⁹. Como consecuencia de esta mejor oxigenación, disminuyeron los valores de hemoglobina, que al inicio del estudio estaban en el límite superior de la normalidad. Este punto también coincide con los resultados de otros autores⁶.

El grupo de 10 pacientes, que pudieron ser seguidos durante 3 años, mostró una pérdida de la función respiratoria menor que los 18 pacientes que iniciaron el estudio, porque posiblemente se trataba de pacientes menos deteriorados y por ello pudieron ser seguidos durante más tiempo. Es posible además que este resultado esté influido por el corto número de pacientes estudiados. Sin embargo, resulta interesante com-

probar que el 6 wt se deterioró notablemente al final de los 3 años de seguimiento, posiblemente debido a que estos pacientes, a pesar de estar correctamente oxigenados durante 24 horas al día, mostraron una tendencia a disminuir su actividad física (determinada por la actividad fuera del domicilio), según se derivó de las anamnesis realizadas en los controles en consultas externas. Parece pues razonable que para aumentar a largo plazo las actividades sociales de estos pacientes, la oxigenación por CTT se acompañe de un programa de entrenamiento físico continuado³⁰. A largo plazo, tampoco empeoró la sensación subjetiva de disnea ni en reposo (en parte debido a las teorías de Couser²⁵ y Benditt²⁶), ni postesfuerzo, debido al menor esfuerzo realizado.

Finalmente queremos resaltar que el ahorro de oxígeno calculado durante la noche fue del 50%, como en otras series de la literatura⁹. Ello permitiría alargar el recambio de las bombonas de oxígeno comprimido en aquellos pacientes que están obligados a utilizar este tipo de depósito, así como aumentar la autonomía de las fuentes portátiles.

Vemos pues que la oxigenación por CTT se ha introducido progresivamente en el Estado español^{10,12,14}, quizá con más lentitud de lo esperado. Es una técnica con baja morbilidad que contribuye a incrementar, al menos al principio, las actividades extradomiciliarias de los pacientes con LCFA y OCD debido tanto a los beneficios clínicos como a los estéticos. Sin embargo, para optimizar los beneficios de la oxigenoterapia mediante CTT creemos aconsejable incluir estos pacientes en un programa de rehabilitación pulmonar³⁰.

BIBLIOGRAFÍA

- Neff TA, Petty TL. Long term continuous oxygen treatment in chronic airway obstruction. *Ann Intern Med* 1970; 72: 621-626.
- Nocturnal Oxygen Therapy Trial group. Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxaemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. *Ann Intern Med* 1980; 93: 391-398.
- Medical Research Council Working Party. Long term domiciliary oxygen therapy in chronic hypoxic cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphysema. *Lancet* 1981; 1: 681-686.
- Heimlich HJ. Respiratory rehabilitation with transtracheal oxygen system. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982; 91: 643-647.
- Heimlich HJ, Carr GC. Transtracheal catheter technique for pulmonary rehabilitation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985; 94: 502-504.
- Christopher KL, Spofford BT, Petrun MD, McCarty DC, Goodman JR, Petty TL. A program for transtracheal oxygen delivery. *Ann Intern Med* 1987; 107: 802-808.
- Heimlich HJ, Carr GC. The Micro-Trach. A seven-year experience with transtracheal oxygen therapy. *Chest* 1989; 95: 1.008-1.012.
- Léger P, Gérard M, Mercatello, Robert D. Transtracheal catheter for oxygen therapy of patients requiring high oxygen flow. *Chest* 1984; 86: 113.
- Domingo Ch, Léger P, Morera J. Catéter transtracheal: una puerta abierta a la oxigenoterapia continua domiciliaria moderna. *Med Clin (Barc)* 1990; 94: 103-106.
- Domingo Ch, Coll R, Roig J. Catéter transtracheal: una alternativa a los métodos de oxigenoterapia crónica domiciliaria. *Arch Bronconeumol* 1988; 24: 268.
- Domingo Ch, Coll R, Roig J, Iquiedo J, Aguilar X, Morera J. Catéter transtracheal: una alternativa a los métodos convencionales de OCD. *Arch Bronconeumol* 1988; 24 Supl 1: 51.
- Díaz Lobato S, Villasante C, Muñoz J, Granada S, García I, Bolado PR et al. Experiencia en oxigenoterapia por catéter transtracheal. *Arch Bronconeumol* 1991; 27 Supl 1: 25.
- Díaz Lobato S, Villasante C, Villamor J. Beneficios que aporta la oxigenoterapia por catéter transtracheal. *Med Clin (Barc)* 1993; 100: 264-265.
- Sampablo I, Monasterio C, Escarrabill J, Estopà R. Complicaciones asociadas al catéter transtracheal. *Arch Bronconeumol* 1993; 29 Supl 1: 89.
- Hoffman LA, Dauber JH, Ferson PF, Openbrier DR, Zullo TG. Patient response to transtracheal oxygen delivery. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 153-156.
- American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 225-243.
- Domingo Ch, Encabo B, Roig J, López D, Morera J. Pulmonary capillary hemangiomas: report of a new case and review of the literature. *Respiration* 1992; 59: 178-180.
- Butland RJA, Gross ER, Pang J, Woodcock AA, Geddes DM. Two-six, and 12 minute walking test in respiratory diseases. *Br Med J* 1982; 284: 1.607-1.608.
- Aitkin RCB. Measurement of feelings using visual analogue scales. *Proc Roy Soc Med* 1962; 62: 989-993.
- Domingo Ch, Klamburg J, Coll R, Izquierdo J, Torradell P, Tomasa A. Catéter transtracheal: complicaciones inmediatas. *Med Intensiva* 1990; 15: 123-126.
- Van Der Werf TS, Meinesz AF, Postmus PE. Airway obstruction by a mucous ball from a transtracheal catheter. *Chest* 1992; 101: 1.739-1.740.
- Domingo Ch, Aguilar X, Klamburg J, Coll R, Payá JM, Ruiz J. Aplicación del catéter transtracheal en medicina intensiva. *Med Intensiva* 1989; 13: 185-187.
- Weitzemblem E, Sautegeau A, Ehrhart M, Mammosser M, Pelletier A. Long-term oxygen therapy can reverse the progression of pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131: 493-498.
- Christopher KL, Spofford BT, Branin PK, Petty TL. Transtracheal oxygen therapy for refractory hypoxaemia. *JAMA* 1986; 256: 494-497.
- Couser JI, Make BJ. Transtracheal oxygen decreases inspiratory minute ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 627-631.
- Benditt J, Pollock M, Roa J, Celli B. Transtracheal delivery of gas decreases the oxygen cost of breathing. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 1.207-1.210.
- O'Donohue WJ. Effect of oxygen therapy on increasing arterial oxygen tension in hypoxaemic patients with stable chronic obstructive pulmonary disease while breathing ambient air. *Chest* 1991; 100: 968-972.
- Domingo Ch, Domingo E, Coll R, Izquierdo J, Morera J. Effect of oxygen therapy on increasing PaO₂ in hypoxaemic patients with stable COPD while breathing ambient air [carta]. *Chest* 1992; 102: 1.311.
- Domingo Ch, Domingo E, Klamburg J, Roig J, Izquierdo J, Morera J. Hemodynamic follow-up in COPD with 24 hour liquid oxygen therapy through transtracheal catheter [resumen]. *Chest* 1991; 100 Supl: 52.
- Domingo Ch, Coll R, Domingo E, Izquierdo J, Ferrer A, Such JJ, Marin A. Six minute walk test follow-up in COPD with 24 hour liquid oxygen therapy by transtracheal catheter [resumen]. *Chest* 1993; 104: Supl: 151.