

ORIGINAL

Efecto de la insuflación de aire subglótico sobre la presión subglótica durante la deglución

M. Clarett*, M.F. Andreu, I.G. Salvati, M.C. Donnianni, G.S. Montes y M.G. Rodríguez

Unidad de Kinesiología, Departamento de Diagnóstico y Tratamiento, Hospital de Agudos Donación Francisco Santojanni, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 12 de septiembre de 2012; aceptado el 9 de enero de 2013

Disponible en Internet el 6 de marzo de 2013

PALABRAS CLAVE

Presión subglótica;
Traqueostomía;
Válvula fonatoria;
Deglución

Resumen

Objetivo: Determinar la existencia de diferencias entre las presiones subglóticas durante la deglución con y sin insuflación de aire por catéter subglótico en pacientes traqueostomizados.

Diseño: Experimental, aleatorizado y cruzado.

Ámbito: Unidad de cuidados intensivos de adultos.

Pacientes: Sujetos internados en la unidad de cuidados intensivos que requirieron ventilación mecánica y traqueostomía con catéter subglótico que toleraban el desinflado del balón y la colocación de la válvula fonatoria.

Intervenciones: Se midió la presión subglótica durante el trago de una solución espesada con y sin colocación de flujo de aire por el catéter subglótico.

Variable principal: Presión subglótica durante el trago.

Resultados: De un total de 14 pacientes, 12 mostraron valores superiores de presión subglótica durante el trago con insuflación de aire. Dos no mostraron diferencias entre ambas condiciones. Las medianas (Med) de los valores de presión subglótica del primer, segundo y tercer trago fueron de 5, 4 y 4,5 cmH₂O (Med 4,5 cmH₂O) para la condición sin aire y de 8, 5,5 y 7,5 cmH₂O (Med 7,5 cmH₂O) para la condición con aire, respectivamente (Wilcoxon, $Z = -3.078$; $p = 0,002$).

Conclusión: En un grupo de pacientes traqueostomizados la insuflación de aire por catéter subglótico incrementó los niveles de presión subglótica medidos durante el trago.

© 2012 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Subglottic pressure;
Tracheostomy;
Speaking valve;
Swallowing

Effect of subglottic air insufflation on subglottic pressure during swallowing

Abstract

Objective: To determine whether there are differences between subglottic pressure during swallowing with and without air insufflation via a subglottic catheter in tracheostomized patients.

Design: A prospective, randomized cross-over study was made.

Setting: Adult Intensive Care Units.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: martinclarett@yahoo.com.ar (M. Clarett).

Participants: Patients requiring mechanical ventilation and tracheostomy with a subglottic catheter, and with tolerance to deflation of the balloon and a speaking valve placed over the opening of the tracheostomy tube.

Interventions: Subglottic pressure was measured during swallowing of a thickened solution with and without the delivery of airflow through the subglottic catheter.

Main variable: Subglottic pressure during swallowing.

Results: Twelve out of 14 patients showed higher subglottic pressure values during swallowing with air insufflation. Two patients showed no differences between both conditions. Median (Med) values of subglottic pressure for the first, second and third swallow were 5, 4 and 4.5 cmH₂O (Med 4.5 cmH₂O) without air insufflation, and 8, 5.5 and 7.5 cmH₂O (Med 5.5 cmH₂O) with air insufflation, respectively (Wilcoxon, $Z = -3.078$; $p = .002$).

Conclusion: In a group of tracheostomized patients, air insufflation via a subglottic catheter increased subglottic pressure levels measured during swallowing.

© 2012 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

La deglución es una actividad compleja que requiere una coordinación precisa de estructuras anatómicas y una secuencia de eventos fisiológicos que ocurren con un sistema aerodigestivo cerrado al ambiente. La traqueostomía (TQT) interrumpe este sistema cerrado. Esto ocasiona alteraciones mecánicas y fisiológicas entre las que se destacan: disfunción de las cuerdas vocales y respuesta de cierre debilitada, disminución de la elevación laríngea, alteración de la sensibilidad de la hipofaringe y de la laringe, atrofia muscular por desuso, falla en la coordinación entre respiración y deglución y disminución de la presión subglótica (PSg)¹⁻⁸.

El cierre de las cuerdas vocales genera una presurización subglótica que, estimulando los mecanorreceptores subglóticos, podría intervenir en una mejora de la deglución^{3,9}. Esto ya ha sido descrito, principalmente en pacientes traqueostomizados, comunicando valores de presión de 7 a 10 cmH₂O con cánula ocluida y de 0 cmH₂O abierta al ambiente^{2,3,9}. Esta pérdida de la PSg podría dificultar la deglución y favorecer la aspiración traqueal. La oclusión de la cánula de TQT provoca una mejoría en la eficiencia de la deglución y la disminución de la cantidad aspirada^{3,4,10-12}. Una alternativa propuesta para aumentar la PSg es la insuflación continua de oxígeno por el catéter subglótico de la cánula de TQT¹³.

Debido a que no existen trabajos previos que evalúen el efecto de la insuflación de aire en el espacio subglótico creemos de interés realizar este estudio. Nuestro objetivo fue determinar la existencia de diferencias entre las PSg durante el trago con y sin insuflación de aire por catéter subglótico en pacientes traqueostomizados. Se plantea como hipótesis que la insuflación de aire subglótico incrementa la PSg durante el trago.

Pacientes y métodos

Se realizó un estudio experimental, aleatorizado y cruzado. Se incluyeron en forma consecutiva pacientes que al momento de la medición se encontraron traqueostomizados

con una cánula con catéter subglótico internados en el Hospital Donación Francisco Santojanni desde el 1 de mayo de 2011 al 29 de febrero de 2012.

Criterios de inclusión

Pacientes que presenten:

- Ventilación espontánea durante al menos 2 h previas a la evaluación, afebriles, con ausencia de dolor o ansiedad, compensados hemodinámicamente y sin excesivas secreciones bronquiales¹⁴⁻¹⁶.
- Cánula con aspiración subglótica.
- Tolerancia al desinflado del balón y la colocación de la válvula fonatoria^{1,5,14}.
- Trago voluntario o deglución refleja al colocar una sustancia semisólida en la boca.

Criterios de exclusión

- Alto riesgo de aspiración en la evaluación clínica¹⁴.
- Pacientes con complicaciones del ostoma que no permitan controlar la fuga.

Criterios de eliminación

- Intolerancia al procedimiento que impida la medición.
- Que el paciente no tolere la cantidad de tragos requeridos para la evaluación.

Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética del hospital.

El consentimiento informado fue firmado por el paciente o familiar a cargo.

La técnica se llevó a cabo con el paciente sentado en la cama con una inclinación de la cabecera de 70°¹⁷⁻¹⁹. Se utilizaron apósitos Tegaderm® para minimizar la fuga perióstoma y oxígeno suplementario si era necesario. Las mediciones de la PSg se realizaron con el balón desinflado y la cánula ocluida con la válvula fonatoria marca Shiley®. Se utilizó una pieza de extensión con un puerto lateral entre la cánula

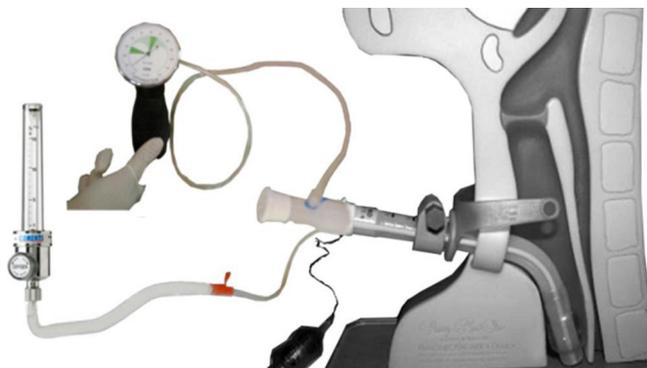


Figura 1 Sección sagital de la tráquea donde se puede observar la cánula de traqueostomía, el catéter subglótico conectado al flowmeter y el dispositivo de medición de la PSg conectado al puerto lateral del conector de la válvula fonatoria.

de TQT y la válvula fonatoria^{3,14}. Se midió la presión por el puerto lateral. Este permite la conexión a un manómetro Cuff Pressure Gauge VBM® (fig. 1).

Previamente al desinflado del balón se realizó la aspiración de secreciones de la vía aérea y la aspiración a través del catéter subglótico¹⁴. Se consideró que el paciente toleraba el desinflado del balón y la colocación de la válvula fonatoria si él mismo no presentaba tos persistente o signos de fallo ventilatorio que impidieran llevar a cabo las mediciones¹⁶. Para el trago se preparó una mezcla de características semisólidas de agua, espesada con Espesan® saborizado, preparada en una relación de volumen 6:1 para disminuir los riesgos de aspiración y permitir la medición⁵.

Por el catéter subglótico se colocó flujo de aire medido siempre mediante el mismo flowmeter calibrado por el Servicio de Bioingeniería del hospital.

La variable a medir fue la PSg, variable numérica medida en cmH_2O con el Cuff Pressure Gauge VBM®. La misma se midió en las siguientes condiciones: 1) PSg durante el trago sin agregado de flujo de aire por catéter subglótico (condición PSgSA); 2) PSg durante el trago con la colocación de 7 l/min de aire ingresados a través del catéter subglótico (condición PSgCA)²⁰.

Se registraron, además, como variables secundarias: PSg durante la respiración con y sin la colocación de 7 l/min de aire ingresados por catéter subglótico, edad y sexo del paciente, enfermedad que lo llevó a la ventilación mecánica (VM), tiempo de VM (cantidad de días de VM invasiva hasta la medición), tiempo de tubo endotraqueal (TET) (cantidad de días de tubo endotraqueal hasta la medición) y tiempo de TQT (días de TQT hasta la medición), diámetro interno de la misma, tipo de alimentación (vía oral, enteral, parenteral), días requeridos hasta tolerar el desinflado del balón y el tapado de la cánula, estimulación con aire por catéter subglótico previa a la medición (sí-no) y frecuencia respiratoria basal (FR) (tabla 1).

Procedimiento de medición

Medición de la presión subglótica durante el trago

Se le ofreció al paciente 3 ml²¹ de la mezcla de agua con espesante mediante una cuchara. Se le solicitó que tragara la preparación sin darle ningún otro tipo de indicación. Se

le dio un tiempo de reposo entre cada trago de 30s con un total de 3 tragos en condición PSgSA y 3 tragos en condición PSgCA. Para determinar el orden de inicio para la medición de las condiciones se realizó una aleatorización simple según la tabla de aleatorización.

El procedimiento de medición fue realizado por 3 operadores que se repartieron las funciones de administración del alimento semisólido, el control del momento del trago y el registro en la planilla de datos del valor máximo de la PSg alcanzado.

Medición de la presión subglótica durante la respiración

Para conocer los valores basales de la PSg durante la respiración en reposo se registraron los valores máximos de la PSg alcanzados durante la espiración de cada ciclo respiratorio realizado por el paciente en un minuto. Si el paciente tragaba durante ese minuto se descartaba el valor de la PSg generado por ese trago.

Análisis estadístico

El tamaño de la muestra se calculó para una diferencia de medias de 2,5 cmH_2O , con un error alfa del 5% y una potencia del 85%. De este modo el tamaño muestral requerido quedó constituido por 13 pacientes.

Los sujetos fueron reclutados en forma secuencial conformando una muestra consecutiva.

Las variables cuantitativas se describieron a través de la mediana (Med) y los valores mínimo y máximo. Para las variables cualitativas se utilizaron proporciones. La comparación entre los valores de PSgSA y PSgCA durante el trago se efectuó mediante el test de Wilcoxon. En caso de más de 2 grupos se utilizó la prueba de Friedman. Las correlaciones se cuantificaron a través del estimador Rho de Spearman. Se consideraron estadísticamente significativos los valores de $p < 0,05$.

Resultados

Durante el estudio 16 pacientes cumplieron las condiciones de inclusión. Dos fueron eliminados debido a la intolerancia al procedimiento. En la tabla 1 se muestran las características demográficas de los pacientes incluidos, el TET, la TQT y la VM. De ellos, 11 fueron hombres (78,6%). La Med de edad fue de 42 (21-52) para el sexo femenino y 52 (19-71) para el sexo masculino.

No se constataron diferencias significativas entre las 3 mediciones de PSgSA (Friedman; $p=0,157$) y PSgCA (Friedman; $p=0,101$) durante el trago, por lo que se tomó la Med de las mismas en cada una de las condiciones (tabla 1).

Dos de 14 pacientes no mostraron diferencias entre las Med de ambas condiciones. En los 12 pacientes restantes se obtuvieron valores superiores de PSg cuando el trago fue con aire. Las Med de los valores de PSg del primer, segundo y tercer trago fueron de 5, 4 y 4,5 cmH_2O (Med 4,5 cmH_2O) para la condición sin aire y de 8, 5,5 y 7,5 cmH_2O (Med 7,5 cmH_2O) para la condición con aire, respectivamente. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (Wilcoxon, $Z = -3,078$; $p=0,002$).

Tabla 1 Características demográficas de los pacientes

n	Edad	Sexo	Estimulación previa por catéter subglótico	Días hasta tolerar el desinflado de balón y la oclusión	Tipo de alimentación	D.i. TQT	FR Basal	Motivo de VM	Tiempo de TET (d)	Tiempo de TQT (d)	Tiempo de VM (d)
1	71	M	SÍ	12	Enteral/oral	8	18	NAC	11	23	11
2	19	M	NO	8	Enteral	8	22	HAB cuello	17	13	22
3	45	M	NO	6	Enteral	8	21	SSA	14	8	16
4	46	M	SÍ	8	Enteral/oral	8	19	NAC	12	10	18
5	50	M	SÍ	22	Enteral/oral	8	28	PCR + TEC	17	13	22
6	52	F	SÍ	9	Enteral	8	23	ACV	15	9	15
7	53	M	SÍ	13	Oral	8	28	PoliTx	17	32	42
8	42	F	SÍ	8	Enteral	8	17	IRA	17	13	22
9	65	M	SÍ	11	Enteral	8	18	EPOC reag	12	11	17
10	62	M	NO	1	Enteral	8	17	EPOC reag	9	11	17
11	39	M	SÍ	12	Enteral	8	29	PoliTx	18	13	30
12	60	M	NO	6	Enteral	8	16	NAC	13	8	18
13	21	F	NO	13	Oral	8	28	Shock séptico (abdomen)	19	14	32
14	52	M	NO	14	Enteral	7	24	IRA	18	15	28
Med (mín-máx)	51 (19-71)	-	-	10 (1-22)	-	^a 7,9 (0,26)	21 (16-29)	-	16 (9-19)	^a 13,8 (6,4)	20 (11-42)

ACV: accidente cerebro vascular; D.i.: diámetro interno; EPOC reag: enfermedad pulmonar obstructiva crónica reagudizada; F: femenino; FR: frecuencia respiratoria; HAB: herida de arma blanca; IRA: insuficiencia renal aguda; M: masculino; Med: mediana; Min-máx: mínimo-máximo; n: paciente; NAC: neumonía de la comunidad; PCR: paro cardiorespiratorio; PoliTx: politraumatismo; SSA: shock séptico foco abdominal; TEC: traumatismo encéfalo craneano; TET: tubo endotraqueal; TQT: traqueostomía; VM: ventilación mecánica.

^a Media (desvío estándar).

Tabla 2 Valores de la PSg durante el primer, segundo y tercer trago con sus respectivas medianas. Diferencias de las medianas de cada condición

n	1PSgSA	2PSgSA	3PSgSA	Med PSgSA	1PSgCA	2PSgCA	3PSgCA	Med PSgCA	Med PSgCA –Med PSgSA
1	4	4	5	4	5	5	7	5	1
2	2	2	2	2	3	4	4	4	2
3	2	2	3	2	8	4	6	6	4
4	10	10	10	10	13	12	12	12	2
5	8	8	9	8	8	14	15	14	6
6	8	7	7	7	13	11	13	13	6
7	2	1	3	2	8	4	6	6	4
8	8	8	10	8	10	7	10	10	2
9	4	4	4	4	4	4	4	4	0
10	6	5	4	5	4	5	8	5	0
11	10	4	8	8	22	20	20	20	12
12	2	2	2	2	6	8	4	6	4
13	3	2	3	3	4	4	5	4	1
14	6	8	5	6	8	6	9	8	2

n: paciente; Med: mediana; PSgCA: presión subglótica con aire; PSgSA: presión subglótica sin aire.

La Med de las diferencias entre ambas condiciones (Med PSgCA – Med PSgSA) resultó de 2 cmH₂O (0-12) como se muestra en la [tabla 2](#).

Se calculó la Med de los valores de la PSg medidos durante la espiración de cada ciclo respiratorio durante un minuto. No se encontraron diferencias significativas en las Med de estos valores tanto en la condición con aire como sin aire (Wilcoxon = -1.614; p = 0,106). La correlación de las Med del número de respiraciones en ambas condiciones arrojó un Rho de 0,517 en el límite de la significación estadística (p = 0,058).

A fin de controlar la influencia de otras variables sobre los resultados se investigó la correlación de la diferencia de presión entre ambas condiciones con la edad, el sexo, la frecuencia respiratoria, los días de TET, de TQT y de VM a través del análisis bivariado.

No se encontró correlación entre la diferencia de presión de las 2 mediciones y los días de TET (Rho = 0,153; p = 0,601), los días de TQT (Rho = 0,115; p = 0,696) y los días de VM (Rho = -0,021; p = 0,942). Se encontró una alta correlación entre las Med de ambas condiciones (Spearman Rho = 0,710; p = 0,004). En ninguna de las mediciones se registró una asociación entre los valores de PSgCA o PSgSA y la edad o el sexo de los pacientes.

Discusión

Hallamos que la Med de la diferencia entre ambas condiciones fue de 2 cmH₂O (0-12). Nuestro trabajo es el primero en evidenciar el incremento de la PSg durante el trago con la insuflación de aire en el espacio subglótico.

Los valores observados de la PSg fueron de 2-10 cmH₂O cuando el trago se realizó sin insuflación de aire por catéter subglótico. Gross et al. reportaron valores de 7-10 cmH₂O durante el trago con la válvula fonatoria³.

Ante la imposibilidad de cegar al evaluador respecto a la intervención, se intentó controlar la confusión derivada de la misma alternando la intervención inicial mediante aleatorización.

Naito et al.¹³ observaron, mediante la fibrolaringoscopia, que la insuflación de 1 l/min de aire continuo por catéter subglótico en un paciente con trastornos deglutorios resultó efectiva en reforzar el cierre laríngeo durante la deglución y previno la penetración de alimento en el espacio subglótico. En nuestro estudio, dada la falta de evidencia en relación con la generación de la PSg a través de esta intervención, decidimos utilizar el mayor valor de flujo de aire avalado por la literatura²⁰ con el fin de optimizar la probabilidad de encontrar resultados positivos. En general, este flujo fue bien tolerado por los pacientes. Tres pacientes requirieron un período de adaptación progresiva al flujo hasta llegar a los 7 l/min. Por otro lado, de los 16 pacientes ingresados, 2 debieron ser eliminados debido a la aparición de tos que impidió continuar con la medición. En ningún paciente se observó la aparición de efectos adversos o complicaciones asociadas a la intervención.

Solo 2 pacientes no presentaron diferencias en el valor de la PSg durante el trago entre las 2 condiciones de medición. Esto podría deberse a fugas del periestoma no controladas, a la alteración de la elastancia o al déficit en el cierre glótico (con el consiguiente fallo en la presurización de la vía aérea).

Para el cálculo de la muestra se realizó una búsqueda bibliográfica amplia utilizando las bases MEDLINE, LILACS y SCIELO. No se encontraron artículos que arrojaran un valor definido de la PSg durante el trago, por lo que la diferencia de medias de 2,5 cmH₂O elegido para nuestro trabajo es de carácter arbitrario y solo a los fines del mismo.

En nuestro servicio se utilizan cánulas con catéter de aspiración subglótica de forma rutinaria. Asumimos no tener sesgo en la elección de los pacientes. Sin embargo, esto no lo podemos comprobar.

Según la evidencia disponible se puede afirmar que las maniobras que mantengan o mejoren la PSg durante el trago podrían beneficiar a los pacientes con riesgo de aspiración, disminuyendo la incidencia de aspiración o la cantidad de material aspirado hacia la vía aérea^{3,4,9,12,22,23}.

Respecto a la fuga pericánula, a diferencia de otros artículos que no consideran esta posibilidad, hemos intentado minimizarla con la aplicación de apósitos Tegaderm.

Se midió la PSg durante la respiración con el objetivo de determinar si alguno de los pacientes presentaba aumento de la resistencia espiratoria. Ha sido publicado que presiones traqueales mayores a 5 cmH₂O en espiración pasiva con una válvula fonatoria podría indicar excesiva resistencia espiratoria¹⁴. En nuestro estudio, la Med de los valores obtenidos durante la espiración en los pacientes fue de 4 cmH₂O tanto en la condición con aire como sin aire. Ningún paciente evidenció durante el procedimiento signos clínicos de aumento del trabajo respiratorio.

Dentro de las limitaciones de nuestro trabajo consideramos, en primer lugar, la escasa precisión del procedimiento de medición, por lo que el trabajo no apunta a más que probar la existencia de diferencias. Asimismo, la imposibilidad de cuantificar el volumen pulmonar, que como fue demostrado por Gross et al.¹¹ se relaciona linealmente con el valor de la PSg durante el trago, forma parte de esta problemática. Es decir, a mayor volumen pulmonar, mayor valor de PSg. Hemos intentado disminuir este sesgo registrando 3 mediciones en cada condición sin darle ninguna indicación al paciente respecto a cómo respirar durante el trago. En segundo lugar, en relación con la medición, no fue factible realizar el cegamiento del evaluador respecto a la condición con o sin aire debido al sonido producido por la turbulencia que genera la colocación de aire en el espacio subglótico. Por esto se eligió aleatorizar la medición con 2 evaluadores que estaban ciegos respecto a los valores medidos por el otro evaluador. Futuros trabajos podrán analizar el efecto de la utilización de flujos menores de 7 l/min en la variación de la PSg, así como estudiar el impacto del aumento de la PSg sobre la aspiración del alimento hacia la vía aérea.

En nuestro trabajo hemos evidenciado que la insuflación de aire por catéter subglótico en pacientes traqueostomizados incrementa la PSg medida durante el trago. Esta intervención podría ser de utilidad para disminuir la cantidad de material aspirado o evitar la aspiración en estos pacientes, constituyendo una herramienta más en la rehabilitación de la deglución.

Conclusión

Los hallazgos observados en este trabajo permiten concluir que la insuflación de aire por catéter subglótico en un grupo de pacientes traqueostomizados incrementó los niveles de la PSg medidos durante el trago.

Se sientan así las bases para futuros trabajos que estudien el impacto del aumento de la PSg en la rehabilitación de la deglución.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Licenciada Lic. Mónica Gallèlli, Dr. Mario Ripoli, kinesiólogos de planta y guardia del Hospital Donación Francisco Santojanni, Lic. Fernando Gonzalez.

Bibliografía

- Leder SB, Tarro JM, Burrell MI. Effect of occlusion of a tracheostomy tube on aspiration. *Dysphagia*. 1996;11:254-8.
- Goldsmith T. Evaluation and treatment of swallowing disorders following endotracheal intubation and tracheostomy. *Int Anesthesiol Clin*. 2000;38:219-42.
- Gross RD, Mahlmann J, Grayhack JP. Physiologic effects of open and closed tracheostomy tubes on the pharyngeal swallow. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2003;112:143-52.
- Dettelbach MA, Gross RD, Mahlmann J, Eibling DE. Effect of the Passy-Muir Valve on aspiration in patients with tracheostomy. *Head Neck*. 1995;17:297-302.
- Suiter DM, McCullough GH, Powell PW. Effects of cuff deflation and one-way tracheostomy speaking valve placement on swallow physiology. *Dysphagia*. 2003;18:284-92.
- Shaker R, Milbrath M, Ren J, Campbell B, Toohill R, Hogan W. Deglutitive aspiration in patients with tracheostomy: effect of tracheostomy on the duration of vocal cord closure. *Gastroenterology*. 1995;108:1357-60.
- Donzelli J, Brady S, Wesling M, Theisen M. Effects of the removal of the tracheostomy tube on swallowing during the fiberoptic endoscopic exam of the swallow (FEES). *Dysphagia*. 2005;20:283-9.
- Bonanno PC. Swallowing dysfunction after tracheostomy. *Ann Surg*. 1971;174:29-33.
- Gross RD. Subglottic air pressure and swallowing perspectives on swallowing and swallowing disorders. *Dysphagia*. 2009;18:13-8 [electronic resource].
- Muz J, Mathog RH, Nelson R, Jones Jr LA. Aspiration in patients with head and neck cancer and tracheostomy. *Am J Otolaryngol*. 1989;10:282-6.
- Gross RD, Steinhauer KM, Zajac DJ, Weissler MC. Direct measurement of subglottic air pressure while swallowing. *Laryngoscope*. 2006;116:753-61.
- Muz J, Hamlet S, Mathog R, Farris R. Scintigraphic assessment of aspiration in head and neck cancer patients with tracheostomy. *Head Neck*. 1994;16:17-20.
- Naito Y, Mima H, Itaya T, Yamazaki K, Kato H. Continuous oxygen insufflation using a speaking tracheostomy tube is effective in preventing aspiration during feeding. *Anesthesiology*. 1996;84:448-50.
- Hess DR. Facilitating speech in the patient with a tracheostomy. *Respir Care*. 2005;50:519-25.
- Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007;29:1033-56.
- Carlucci A, Ceriana P, Priniakakis G, Fanfulla F, Colombo R, Nava S. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. *Crit Care*. 2009;13:R97.
- Balanov K, Miller AD, Lisbon A, Kaynar AM. A novel method of continuous measurement of head of bed elevation in ventilated patients. *Intensive Care Med*. 2007;33:1050-4.
- Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, Nicolas JM, Nogué S, Ferrer M. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomized trial. *Lancet*. 1999;354:1851-8.
- Van Nieuwanhoven CA, Vandenbroucke-Grauls C, van Tiel FH, Joore HC, van Schijndel RJ, van der Tweel I, et al. Feasibility and effects of the semirecumbent position to prevent ventilator-associated pneumonia: a randomized study. *Crit Care Med*. 2006;34:396-402.
- Campora H. Guía para el manejo de: pacientes traqueostomizados y con trastornos de la deglución. 1.ª ed. Buenos Aires (Argentina): Ediciones de Medicina Crítica; 2003.

21. Leder SB, Acton LM, Lisitano HL, Murray JT. Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES) with and without blue-dyed food. *Dysphagia*. 2005;20:157-62.
22. Elpern EH, Borkgren Okonek M, Bacon M, Gerstung C, Skrzynski M. Effect of the Passy-Muir tracheostomy speaking valve on pulmonary aspiration in adults. *Heart Lung*. 2000;29:287-93.
23. Stachler RJ, Hamlet SL, Choi J, Fleming S. Scintigraphic quantification of aspiration reduction with the Passy-Muir valve. *Laryngoscope*. 1996;106:231-4.