



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Official Publication of the Brazilian Society of Anesthesiology
www.sba.com.br



ARTÍCULO ESPECIAL

Evaluación preoperatoria del paciente neumópata[☆]

Luiza Helena Degani-Costa^{a,b}, Sonia Maria Faresin^a y Luiz Fernando dos Reis Falcão^{a,b,*}

^a Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

^b Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Massachusetts, Estados Unidos

Recibido el 14 de septiembre de 2012; aceptado el 19 de noviembre de 2012

PALABRAS CLAVE

Anestesia;
Evaluación;
Pulmón;
Neumonectomía

Resumen

Justificación y objetivo: en la práctica clínica diaria son comunes las complicaciones pulmonares relacionadas con el procedimiento quirúrgico, lo que aumenta la morbimortalidad de los pacientes. La ponderación del riesgo de complicaciones pulmonares es un importante paso en la evaluación preoperatoria. Por lo tanto, hicimos una revisión de los aspectos más relevantes de la evaluación preoperatoria del paciente neumópata.

Contenido: la estratificación del riesgo pulmonar depende de los síntomas clínicos y del estado físico del enfermo. La edad, enfermedades respiratorias preexistentes, estado nutricional y tratamiento médico continuado son, generalmente, más importantes que los exámenes complementarios. Los test de función pulmonar tienen una gran relevancia cuando se trata de procedimientos torácicos o abdominales altos, especialmente si se tiene en cuenta la realización de la resección pulmonar.

Conclusiones: la comprensión de la evaluación perioperatoria acerca del riesgo para la potencial complicación pulmonar, le permite al equipo médico elegir una adecuada técnica anestésica y cuidados clínicos y quirúrgicos que se adecúen a cada paciente, reduciendo así los resultados respiratorios no favorables.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

Introducción

Se considera una complicación postoperatoria la alteración inesperada que acarrea daños al bienestar del enfermo o una desviación del resultado esperado después de un

procedimiento operatorio. Las complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP) ocurren como máximo 30 días después del procedimiento quirúrgico, alteran el cuadro clínico del enfermo y pueden necesitar o no intervención terapéutica medicamentosa.

Se sabe que la mayoría de los procedimientos quirúrgicos están relacionados con la alteración de la función pulmonar¹⁻³, generalmente leve o moderada, pero ocasionalmente grave⁴. Tales complicaciones pulmonares son causas importantes de morbimortalidad perioperatoria^{5,6}. Se han reportado en el 1-2% de todos los pacientes sometidos a cirugías de pequeño o mediano porte, y pueden alcanzar el 10-20% en aquellos sometidos a cirugía abdominal alta

[☆] Centro del estudio: Asignatura de Neumología y Asignatura de Anestesiología, Dolor y Medicina Intensiva de la *Escola Paulista de Medicina-Universidade Federal de São Paulo*.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luizfernandofalcao@gmail.com
(L.F.R. Falcão).

o torácica^{5,6}. Hay informes que hablan de un 3% de lesión pulmonar aguda después de las cirugías electivas, una importante causa de insuficiencia respiratoria postoperatoria⁴.

Las complicaciones pulmonares pueden ser clasificadas de acuerdo con su potencial de incidencia de muerte en mayores (insuficiencia respiratoria aguda, ventilación mecánica y/o intubación traqueal durante un tiempo superior a 48 h y neumonía) o menores (traqueobronquitis purulenta, atelectasia con repercusión clínica y broncospasmo).

La realización de una adecuada evaluación preoperatoria del riesgo pulmonar permite establecer medidas capaces de reducir esas complicaciones y, por ende, la morbimortalidad perioperatoria y el tiempo de ingreso hospitalario. Por regla general, se recomienda que pacientes con enfermedades respiratorias previas sean evaluados por un neumólogo.

Hay identificados diversos factores predictivos para CPP y están relacionados con las condiciones clínicas previas y con las características del procedimiento anestésico-quirúrgico. Una edad superior a los 60 años, enfermedad pulmonar preexistente, tabaquismo y alteraciones espirométricas previas ($VEF_1 < 1L$) están asociados con el alto riesgo pulmonar. Igualmente, la duración de la anestesia (> 3 h), cirugías de cabeza y cuello, tórax y de abdomen superior y el uso de una sonda nasogástrica en el preoperatorio, aumentan la incidencia de eventos respiratorios.

Dado que las complicaciones pulmonares están asociadas con el empeoramiento del resultado postoperatorio⁷, en este artículo discutiremos los principales factores clínicos y las estrategias perioperatorias con el objetivo de reducir las complicaciones pulmonares del paciente quirúrgico.

Evaluación preoperatoria del candidato a procedimientos quirúrgicos generales

En la evaluación del riesgo pulmonar preoperatorio debemos analizar las condiciones clínicas, las características del procedimiento quirúrgico, la técnica anestésica y el carácter de la cirugía (electiva vs. urgencia). El carácter urgente de la cirugía no exime al médico de la realización de la evaluación preoperatoria, aunque sea someramente, teniendo en cuenta la posibilidad de instaurar medidas preventivas de complicaciones.

No existen modelos validados de estratificación de riesgo pulmonar. Presentamos aquí una propuesta de evaluación inicial con base en las directrices del *American College of Physicians*⁸ y en la experiencia en evaluación preoperatoria de pacientes ambulatorios de las disciplinas de Neumología y Anestesiología, Dolor y Medicina Intensiva de la *Escola Paulista de Medicina* (EPM-Unifesp).

Toda la evaluación depende, fundamentalmente, de la anamnesis y del examen físico, considerando los exámenes complementarios *a posteriori*, que serán solicitados de forma más específica. A continuación, se discutirán de forma sistematizada los factores de riesgo.

Aspectos relacionados con la cirugía

En líneas generales, y en procedimientos quirúrgicos en los cuales no existe la abertura de cavidades o la manipulación de la vía aérea, el riesgo de que ocurran CPP es bajo. Los procedimientos realizados dentro de cavidades inducen

mayores alteraciones en el sistema respiratorio cuando son comparados con los procedimientos periféricos. Las cirugías torácicas y abdominales (principalmente con incisiones en la zona superior del abdomen) son los procedimientos no cardíacos con un mayor riesgo de complicaciones pulmonares⁸⁻¹⁰. El abordaje por vía laparoscópica puede minimizar esas alteraciones, pero no elimina el riesgo de CPP.

La cirugía cardíaca presenta un riesgo peculiar para CPP. En la revascularización del miocardio, la disección de la arteria torácica interna puede predisponer a lesiones temporales o fijas del nervio frénico. Después de la circulación extracorpórea (CEC), la disfunción pulmonar se describe muy bien, pero al mismo tiempo no se comprende nada bien¹¹. Aunque la incidencia del síndrome de distrés respiratorio agudo posterior a la CEC sea baja (< 2%), la mortalidad es alta (> 50%)¹². Durante la CEC, ambos pulmones se mantienen colapsados. Si no se toman medidas inmediatamente después del término de la CEC, los pulmones se restablecerán lentamente y más de la mitad de ellos pueden permanecer con atelectasias entre uno a 2 días después de la cirugía, con *shunt* intrapulmonar alrededor del 20-30% del gasto cardíaco¹³. La duración de la CEC tiene relación directa con la incidencia de complicaciones respiratorias postoperatorias¹⁴ y también con la intensidad del edema intersticial pulmonar¹⁵. Puede haber alteraciones pulmonares graves con edema intersticial y alveolar cuando el tiempo de la CEC excede los 150 min¹⁴.

La duración del procedimiento quirúrgico superior a 3 h es un factor de riesgo independiente para la aparición de CPP. Las cirugías hechas en carácter de urgencia también se asocian a una mayor incidencia de CPP, toda vez que no hay tiempo suficiente para la estabilización de enfermedades de base y una preparación adecuada para el procedimiento⁸.

Aspectos relacionados con la anestesia

La anestesia general se considera en diversos estudios como un factor de riesgo para la aparición de CPP. El uso de bloqueadores neuromusculares para la adecuada relajación quirúrgica puede ser una causa importante de complicación respiratoria y de que surja hipoxemia en el postoperatorio. Eso ocurre, principalmente, a causa de la presencia del bloqueo neuromuscular residual¹⁶. El uso de un bloqueador neuromuscular de larga duración aumenta esa incidencia, porque deprime el reflejo de tos y permite microaspiraciones del contenido gástrico¹⁷. La exposición prolongada a los anestésicos generales puede promover alteraciones en el intercambio gaseoso e inmunosupresión temporal a causa de la reducción de la producción de surfactante, aumento de la permeabilidad alveolocapilar, el compromiso de la función de macrófagos alveolares y la lentificación del aclaramiento mucociliar.

Durante la anestesia general, la posición supina y la ventilación invasiva generan alteraciones en la mecánica ventilatoria porque perjudican la acción del diafragma, lo que trae como resultado una reducción de los volúmenes y de las capacidades pulmonares. Como consecuencia, hasta un 90% de los pacientes anestesiados sufren atelectasias, que generan trastornos en la relación ventilación-perfusión (V_A/Q), perjudican la compliancia pulmonar y explican la

Tabla 1 Efectos de la anestesia en el sistema respiratorio

1	<i>Parénquima pulmonar</i> Disminución de los volúmenes pulmonares y de la capacidad vital Aumento del volumen de cierre Disminución de la compliancia pulmonar Aumento del trabajo ventilatorio
2	<i>Vías aéreas</i> Broncodilatación (anestésicos inhalatorios) Broncoconstricción Disminución del aclaramiento mucociliar
3	<i>Control ventilatorio</i> Disminución de la respuesta ventilatoria a la hipercapnia, hipoxemia y acidosis
4	<i>Circulación pulmonar</i> Disminución de la vasoconstricción refleja a la hipoxia (anestésicos inhalatorios)
5	<i>Intercambio gaseoso</i> Aumento del gradiente de O ₂ alveolar-arterial secundario a la alteración de la relación V _A /Q
6	<i>Función inmunológica</i> Disminución de la actividad bactericida de los macrófagos alveolares y bronquiales Aumento de la liberación de citocinas proinflamatorias

aparición de la hipoxemia. La persistencia de las áreas de atelectasia en el postoperatorio, asociada con la disfunción transitoria de la musculatura respiratoria y eventual dolor ventilatorio-dependiente después de los procedimientos torácicos y/o abdominales, trae como resultado un aumento del trabajo respiratorio¹¹ (tabla 1).

En la anestesia regional, los efectos ventilatorios dependerán del tipo y de la extensión del bloqueo motor. En la anestesia epidural o subaracnoidea extensa, con el bloqueo de segmentos torácicos, existe una reducción de la capacidad inspiratoria y del volumen de reserva espiratorio de un 20-0%¹⁸. La función diafragmática, sin embargo, generalmente queda resguardada, incluso en los casos de extensión inadvertida del bloqueo de neuroeje hacia niveles cervicales¹⁹. Habitualmente, la anestesia regional altera mínimamente el intercambio gaseoso. Así, la oxigenación arterial y la eliminación de dióxido de carbono durante la raquianestesia y la epidural están preservadas. Eso corrobora el hecho de que no hay una reducción de la capacidad residual funcional y alteración de la relación V_A/Q durante la anestesia epidural. Una excepción ocurre con los pacientes obesos mórbidos, en los que el bloqueo de la musculatura abdominal provoca una reducción de hasta un 25% del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF₁) y de la capacidad vital forzada (CVF), además de interferir en la capacidad para toser y eliminar secreciones traqueobronquiales²⁰. La anestesia epidural tiene como ventajas adicionales la reducción de la necesidad de opioides y contribuir a una adecuada analgesia postoperatoria.

El bloqueo del plexo braquial vía interescalénica está asociado a menudo con el bloqueo del nervio frénico ipsilateral^{21,22}, a causa de la dispersión cefálica del anestésico y de la proximidad del fascículo nervioso, que tiene su origen en las raíces cervicales C3 a C5. Después del bloqueo

interescalénico, la incidencia de la parálisis hemidiafragmática alcanza el 100%^{21,23-26}. Entonces tenemos alteraciones en la mecánica pulmonar, potencialmente perjudiciales en los pacientes con limitación de la reserva ventilatoria. La reducción del volumen de anestésico local desde 20 a 5 mL, por medio del bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido, reduce la incidencia de parálisis diafragmática del 100 al 45%²⁷.

En los pacientes sanos, la parálisis diafragmática asociada con el bloqueo del plexo braquial, habitualmente, no conlleva síntomas. No se aconseja, sin embargo, hacer ese bloqueo en pacientes portadores de enfermedad pulmonar grave²⁸. Urmey y McDonald²³ contraindican el bloqueo interescalénico en pacientes que no toleren un 25% de reducción en la función pulmonar.

Altintas et al.²⁹ observaron que el bloqueo interescalénico con bupivacaína se asocia con una reducción de la CVF, el VEF₁ y el pico de flujo espiratorio mayor que la encontrada en pacientes anestesiados con ropivacaína. En dosis equipotentes, en lo que concierne a la analgesia, la ropivacaína produce un menor grado de bloqueo motor y una mayor capacidad para bloquear las fibras A-delta y C que la bupivacaína³⁰.

Aspectos relacionados con el paciente

La edad avanzada está asociada a un mayor riesgo de desarrollo de CPP, incluso cuando está ajustada para las comorbilidades. Ese riesgo aumenta significativamente cada década de vida, a partir de los 60 años⁸. La dependencia parcial o total para la realización de actividades de la vida diaria e instrumentales también se asocia con un mayor riesgo de CPP⁸.

El tabaquismo es un factor de riesgo independiente para la aparición de CPP, incluso cuando no hay enfermedad crónica pulmonar concomitante. El impacto es mayor en los enfermos con una carga de tabaco superior a los 20 años /cajetilla y en aquellos que persistieron fumando antes del procedimiento quirúrgico^{8,31}.

El efecto perjudicial del tabaquismo en el postoperatorio es multifactorial y está influido por el monóxido de carbono, por la nicotina y por otros elementos con capacidad de inducir un proceso inflamatorio y el estrés oxidativo. El efecto proinflamatorio del humo del cigarro aumenta la incidencia de complicaciones cardiovasculares e infecciosas y dificulta la cicatrización de la herida quirúrgica, además de estar asociado con mayores tiempos de ingreso hospitalario y en la unidad de cuidados intensivos³².

Pacientes con un IMC ≥ 40 kg·m⁻² tienen hasta un 30% de posibilidades de desarrollar atelectasias y/o neumonía en el postoperatorio de cirugías abdominales. Por añadidura, esos enfermos poseen un riesgo aumentado de tromboembolismo e infección de herida operatoria cuando son comparados con los individuos eutróficos³³. De la misma manera, los pacientes que evolucionan con pérdida aguda de peso y/o que están desnutridos con hipoalbuminemia (albumina sérica < 3,5 g·L⁻¹) también tienen una mayor incidencia de CPP⁸.

Los pacientes con enfermedades pulmonares crónicas preexistentes (p. ej., enfermedad pulmonar obstructiva crónica [EPOC]), incluso clínicamente estables y con la

Tabla 2 Puntuación STOP-Bang usada como selección de SAOS en la evaluación preoperatoria

	Variable analizada	Pregunta que se debe hacer/hallazgo al examen
S	Ronquido (<i>snoring</i>)	¿Usted ronca alto? ¿Más alto que en una conversación o tan alto que es posible oírlo con la puerta cerrada?
T	Cansancio (<i>tiredness</i>)	¿Usted está siempre cansado? ¿Duerme usted durante el día?
O	Apnea comprobada (<i>observed apnea</i>)	¿Alguien se dio ya cuenta de que usted deja de respirar mientras duerme?
P	Presión alta (<i>pressure</i>)	¿Tiene usted hipertensión arterial?
B	IMC (<i>BMI</i>)	IMC > 35 kg.m ⁻²
A	Edad (<i>age</i>)	Por encima de los 50 años
N	Cuello (<i>neck</i>)	Circunferencia mayor de 40 cm
G	Sexo (<i>gender</i>)	Masculino

Alto riesgo para SAOS: ≥ 3 respuestas positivas.

Bajo riesgo para SAOS: < 3 respuestas positivas.

enfermedad controlada, tienen un riesgo muy aumentado de CPP. La instrumentación de la vía aérea en esos enfermos puede conllevar la exacerbación del proceso inflamatorio bronquial, con el empeoramiento de la hiperreactividad y un mayor riesgo de broncospasmo. La colonización bacteriana crónica de las vías aéreas, asociada con la inmunosupresión temporal inducida por el procedimiento quirúrgico y con el aumento del trabajo respiratorio, también contribuye al aumento de complicaciones³². De manera general, el riesgo y la gravedad de las complicaciones postoperatorias son proporcionales al grado de compromiso clínico y espirométrico prequirúrgico (moderado si el VEF₁ está entre 50 y 80%, y grave si VEF₁ < 50%). El pronóstico es peor en los enfermos que ya tienen hipertensión arterial pulmonar y necesidad de oxigenoterapia domiciliaria^{34,35}.

Aunque las neumopatías restrictivas parezcan estar asociándose con los eventos adversos respiratorios, la literatura todavía presenta resultados controvertidos. La anestesia general y la ventilación mecánica pueden aumentar el riesgo de exacerbación inflamatoria de enfermedades parenquimatosas fibrosantes y promover el SDRA del adulto³⁶. De la misma forma, existe una disminución de hasta un 60% de las variables espirométricas en las cirugías de corrección de escoliosis y muchos de esos pacientes ya presentan un trastorno ventilatorio restrictivo grave anterior, lo que contribuye a una mayor demora en su desentubación. El pico de caída de los volúmenes pulmonares se da al tercer día del postoperatorio y la recuperación de los valores a los niveles basales puede demorarse hasta 2 meses³⁷.

Además de identificar la presencia de enfermedades pulmonares crónicas, es necesario evaluar el grado de control de los síntomas con el tratamiento específico usado en ese momento. A menudo los pacientes tienden a sobreestimar su condición pulmonar, motivo por el cual se aconseja que el médico examine activamente los síntomas respiratorios, preferentemente con el uso de cuestionarios estandarizados.

El síndrome de la apnea obstructiva del sueño (SAOS) está presente hasta en un 22% de la población adulta sometida a tratamiento quirúrgico, pero casi un 70% de ellos no tiene un diagnóstico antes de la evaluación preoperatoria³⁸. Siendo así, la investigación activa de los síntomas como ronquidos, episodios de apnea observados por el acompañante y un sueño no reparador con somnolencia diurna excesiva, debe ser incluida como rutina en la anamnesis preoperatoria. Las

características observadas que predisponen a la existencia de SAOS incluyen el sexo masculino, la edad por encima de los 50 años, IMC > 30 kg.m⁻², circunferencia del cuello mayor de 40 cm, desviación del septo, hipertrofia tonsilar, laringomalacia, traqueomalacia, síndrome de Down, micrognatia, acondroplasia, acromegalia y macroglosia. Existen cuestionarios validados para el cribado de SAOS en el período perioperatorio, tales como el cuestionario de Berlin³⁹, el *ASA OSA scoring checklist*⁴⁰ y el STOP-Bang⁴¹ (tabla 2). La figura 1 muestra las etapas sugeridas en el manejo de los pacientes con SAOS sometidos a cirugía electiva⁴².

En el primer día postoperatorio existe una fragmentación y una disminución del tiempo total de sueño, con la suspensión del sueño REM. En los días posteriores, el rebote de sueño REM y el consecuente empeoramiento de la apnea del sueño han sido asociados con la aparición de CPP y con complicaciones cardiovasculares. El uso de analgésicos y sedantes (especialmente opioides y benzodiacepínicos) también contribuye en la medida en que disminuye el tono faríngeo. La presencia de SAOS aumenta el tiempo de ingreso y los riesgos de hipoxemia y reintubación en el postoperatorio, además de asociarse a una mayor incidencia de arritmias, síndrome coronario agudo y muerte súbita⁴².

Se sabe que los portadores de enfermedades clínicamente controladas (estado físico P II) tienen una menor morbimortalidad perioperatoria (0,2%)⁸. Por lo tanto, en aquellos enfermos con un control clínico inadecuado de los síntomas (P III y IV) se debe maximizar el tratamiento antes de ser sometidos a procedimientos anestésico-quirúrgicos, salvo en situaciones en las que la cirugía sea de carácter urgente.

El etilismo crónico con un consumo superior a 60 g.día⁻¹ de etanol aumenta hasta en 2 veces el riesgo de lesión pulmonar aguda perioperatoria en candidatos a cirugías de resección pulmonar⁴³, además de predisponer a infecciones y sangrados. Las alteraciones sensoriales agudas, *delirium*, accidente cerebrovascular anterior y el uso crónico de corticoides, también son factores de riesgo independientes para la aparición de CPP.

Rol de los exámenes complementarios en la evaluación del riesgo pulmonar

La anamnesis y el examen físico en la gran mayoría de los casos son suficientes para determinar el riesgo pulmonar

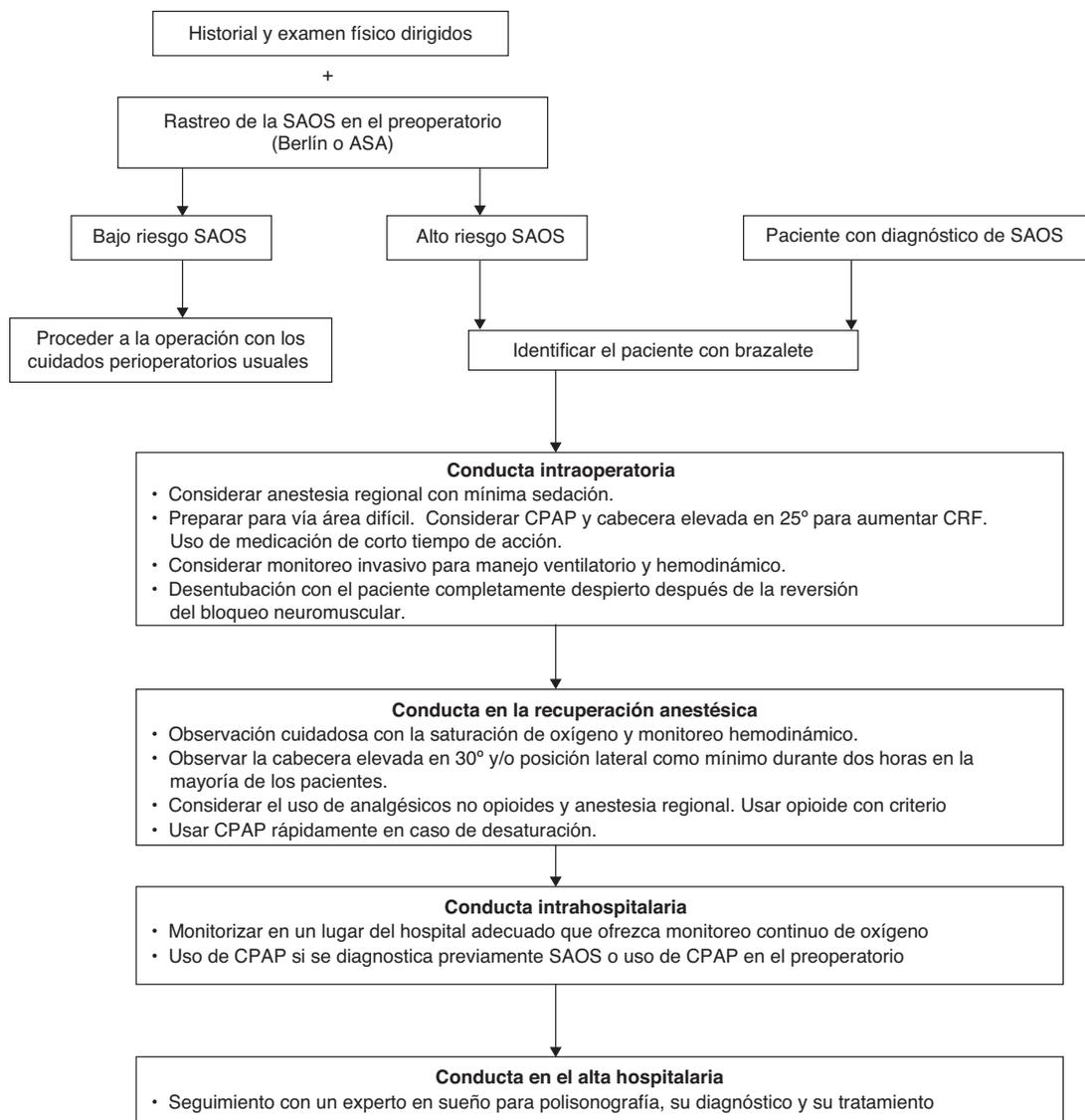


Figura 1 Etapas sugeridas en el manejo de los pacientes con SAOS sometidos a cirugía electiva.

que conllevan las cirugías generales. Los análisis de sangre, radiografía de tórax y prueba de función pulmonar solo deben ser solicitados cuando sus resultados efectivamente impliquen un cambio de la estrategia prevista en la evaluación inicial. La gasometría arterial no debe ser pedida como rutina en el preoperatorio, excepto en los portadores de enfermedad pulmonar crónica con trastorno ventilatorio moderado a grave en la espirometría.

Estudios multicéntricos y prospectivos han mostrado que la urea por encima de 21 mg.dL^{-1} y la albumina sérica por debajo de $3,5 \text{ g.dL}^{-1}$ fueron predictores de CPP, en especial de insuficiencia respiratoria aguda y neumonía en el postoperatorio de cirugía no cardíaca⁸. La morbimortalidad perioperatoria también fue mayor en los enfermos con creatinina sérica superior a $1,5 \text{ g.dL}^{-1}$, proveniente tanto de eventos adversos pulmonares, como de eventos infecciosos, cardiovasculares y hemorrágicos⁴⁴.

A pesar de ser a menudo solicitada en el contexto de la evaluación preoperatoria, la radiografía de tórax tiene una importancia bastante cuestionada. Hasta en un 23% de esos

exámenes se observa algún hallazgo anormal, sin embargo solamente en un 0,1-3% de los casos altera la conducta previamente establecida⁴⁵. La radiografía de tórax tiene una importancia mayor en los pacientes con enfermedades cardiopulmonares previas, en aquellos con una edad por encima de los 40 años o que serán sometidos a cirugías menores o mayores, en especial en los torácicos y abdominales o en la corrección quirúrgica de aneurisma de aorta⁴⁶.

De los test reconocidos para evaluar la función pulmonar, la espirometría es el universalmente conocido y el más solicitado en la evaluación preoperatoria. Sin embargo, en general, no es tan buen predictor de eventos adversos pulmonares en el postoperatorio como la evaluación clínica. Su uso en el contexto de procedimientos torácicos sin resección pulmonar y en los intraabdominales ha sido reservado para las siguientes situaciones: enfermos conocidos como portadores de enfermedades pulmonares crónicas, pacientes fumadores o con exposición a agentes inhalantes durante tiempo suficiente para ocasionar una lesión estructural pulmonar, y sintomáticos respiratorios crónicos o con

hallazgos en el examen físico o radiológico que sugieran alguna enfermedad pulmonar crónica⁴⁷. Otras situaciones en que se considera solicitar la espirometría son: candidatos a cirugías bariátricas, portadores de cifoescoliosis que serán sometidos a anestesia general, neumópatas crónicos que serán sometidos a neurocirugía y pacientes con enfermedades neuromusculares que serán sometidos a anestesia general. En los portadores de enfermedades neuromusculares o de cifoescoliosis, se debe solicitar también la medida de las presiones inspiratoria y espiratoria máximas. En esos últimos, el encuentro de valores de la CVF por debajo del 40% de lo previsto y/o presiones máximas por debajo de 30 cm H₂O, aumenta significativamente el riesgo de fracaso de la desentubación en el postoperatorio^{45,47}. Al contrario de lo que se verifica en las cirugías para la resección pulmonar, no existen límites de VEF₁ prohibitivos para la realización de cirugías generales.

En los pacientes con hipertensión arterial pulmonar, la evaluación preoperatoria debe incluir electrocardiograma de reposo y ecocardiograma doppler, además de la prueba de esfuerzo de 6 min (TC6M). Se indican como de mayor morbimortalidad postoperatoria la presencia de presión de aurícula derecha > 7 mmHg en el último estudio hemodinámico antes de la cirugía, distancia caminada en el TC6M < 399 m, mayor gravedad clínica y cirugía urgente⁴⁸. El test de ejercicio cardiopulmonar se usa como rutina en la evaluación clínica de los enfermos con hipertensión arterial pulmonar para establecer el pronóstico y evaluar la respuesta terapéutica. Sin embargo, y aunque pueda ayudar en la estratificación de la gravedad de la enfermedad, su rol en la predicción del riesgo quirúrgico de esos enfermos todavía es limitado.

Estratificación del riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias

No hay modelos de estratificación de riesgo pulmonar en cirugías generales validados hasta el momento. Sin embargo, el *American College of Physicians* adoptó algunas escalas de estimaciones del riesgo de complicaciones respiratorias específicas^{9,10}, como la insuficiencia respiratoria aguda (tabla 3) y la neumonía (tabla 4). La *American Society of Anesthesiologists* desarrolló una puntuación de riesgo de complicaciones para pacientes con SAOS⁴⁰ (tabla 5).

Particularidades de la evaluación preoperatoria para cirugías de resección pulmonar

Existe una asociación clara entre la extensión de la resección pulmonar y la morbimortalidad perioperatoria. La mortalidad posneumonectomía es hasta 2 veces superior a la de la lobectomía. Similarmente, las segmentectomías y las nodulectomías tienen mortalidades inferiores a la lobectomía, especialmente si se hacen por toracoscopía⁴⁹.

A diferencia de las cirugías generales, la evaluación preoperatoria de enfermos programados para la resección pulmonar debe basarse obligatoriamente en datos espirométricos y, si fuese preciso, del test de ejercicio cardiopulmonar (TECP). Para que la evaluación se complete

Tabla 3 Factores de riesgo para la aparición de insuficiencia respiratoria aguda en el postoperatorio de cirugía general no cardíaca

Factor de riesgo	Puntuación
Reparación de aneurisma de la aorta abdominal	27
Cirugía torácica	14
Neurocirugía, abdominal alta, periférica o vascular	21
Cirugía de cuello	11
Cirugía de urgencia	11
Albumina < 3,0 mg.dL ⁻¹	9
Urea plasmática > 30 mg.dL ⁻¹	8
Estado funcional total o parcialmente dependiente	7
EPOC	6
Edad ≥ 70 años	6
Edad 60 a 69 años	4

Clase	Puntuación	%Riesgo
1	≤ 10	0,5
2	11 a 19	1,8
3	20 a 27	4,2
4	28 a 40	10,1
5	≥ 40	26,6

Estimación de riesgo para la aparición de insuficiencia respiratoria aguda en el postoperatorio de cirugía general no cardíaca.

es necesario añadir a los exámenes funcionales datos de la tomografía computarizada del tórax, de la gammagrafía pulmonar de perfusión y de la broncoscopia. El interés del análisis de esos exámenes es evaluar si el área que será resecada todavía participa de los cambios gaseosos pulmonares y el cálculo final debe hacerse para estimar los valores residuales de la función pulmonar después de la resección programada. El VEF₁ es el parámetro espirométrico usado más a menudo para dicho fin, seguido de la difusión de monóxido de carbono (DLCO) o del consumo máximo de oxígeno VO₂ máximo (l) obtenido en el TECP. A los valores estimados se le suma la designación ppo para indicar que el parámetro se estimó para el postoperatorio tardío, o sea, de 3 a 6 meses después del procedimiento operatorio (VEF₁ ppo, DLCO ppo y VO₂ máximo ppo).

El cálculo más sencillo usa el número de segmentos pulmonares funcionantes (lóbulo superior derecho = 3, lóbulo medio = 2, lóbulo inferior derecho = 5, lóbulo superior izquierdo = 3 de la división superior + 2 de la llingula, y lóbulo inferior izquierdo = 4) y considera que todos los segmentos contribuyen igualmente al intercambio gaseoso, lo que raramente es cierto en pulmones enfermos⁵⁰. Ese es el método utilizado para estimar la función después de una lobectomía y pueden aplicarse las siguientes fórmulas:

Modo 1: Valor ppo = (valor preoperatorio/T) × R

T = 19 – número de segmentos obstruidos

R = T – número de segmentos funcionantes que serán resecados

Modo 2: Valor ppo = valor preoperatorio × (1 – a/b)

Tabla 4 Factores de riesgo para la aparición de neumonía en el postoperatorio de cirugía general no cardíaca

Factor de riesgo	Puntuación	
<i>Tipo de cirugía</i>		
Reparación de aneurisma de la aorta abdominal	15	
Torácica alta	14	
Abdominal alta	10	
Cuello o neurocirugía	08	
Vascular	03	
<i>Edad (años)</i>		
≥ 80	17	
70 a 79	13	
60 a 69	09	
50 a 59	04	
<i>Estado funcional</i>		
Totalmente dependiente	10	
Parcialmente dependiente	6	
<i>Pérdida de peso por encima del 10% en los últimos 6 meses</i>	7	
<i>EPOC</i>	5	
<i>Anestesia general</i>	4	
<i>Sensorial alterado</i>	4	
<i>ACV preingreso</i>	4	
<i>Urea (mg.dL⁻¹)</i>		
< 8	4	
22 a 30	2	
≥ 30	3	
<i>Transfusión sanguínea por encima de 4 unidades</i>	3	
<i>Cirugía de urgencia</i>	3	
<i>Uso crónico de corticosteroides</i>	3	
<i>Tabaquismo en el último año</i>	3	
<i>Ingestión de alcohol > 2 dosis en las 2 semanas anteriores</i>	2	
Clase	Puntuación	%Riesgo
1	0 a 15	0,24
2	16 a 25	1,2
3	26 a 40	4,0
4	41 a 55	9,4
5	> 55	15,8

Estimación de riesgo de aparición de neumonía en el postoperatorio de cirugía general no cardíaca.

a = número de segmentos no obstruidos que serán resecados

b = número total de segmentos no obstruidos

Para la neumonectomía, el cálculo debe hacerse utilizando el resultado de la gammagrafía de perfusión o de la ventilación pulmonar. La gammagrafía de perfusión es la modalidad más usada para ese fin. En este caso, la fórmula usada para el cálculo es: $\text{Valor ppo} = \text{valor preoperatorio} \times (1 - \text{fracción de perfusión del pulmón que será resecado})$.

Tabla 5 Puntuación de la Sociedad Norteamericana de Anestesiólogos (*American Society of Anesthesiologists*), para estimar las complicaciones postoperatorias en los portadores de SAOS

A: Gravedad de la apnea de sueño con base en un estudio del sueño (p. ej., índice de apnea-hipopnea) o indicaciones clínicas si el estudio del sueño no está disponible
Ninguno = 0, SAOS suave = 1, SAOS moderada = 2, SAOS grave = 3
Restar un punto en pacientes que están usando CPAP o BiPAP
Sumar un punto en pacientes con PaCO ₂ > 50 mmHg
B: Cirugía y anestesia
Cirugía superficial con anestesia local o bloqueo de nervio periférico = 0
Cirugía superficial con sedación moderada o anestesia general o cirugía periférica con anestesia epidural (hasta la sedación moderada) = 1
Cirugía periférica con anestesia general o cirugía de vías aéreas con sedación moderada = 2
Cirugía de gran porte o cirugía de vías aéreas con anestesia general = 3
C: Necesidad de opioide postoperatorio
Ninguno = 0, baja dosis oral = 1, alta dosis oral o parenteral o neuroaxial = 3
D: Estimación del riesgo perioperatorio
Riesgo global = puntuación A + mayor puntuación de B o C
Pacientes con riesgo global ≥ 4 pueden tener riesgo de SAOS perioperatorio aumentado
Pacientes con riesgo global ≥ 5 pueden estar con riesgo SAOS significativamente aumentado

Tradicionalmente, valores estimados de VEF₁ y/o DLCO postoperatorios inferiores al 30% eran considerados contraindicaciones absolutas para la cirugía de resección pulmonar debido a la alta incidencia de complicaciones cardiorrespiratorias y muerte en el postoperatorio. Igualmente, valores entre 30 y 40% frecuentemente ofrecían riesgos mayores que los beneficios previstos por la cirugía, de manera que el TECP era obligatorio en ese grupo de pacientes⁵¹.

Sin embargo, el advenimiento de las técnicas operatorias mínimamente invasivas como la cirugía torácica videoasistida y la posibilidad de realizar resecciones que preservasen el parénquima pulmonar viable, ha venido permitiendo que pacientes con VEF₁ y/o DLCO ppo < 40% se sometieran a esos procedimientos con tasas de morbilidad relativamente bajas (15-25%) y de mortalidad postoperatoria que varía del 1 al 15% en la literatura⁵²⁻⁵⁴. En esos pacientes, las cirugías para el tratamiento de cáncer de pulmón en estadio I, incluso con resecciones menores, o sea sublobares, traen como resultado el aumento de la supervivencia en comparación con los pacientes que no realizaron el procedimiento⁵⁵. Además, las resecciones de neoplasia en pacientes con EPOC grave pueden tener un impacto funcional reducido en 2 situaciones: (1) cuando la neoplasia se ubica en el lóbulo superior, zona más comúnmente afectada por el enfisema centrolobulillar, y por tanto, con una menor pérdida funcional, o (2) si hay posibilidad de combinar la

resección del tumor con una cirugía reductora de volumen pulmonar en el caso de que el paciente sea candidato a ese procedimiento⁵⁶⁻⁶⁰.

En ese sentido, se hizo necesario desarrollar un método de evaluación preoperatoria más amplio para las cirugías de resección pulmonar, que permitiese la estratificación de riesgo menos enfocada en los parámetros de función pulmonar sencillos y más relacionado con la capacidad del individuo para realizar sus actividades de la vida diaria. El diagrama de flujo desarrollado y recientemente publicado en las directrices de cáncer de pulmón del *American College of Chest Physicians* (fig. 2), se basa en ese concepto⁶¹. Según las nuevas directrices, los pacientes con VEF₁ y/o DLCO ppo > 60% son considerados de bajo riesgo para la cirugía, con una mortalidad estimada < 1% y no precisan de evaluación pulmonar adicional. Pacientes con VEF₁ y/o DLCO ppo entre 30 y 60% deben ser sometidos a test sencillos de tolerancia al ejercicio como método de cribado. Aquellos que alcanzan una distancia > 400 m caminando en el *shuttle walk test* o que sean capaces de subir > 22 m en el test de subida de escalera, también son considerados de bajo riesgo y no necesitan evaluación pulmonar adicional. Por otro lado, en el caso de que esos valores de corte no se alcancen, el TECP debe ser obligatoriamente realizado para la estratificación de riesgo quirúrgico. De la misma forma, pacientes con VEF₁ y/o DLCO ppo < 30% también tienen una indicación obligatoria de realizar el TECP.

La espirometría portátil tiene una disponibilidad bastante limitada en la práctica clínica diaria, pero es un importante instrumento de evaluación preoperatoria de individuos programados para las cirugías de resección pulmonar. Valores de VO₂máx (consumo de oxígeno en el pico del ejercicio) por encima de 20 mL.kg⁻¹.min⁻¹ o > 75% de lo previsto permiten un abordaje quirúrgico seguro (bajo riesgo)⁶². Ese valor indica que la reserva funcional del enfermo es suficiente para soportar el estrés quirúrgico y la realización de actividades de la vida diaria en el postoperatorio tardío. Pacientes con VO₂máx entre 10 y 20 mL.kg⁻¹.min⁻¹ o entre un 35 y 75% de lo previsto tienen un riesgo moderado de complicaciones perioperatorias, pero esos valores no son un impedimento siempre que el beneficio de la cirugía sea considerado superior a los riesgos⁶³. Valores por debajo de 10 mL.kg⁻¹.min⁻¹ o < 35% de lo previsto significan un alto riesgo y, en general, son considerados una contraindicación para el procedimiento quirúrgico debido a la alta mortalidad (> 10%)⁶⁴.

El TECP suministra datos sobre el rendimiento cardiovascular durante el esfuerzo que tienen una importancia de pronóstico y pueden influir directa o indirectamente en la estratificación de riesgo. Ese es el caso, por ejemplo, de los parámetros como eficiencia aeróbica (VO₂/W), pulso de oxígeno (VO₂/FC) y de la razón volumen-minuto/producción de CO₂ (VE/VCO₂). Basándonos en esto, se incluyó en el nuevo protocolo de evaluación funcional para cirugías de resección pulmonar la adopción del riesgo cardíaco como una indicación para la realización de TECP. Pacientes con ThRCRI (*Thoracic Revised Cardiac Risk Index*)^{65,66} ≥ 2, que no logran subir 2 escalones o que tienen una enfermedad cardíaca que necesite medicación o que sea de diagnóstico reciente, deben recibir una evaluación inicial del cardiólogo y ser sometidos a exámenes diagnósticos y tratamientos según los protocolos de evaluación preoperatoria de las sociedades de

cardiología. Después de ese paso inicial, todos los pacientes considerados de alto riesgo cardíaco deben ser sometidos a un TECP (fig. 2).

Estrategias perioperatorias para la reducción del riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias

El objetivo final de la evaluación preoperatoria y de la estimación de riesgo para la aparición de CPP radica en la individualización de las estrategias perioperatorias para disminuir el riesgo calculado. En algunas situaciones en las que el riesgo es elevado y no hay estrategias capaces de disminuirlo, debemos darle una atención especial al diagnóstico rápido de las CPP y tratarlas agresivamente con el objetivo de reducir la mortalidad. De una forma didáctica, buscamos agrupar las estrategias en pre, intra y postoperatorias.

Estrategias preoperatorias

La terapéutica específica debe ser optimizada para garantizar que el paciente haya alcanzado la mejor condición clínica y funcional posible. Si hay evidencias de exacerbación, puede ser necesario el uso de un corticoide asociado o no a antimicrobianos, y en esos casos se recomienda que la cirugía sea postergada por lo menos 30 días después de la resolución del proceso.

En pacientes estables, debemos aconsejar la no suspensión de la medicación incluso el día de la cirugía. En los pacientes sintomáticos incluso con la medicación optimizada y que serán sometidos a cirugías electivas menores y mayores, el ingreso entre 3 a 5 días antes del procedimiento puede ser beneficioso porque permite la administración de corticoterapia intravenosa, y broncodilatadores inhalados de acción rápida en horarios fijos y la realización de fisioterapia respiratoria. En pacientes con tos persistente no controlada con el uso de corticoides y broncodilatadores, el uso de antitusígenos puede ser útil.

En el paciente con hiperreactividad bronquial y que deberá ser sometido a anestesia general con intubación endotraqueal, se recomienda iniciar la corticoterapia sistémica vía oral 5 días antes del procedimiento. Además, inmediatamente antes de la cirugía, el paciente debe recibir inhalación con beta-2 de corta duración y anticolinérgicos en dosis plenas, asociados al corticoide intravenoso⁶⁷⁻⁶⁹.

Los pacientes neumópatas son a menudo usuarios crónicos de corticoides, sea como tratamiento de mantenimiento o prescrito en los momentos de exacerbación. Por lo tanto se consideran pacientes de riesgo para el desarrollo de insuficiencia adrenal en el postoperatorio aquellos que usen dosis superiores a 7,5 mg de prednisona (o equivalente), durante más de 30 días, o superiores a 20 mg de prednisona (o equivalente) durante más de 2 semanas en el último año⁴⁶. Pacientes tratados con radioterapia en la región hipofisaria, portadores de enfermedades autoinmunes o con un cuadro clínico que sugiera insuficiencia adrenal también se consideran de riesgo. Lo ideal sería que se sometieran a la evaluación diagnóstica anterior a la cirugía; sin embargo, en el caso de que no exista tiempo suficiente para la investigación, se recomienda la suplementación empírica de corticoide, dependiendo del tamaño de la cirugía⁴⁶.

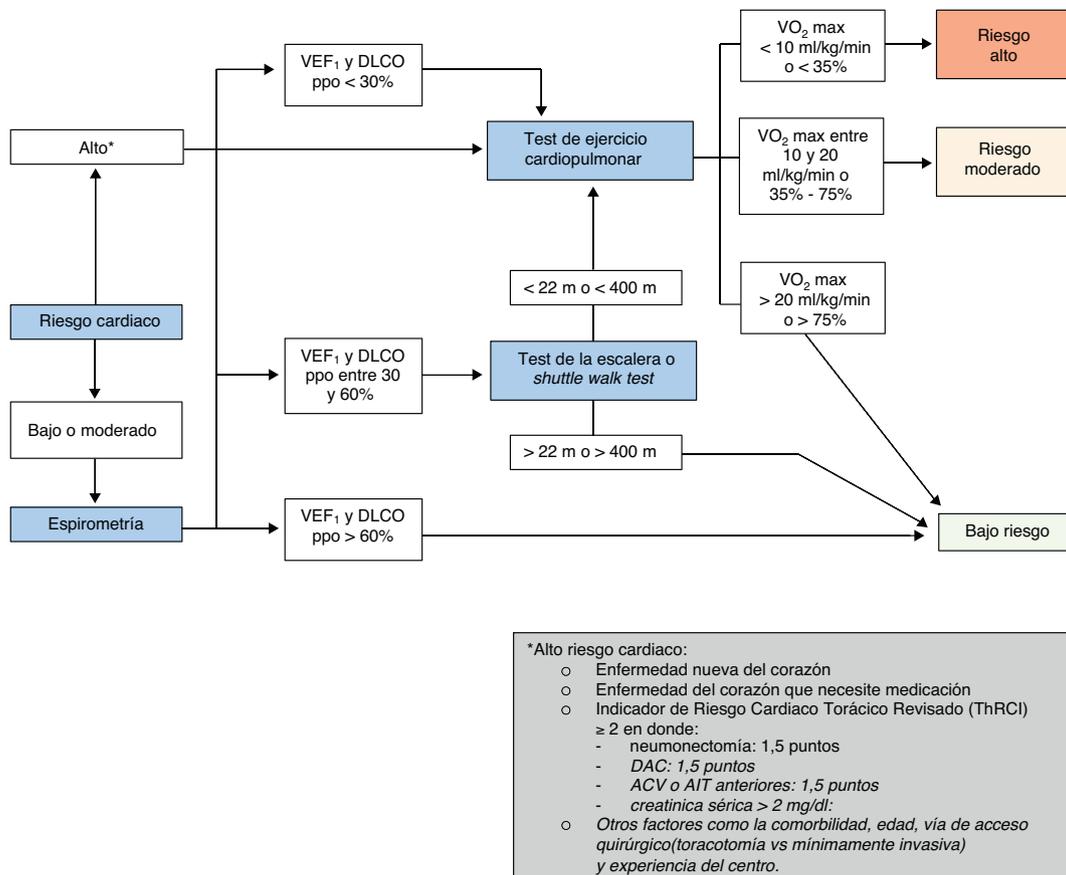


Figura 2 Evaluación del paciente sometido a la resección pulmonar.

- Estrés quirúrgico leve: doblar o triplicar la dosis diaria de corticoide usada por pacientes con diagnóstico previo de insuficiencia adrenal o en usuarios crónicos de corticoide. En caso de ayuno, prescribir hidrocortisona 50mg inmediatamente antes de la cirugía con mantenimiento de 25 mg/12 h hasta 24 h después del procedimiento.
- Estrés quirúrgico moderado: hidrocortisona parenteral 25 mg/8 h, iniciándose en la mañana de la cirugía y con reducción de la dosis en el postoperatorio en un 50% al día, hasta suspender o alcanzar la dosis habitual.
- Estrés quirúrgico elevado: hidrocortisona parenteral 50 mg/6 h, iniciándose en la mañana de la cirugía y con reducción de la dosis en el postoperatorio en un 50% al día, hasta suspender o alcanzar la dosis habitual.

El tabaquismo aumenta el riesgo perioperatorio de complicaciones cardíacas y pulmonares. La abstinencia del tabaquismo puede reducir la tasa de esas complicaciones⁷⁰. Sin embargo, la duración de la abstinencia preoperatoria necesaria para ese beneficio no está establecida. Algunos expertos sugieren que la abstinencia por un breve período antes de la cirugía (muchas veces definida como menos de 8 semanas) puede presentar un riesgo mayor de CPP. El supuesto mecanismo del mayor riesgo es el aumento transitorio de la tos y la producción de moco después de la abstinencia. Sin embargo, existen diversos estudios que

no encontraron la relación de aumento del riesgo con el corto período de abstinencia⁷¹. Un reciente metaanálisis llegó a la conclusión de que la evidencia disponible no fundamenta la asociación entre el corto período de abstinencia y el aumento del riesgo postoperatorio⁷². En pacientes ambulatorios, la cesación del tabaquismo no está asociada con el aumento de la producción de tos o expectoración⁷³ y la producción de expectoración en el intraoperatorio no está aumentada en exfumadores recientes (abstinencia de 8 semanas antes de la cirugía), en comparación con los que continuaron fumando⁷⁴. Así, (1) ningún estudio constató que la abstinencia de tabaquismo en un corto intervalo en el preoperatorio aumenta significativamente el riesgo pulmonar; (2) un metaanálisis de los estudios disponibles no encontró aumento significativo del riesgo; (3) no hay soporte para el supuesto mecanismo subyacente que contribuye al riesgo; y (4) existe la evidencia de reducción de CPP en los individuos que fueron sometidos a la cirugía después de un período de abstinencia de 4 semanas⁷⁵. Por tanto, la evaluación preoperatoria debe ser considerada un momento importante para motivar el cese del tabaquismo, independientemente del momento en que se hizo.

Estrategias cognitivo-comportamentales asociadas o no a medicaciones específicas (terapia de reposición de nicotina⁷⁶, bupropion⁷⁶, vareniclina⁷⁷) son efectivas para el cese del tabaquismo y pueden ser usadas tanto en el pre como en el postoperatorio. La elección del tratamiento

medicamentoso debe tener en cuenta las contraindicaciones individuales de los enfermos y no ser modificada por el tipo de cirugía. Los adhesivos de nicotina pueden ser usados incluso en el postoperatorio inmediato⁴⁶.

La fisioterapia respiratoria tiene una importancia fundamental en la reducción del riesgo de complicaciones pulmonares perioperatorias. Puede ser iniciada antes de la cirugía y mantenerse durante todo el ingreso hospitalario como forma de maximizar la función pulmonar y minimizar los síntomas respiratorios. El entrenamiento de la musculatura respiratoria en el preoperatorio puede reducir la incidencia de atelectasias y aumentar hasta un 10% el promedio de la presión inspiratoria máxima en el postoperatorio⁷⁸.

Las estrategias que pueden ser aplicadas por los fisioterapeutas son variadas e incluyen: inspirómetro de incentivo, ejercicios de respiración profunda sustentada, tos asistida, drenaje postural, vibración y percusión, y el uso de ventilación no invasiva intermitente (CPAP o BiPAP). Un metaanálisis mostró una reducción de un 50% de complicaciones perioperatorias con el uso de inspirómetro de incentivo y ejercicios de respiración profunda, pero, hasta el momento, no existen evidencias de superioridad de una estrategia sobre las demás.

Estrategias intraoperatorias

La anestesia provoca compromiso respiratorio, ya sea porque el paciente está en ventilación espontánea o mecánica. Ese compromiso impide la adecuación de la ventilación alveolar y de la perfusión y consecuentemente, de la oxigenación arterial. Un importante factor para el compromiso respiratorio durante la anestesia general en un paciente con ventilación espontánea es la reducción de la sensibilidad al CO₂ causada por los anestésicos inhalados⁷⁹, barbitúricos⁸⁰ y opioides⁸¹. La respuesta es dosis-dependiente y existe una relación directa entre la reducción de la ventilación y la profundidad anestésica. Eso no impide el uso de la ventilación espontánea durante la anestesia inhalatoria en niños⁸² y adultos⁸³, haciéndose bajo monitorización y ajuste apropiado.

El uso de bloqueadores neuromusculares para la adecuada relajación quirúrgica en el período intraoperatorio puede ser una importante causa de complicación respiratoria y de aparición de hipoxemia en el postoperatorio. Eso ocurre principalmente por la presencia de bloqueo neuromuscular residual¹⁶. Así, debemos considerar la evaluación de los pacientes con el uso de monitores cuantitativos del bloqueo neuromuscular^{17,84-88}, particularmente cuando se usan los bloqueadores de larga acción como el pancuronio.

Existen evidencias de que los anestésicos inhalados, p. ej., isoflurano⁸⁹ y sevoflurano⁹⁰, pueden reducir la lesión pulmonar inducida por ventilación. El preacondicionamiento con isoflurano en los pulmones y en otros órganos simula el efecto cardioprotector del preacondicionamiento isquémico⁹¹ por medio de la activación de los receptores de adenosina⁹² y canales de potasio sensibles al ATP⁹³. El isoflurano induce efectos protectores durante la isquemia-reperfusión⁹⁴ y la lesión pulmonar inducida por endotoxina⁹⁵ o zimosan⁹⁶. También existe un beneficio en la reducción de la liberación de citocinas ocasionada por

la ventilación mecánica⁹⁷, además de un efecto protector contra la lesión pulmonar mediante la prevención de respuestas proinflamatorias⁸⁹.

La anestesia balanceada debe ser usada en pacientes portadores de enfermedades pulmonares obstructivas debido a la acción del broncodilatador inhalado. Debemos tener precaución en el uso del desflurano por el efecto tusígeno, laringospasmo, broncospasmo e hipersecreción bronquial^{98,99}.

En la anestesia regional para cirugías del miembro superior, el bloqueo de plexo braquial por vía interescalénica con grandes volúmenes de anestésico local debe ser evitado en pacientes neumópatas crónicos graves, ya que existe un riesgo de parálisis diafragmática ipsilateral. Preferentemente, el bloqueo de plexo debe hacerse bajo visualización directa con ultrasonido y mínimos volúmenes de anestésico¹⁰⁰.

Tanto en el intraoperatorio como en el postoperatorio debemos tener cautela con la reposición volémica y evitar la administración excesiva de fluidos y el balance hídrico positivo. El volumen intravascular excesivo conlleva la extravasación de líquido hacia el intersticio y predispone a la lesión pulmonar aguda e insuficiencia respiratoria¹⁰¹, infección de la herida operatoria, dehiscencia de anastomosis e íleo prolongado. Además de todo eso, el balance positivo frecuentemente genera una dificultad para la desintubación, lo que resulta en un mayor tiempo de intubación e ingreso en la UCI. Por lo tanto, la reposición volémica debe estar basada preferentemente en parámetros macro y microhemodinámicos¹⁰².

El uso de una sonda nasogástrica aumenta el riesgo de microaspiraciones, y por ende, de infecciones pulmonares en el postoperatorio. Siendo así, debe abandonarse su uso rutinario y la sonda nasogástrica debe quedar restringida a los enfermos con indicación precisa¹⁰³.

Estrategias postoperatorias

La decisión de solicitar que los primeros cuidados postoperatorios sean hechos en la UCI depende del tamaño de la cirugía, de la gravedad del enfermo y de su riesgo de desarrollar complicaciones perioperatorias. Por lo tanto, su recomendación debe hacerse con mucho criterio a partir de una cuidadosa evaluación preoperatoria.

Es fundamental que se establezca una adecuada analgesia en el postoperatorio, especialmente en las cirugías torácicas y abdominales. La aparición de dolor impide una adecuada incursión respiratoria con una predisposición al aumento de áreas de atelectasia o a que se presenten otras nuevas.

Los analgésicos que depriman el sistema respiratorio deben ser evitados siempre que sea posible. Es sabido que, en pacientes con SAOS, el uso de opioides sistémicos empeora el cuadro de obstrucción de las vías aéreas y aumenta la incidencia de complicaciones postoperatorias. Siendo así, se recomienda el uso de analgésicos simples (dipirona, paracetamol) y antiinflamatorios hormonales o no hormonales para los casos de dolor leve. Cuando el dolor es moderado a intenso, el uso de cetamina o dexmedetomidina puede reducir las necesidades de opioides¹⁰⁴. En los casos en los que la cirugía se hizo con anestesia regional, se

recomienda el mantenimiento de catéteres para la analgesia local postoperatoria.

En el postoperatorio, los pacientes en respiración espontánea deben ser evaluados en cuanto a la necesidad de suplementación de oxígeno por catéteres o mascarillas por medio de gasometrías arteriales y oximetría de pulso. Especialmente en los que sufren EPOC, SAOS y/o insuficiencia cardíaca, el uso de ventilación no invasiva, en el caso de que ocurra un distrés respiratorio, puede evitar la reintubación. Pacientes con SAOS tienen un mayor riesgo de desarrollar hipoxemia e hipercapnia en el postoperatorio y deben ser manejados con CPAP como rutina en cuanto lleguen a la UCI o a la enfermería.

Los pacientes que reciben ventilación mecánica invasiva deben inmediatamente ser incluidos en los protocolos de destete ventilatorio y, siempre que sea posible, ventilados en el modo de presión de soporte. Se debe evitar la sedación y la analgesia profundas, objetivándose las puntuaciones 2 o 3 en la escala de Ramsay y respetar el protocolo de interrupción diaria de sedación. La fisioterapia respiratoria y los entrenamientos de resistencia también ayudan a disminuir el tiempo de intubación.

Con excepción de los casos de contraindicación a causa de la naturaleza del procedimiento quirúrgico, la cabecera debe mantenerse en una inclinación de 30°. Esa medida no solo ayuda a prevenir la obstrucción de las vías aéreas en pacientes bajo ventilación espontánea, sino que también está comprobado que reduce la incidencia de neumonía asociada con la ventilación mecánica.

Conclusiones

La evaluación preoperatoria del paciente con enfermedades respiratorias debe hacerse en candidatos a las cirugías tanto electivas como de urgencia, puesto que existe la posibilidad de instaurar medidas que reduzcan el riesgo de complicaciones en el intra y en el postoperatorio. En cualquiera de estas situaciones, se debe solicitar la evaluación clínica inicial y los exámenes complementarios derivados de esa evaluación. En la cirugía electiva, se pueden lograr más los objetivos de la evaluación preoperatoria, a saber, la estabilización clínica de la enfermedad pulmonar, la maximización de la función pulmonar, el cese del tabaquismo y la instauración rápida de una fisioterapia respiratoria en el preoperatorio.

Finalmente, los enfermos neumópatas a menudo presentan otras comorbilidades y deben ser evaluados globalmente en cuanto a los riesgos cardiovasculares, metabólicos, renales y de tromboembolismo venoso que están involucrados en el procedimiento anestésico-quirúrgico que será realizado.

Conflicto de interés

Los autores declaran no haber conflicto de interés.

Bibliografía

- Hedenstierna G, Edmark L. Mechanisms of atelectasis in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2010;24:157-69.
- Valenza F, Chevillard G, Fossali T, Salice V, Pizzocri M, Gattinoni L. Management of mechanical ventilation during laparoscopic surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2010;24:227-41.
- Duggan M, Kavanagh BP. Perioperative modifications of respiratory function. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2010;24:145-55.
- Fernández-Pérez ER, Sprung J, Afessa B, Warner DO, Vachon CM, Schroeder DR, et al. Intraoperative ventilator settings and acute lung injury after elective surgery: a nested case control study. *Thorax.* 2009;64:121-7.
- Kroenke K, Lawrence VA, Theroux JF, Tuley MR, Hilsenbeck S. Postoperative complications after thoracic and major abdominal surgery in patients with and without obstructive lung disease. *Chest.* 1993;104:1445-51.
- Licker M, Diaper J, Villiger Y, Spiliopoulos A, Licker V, Robert J, et al. Impact of intraoperative lung-protective interventions in patients undergoing lung cancer surgery. *Crit Care.* 2009;13:R41.
- Lawrence VA, Hilsenbeck SG, Mulrow CD, Dhanda R, Sapp J, Page CP. Incidence and hospital stay for cardiac and pulmonary complications after abdominal surgery. *J Gen Intern Med.* 1995;10:671-8.
- Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006;144:581-95.
- Arozullah AM, Daley J, Henderson WG, Khuri SF. Multifactorial risk index for predicting postoperative respiratory failure in men after major noncardiac surgery. The National Veterans Administration Surgical Quality Improvement Program. *Ann Surg.* 2000;232:242-53.
- Arozullah AM, Khuri SF, Henderson WG, Daley J. Development and validation of a multifactorial risk index for predicting postoperative pneumonia after major noncardiac surgery. *Ann Intern Med.* 2001;135:847-57.
- Apostolakis EE, Koletsis EN, Baikoussis NG, Siminelakis SN, Papadopoulos GS. Strategies to prevent intraoperative lung injury during cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Surg.* 2010;5:1.
- Ng CS, Wan S, Yim AP, Arifi AA. Pulmonary dysfunction after cardiac surgery. *Chest.* 2002;121:1269-77.
- Tenling A, Hachenberg T, Tyden H, Wegenius G, Hedenstierna G. Atelectasis and gas exchange after cardiac surgery. *Anesthesiology.* 1998;89:371-8.
- Hachenberg T, Tenling A, Hansson HE, Tyden H, Hedenstierna G. The ventilation-perfusion relation and gas exchange in mitral valve disease and coronary artery disease. Implications for anesthesia, extracorporeal circulation, and cardiac surgery. *Anesthesiology.* 1997;86:809-17.
- Ratliff NB, Young Jr WG, Hackel DB, Mikat E, Wilson JW. Pulmonary injury secondary to extracorporeal circulation. An ultrastructural study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1973;65:425-32.
- Sauer M, Stahn A, Soltesz S, Noeldge-Schomburg G, Mencke T. The influence of residual neuromuscular block on the incidence of critical respiratory events. A randomised, prospective, placebo-controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28:842-8.
- Berg H, Roed J, Viby-Mogensen J, Mortensen CR, Engbaek J, Skovgaard LT, et al. Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997;41:1095-103.
- Yamakage M, Namiki A, Tsuchida H, Iwasaki H. Changes in ventilatory pattern and arterial oxygen saturation during spinal anaesthesia in man. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992;36:569-71.
- Warner DO, Warner MA, Ritman EL. Human chest wall function during epidural anesthesia. *Anesthesiology.* 1996;85:761-73.
- Regli A, von Ungern-Sternberg BS, Reber A, Schneider MC. Impact of spinal anaesthesia on peri-operative lung volumes in obese and morbidly obese female patients. *Anaesthesia.* 2006;61:215-21.
- Urmey WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg.* 1991;72:498-503.
- Casati A, Fanelli G, Cedrati V, Berti M, Aldegheri G, Torri G. Pulmonary function changes after interscalene brachial plexus anesthesia with 0.5% and 0.75% ropivacaine: a double-blinded

- comparison with 2% mepivacaine. *Anesth Analg.* 1999;88:587-92.
23. Urmev WF, McDonald M. Hemidiaphragmatic paresis during interscalene brachial plexus block: effects on pulmonary function and chest wall mechanics. *Anesth Analg.* 1992;74:352-7.
 24. Al-Kaisy A, McGuire G, Chan VW, Bruin G, Peng P, Miniaci A, et al. Analgesic effect of interscalene block using low-dose bupivacaine for outpatient arthroscopic shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 1998;23:469-73.
 25. Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur JM. Interscalene brachial plexus analgesia after open shoulder surgery: continuous versus patient-controlled infusion. *Anesth Analg.* 1999;89:1216-20.
 26. Urmev WF, Gloeggler PJ. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume. *Reg Anesth.* 1993;18:244-9.
 27. Riazi S, Carmichael N, Awad I, Holtby RM, McCartney CJ. Effect of local anaesthetic volume (20 vs 5 ml) on the efficacy and respiratory consequences of ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth.* 2008;101:549-56.
 28. Gottardis M, Luger T, Flörl C, Schön G, Penz T, Resch H, et al. Spirometry, blood gas analysis and ultrasonography of the diaphragm after Winnie's interscalene brachial plexus block. *Eur J Anaesthesiol.* 1993;10:367-9.
 29. Altintas F, Gumus F, Kaya G, Mihmanli I, Kantarci F, Kaynak K, et al. Interscalene brachial plexus block with bupivacaine and ropivacaine in patients with chronic renal failure: diaphragmatic excursion and pulmonary function changes. *Anesth Analg.* 2005;100:1166-71.
 30. Heavenr JE. Cardiac toxicity of local anesthetics in the intact isolated heart model: a review. *Reg Anesth Pain Med.* 2002;27:545-55.
 31. Warner MA, Divertie MB, Tinker JH. Preoperative cessation of smoking and pulmonary complications in coronary artery bypass patients. *Anesthesiology.* 1984;60:380-3.
 32. Licker M, Schweizer A, Ellenberger C, Tschopp JM, Diaper J, Clergue F. Perioperative medical management of patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2007;2:493-515.
 33. Von Ungern-Sternberg BS, Regli A, Schneider MC, Kunz F, Reber A. Effect of obesity and site of surgery on perioperative lung volumes. *Br J Anaesth.* 2004;92:202-7.
 34. Jaber S, Delay JM, Chanques G, Sebbane M, Jacquet E, Souche B, et al. Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. *Chest.* 2005;128:2688-95.
 35. Ramakrishna G, Sprung J, Ravi BS, Chandrasekaran K, McGoon MD. Impact of pulmonary hypertension on the outcomes of noncardiac surgery: predictors of perioperative morbidity and mortality. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:1691-9.
 36. Honma K, Tango Y, Isomoto H. Perioperative management of severe interstitial pneumonia for rectal surgery: a case report. *Kurume Med J.* 2007;54:85-8.
 37. Yuan N, Fraire JA, Margetis MM, Skaggs DL, Tolo VT, Keens TG. The effect of scoliosis surgery on lung function in the immediate postoperative period. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:2182-5.
 38. Finkel KJ, Searleman AC, Tymkew H, Tanaka CY, Saager L, Safer-Zadeh E, et al. Prevalence of undiagnosed obstructive sleep apnea among adult surgical patients in an academic medical center. *Sleep Med.* 2009;10:753-8.
 39. Chung F, Ward B, Ho J, Yuan H, Kayumov L, Shapiro C. Preoperative identification of sleep apnea risk in elective surgical patients, using the Berlin questionnaire. *J Clin Anesth.* 2007;19:130-4.
 40. Gross JB, Bachenberg KL, Benumof JL, Caplan RA, Connis RT, Coté CJ, et al. Practice guidelines for the perioperative management of patients with obstructive sleep apnea: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of patients with obstructive sleep apnea. *Anesthesiology.* 2006;104:1081-93, quiz 1117-1118.
 41. Chung F, Yegneswaran B, Liao P, Chung SA, Vairavanathan S, Islam S, et al. STOP questionnaire: a tool to screen patients for obstructive sleep apnea. *Anesthesiology.* 2008;108:812-21.
 42. Adesanya AO, Lee W, Greilich NB, Joshi GP. Perioperative management of obstructive sleep apnea. *Chest.* 2010;138:1489-98.
 43. Licker M, de Perrot M, Spiliopoulos A, Robert J, Diaper J, Chevalley C, et al. Risk factors for acute lung injury after thoracic surgery for lung cancer. *Anesth Analg.* 2003;97:1558-65.
 44. O'Brien MM, Gonzales R, Shroyer AL, Grunwald GK, Daley J, Henserson WG, et al. Modest serum creatinine elevation affects adverse outcome after general surgery. *Kidney Int.* 2002;62:585-92.
 45. Archer C, Levy AR, McGregor M. Value of routine preoperative chest x-rays: a meta-analysis. *Can J Anaesth.* 1993;40:1022-7.
 46. Gualandro DM, Yu PC, Calderaro D, Marques AC, Pinho C, Caramelli B, et al. II Guidelines for perioperative evaluation of the Brazilian Society of Cardiology. *Arq Bras Cardiol.* 2011;96:1-68.
 47. Zibrak JD, O'Donnell CR, Marton K. Indications for pulmonary function testing. *Ann Intern Med.* 1990;112:763-71.
 48. Meyer S, McLaughlin VV, Seyfarth HJ, Bull TM, Vizza CD, Gomberh-Maitland M, et al. Outcome of noncardiac, nonobstetric surgery in patients with pulmonary arterial hypertension: results from an international prospective survey. *Eur Respir J.* 2013;41:1302-7.
 49. Damhuis RA, Schutte PR. Resection rates and postoperative mortality in 7,899 patients with lung cancer. *Eur Respir J.* 1996;9:7-10.
 50. Wyser C, Stulz P, Solèr M, Tamm M, Müller-Brand J, Habicht J, et al. Prospective evaluation of an algorithm for the functional assessment of lung resection candidates. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:1450-6.
 51. Beckles MA, Spiro SG, Colice GL, Rudd RM. The physiologic evaluation of patients with lung cancer being considered for resectional surgery. *Chest.* 2003;123:105S-14S.
 52. Lau KK, Martin-Ucar AE, Nakas A, Waller DA. Lung cancer surgery in the breathless patient—the benefits of avoiding the gold standard. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery.* 2010;38:6-13.
 53. Linden PA, Bueno R, Colson YL, et al. Lung resection in patients with preoperative FEV1 < 35% predicted. *Chest.* 2005;127:1984-90.
 54. Martin-Ucar AE, Fareed KR, Nakas A, Vaughan P, Edwards JG, Waller DA. Is the initial feasibility of lobectomy for stage I non-small cell lung cancer in severe heterogeneous emphysema justified by long-term survival? *Thorax.* 2007;62:577-80.
 55. Donington J, Ferguson M, Mazzone P, et al. American College of Chest Physicians and Society of Thoracic Surgeons consensus statement for evaluation and management for high-risk patients with stage I non-small cell lung cancer. *Chest.* 2012;142:1620-35.
 56. Bobbio A, Chetta A, Carbognani P, et al. Changes in pulmonary function test and cardio-pulmonary exercise capacity in COPD patients after lobar pulmonary resection. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery.* 2005;28:754-8.
 57. Brunelli A, Xiume F, Refai M, et al. Evaluation of expiratory volume, diffusion capacity, and exercise tolerance following major lung resection: a prospective follow-up analysis. *Chest.* 2007;131:141-7.
 58. Kushibe K, Takahama M, Tojo T, Kawaguchi T, Kimura M, Taniguchi S. Assessment of pulmonary function after lobectomy for lung cancer—upper lobectomy might have the same effect as lung volume reduction surgery. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery.* 2006;29:886-90.
 59. Luzzi L, Tenconi S, Voltolini L, et al. Long-term respiratory functional results after pneumonectomy. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery.* 2008;34:64-8.
 60. Varela G, Brunelli A, Rocco G, Jimenez MF, Salati M, Gatani T. Evidence of lower alteration of expiratory volume in patients with airflow limitation in the immediate period after lobectomy. *The Annals of thoracic surgery.* 2007;84:417-22.
 61. Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris DJ. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2013;143:e166S-90S.
 62. Brunelli A, Belardinelli R, Refai M, et al. Peak oxygen consumption during cardiopulmonary exercise test improves risk stratification

- in candidates to major lung resection. *Chest*. 2009;135:1260–7.
63. Win T, Jackson A, Sharples L, et al. Cardiopulmonary exercise tests and lung cancer surgical outcome. *Chest*. 2005;127:1159–65.
 64. Holden DA, Rice TW, Stelmach K, Meeker DP. Exercise testing, 6-min walk, and stair climb in the evaluation of patients at high risk for pulmonary resection. *Chest*. 1992;102:1774–9.
 65. Brunelli A, Varela G, Salati M, et al. Recalibration of the revised cardiac risk index in lung resection candidates. *The Annals of thoracic surgery*. 2010;90:199–203.
 66. Ferguson MK, Celauro AD, Vigneswaran WT. Validation of a modified scoring system for cardiovascular risk associated with major lung resection. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2012;41:598–602.
 67. Barnes PJ. Muscarinic receptor subtypes in airways. *Life Sci*. 1993;52:521–7.
 68. Groeben H, Silvanus MT, Beste M, Peters J. Combined lidocaine and salbutamol inhalation for airway anesthesia markedly protects against reflex bronchoconstriction. *Chest*. 2000;118:509–15.
 69. Groeben H, Schlicht M, Stieglitz S, Pavlakovic G, Peters J. Both local anesthetics and salbutamol pretreatment affect reflex bronchoconstriction in volunteers with asthma undergoing awake fiberoptic intubation. *Anesthesiology*. 2002;97:1445–50.
 70. Warner DO. Perioperative abstinence from cigarettes: physiologic and clinical consequences. *Anesthesiology*. 2006;104:356–67.
 71. Theadom A, Cropley M. Effects of preoperative smoking cessation on the incidence and risk of intraoperative and postoperative complications in adult smokers: a systematic review. *Tob Control*. 2006;15:352–8.
 72. Myers K, Hajek P, Hinds C, McRobbie H. Stopping smoking shortly before surgery and postoperative complications: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2011;171:983–9.
 73. Warner DO, Colligan RC, Hurt RD, Croghan IT, Schroeder DR. Cough following initiation of smoking abstinence. *Nicotine Tob Res*. 2007;9:1207–12.
 74. Yamashita S, Yamaguchi H, Sakaguchi M, et al. Effect of smoking on intraoperative sputum and postoperative pulmonary complication in minor surgical patients. *Respir Med*. 2004;98:760–6.
 75. Nakagawa M, Tanaka H, Tsukuma H, Kishi Y. Relationship between the duration of the preoperative smoke-free period and the incidence of postoperative pulmonary complications after pulmonary surgery. *Chest*. 2001;120:705–10.
 76. Billert H, Gaca M, Adamski D. [Smoking cessation as regards anesthesia and surgery]. *Przegl Lek*. 2008;65:687–91.
 77. Wong J, Abrishami A, Yang Y, et al. A Perioperative Smoking Cessation Intervention with Varenicline: A Double-blind, Randomized Placebo-controlled Trial. *Anesthesiology*. 2012.
 78. Dronkers J, Veldman A, Hoberg E, van der Waal C, van Meeteren N. Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intensive inspiratory muscle training: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2008;22:134–42.
 79. Sakai EM, Connolly LA, Klauck JA. Inhalation anesthesiology and volatile liquid anesthetics: focus on isoflurane, desflurane, and sevoflurane. *Pharmacotherapy*. 2005;25:1773–88.
 80. von Ungern-Sternberg BS, Frei FJ, Hammer J, Schibler A, Doerig R, Erb TO. Impact of depth of propofol anaesthesia on functional residual capacity and ventilation distribution in healthy preschool children. *Br J Anaesth*. 2007;98:503–8.
 81. Pattinson KT. Opioids and the control of respiration. *Br J Anaesth*. 2008;100:747–58.
 82. Ansermino JM, Magruder W, Dosani M. Spontaneous respiration during intravenous anesthesia in children. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2009;22:383–7.
 83. Luginbuhl M, Vuilleumier P, Schumacher P, Stuber F. Anesthesia or sedation for gastroenterologic endoscopies. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2009;22:524–31.
 84. Herbstreit F, Peters J, Eikermann M. Impaired upper airway integrity by residual neuromuscular blockade: increased airway collapsibility and blunted genioglossus muscle activity in response to negative pharyngeal pressure. *Anesthesiology*. 2009;110:1253–60.
 85. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, et al. Intraoperative acceleromyographic monitoring reduces the risk of residual neuromuscular blockade and adverse respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesthesiology*. 2008;109:389–98.
 86. Berg H. Is residual neuromuscular block following pancuronium a risk factor for postoperative pulmonary complications? *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*. 1997;110:156–8.
 87. Bissinger U, Schimek F, Lenz G. Postoperative residual paralysis and respiratory status: a comparative study of pancuronium and vecuronium. *Physiol Res*. 2000;49:455–62.
 88. Murphy GS, Szokol JW, Franklin M, Marymont JH, Avram MJ, Vender JS. Postanesthesia care unit recovery times and neuromuscular blocking drugs: a prospective study of orthopedic surgical patients randomized to receive pancuronium or rocuronium. *Anesth Analg*. 2004;98:193–200, table of contents.
 89. Faller S, Strosing KM, Ryter SW, et al. The volatile anesthetic isoflurane prevents ventilator-induced lung injury via phosphoinositide 3-kinase/Akt signaling in mice. *Anesth Analg*. 2012;114:747–56.
 90. Schlapfer M, Leutert AC, Voigtsberger S, Lachmann RA, Booy C, Beck-Schimmer B. Sevoflurane reduces severity of acute lung injury possibly by impairing formation of alveolar oedema. *Clin Exp Immunol*. 2012;168:125–34.
 91. Belhomme D, Peynet J, Louzy M, Launay JM, Kitakaze M, Menasche P. Evidence for preconditioning by isoflurane in coronary artery bypass graft surgery. *Circulation*. 1999;100:11340–1344.
 92. Roscoe AK, Christensen JD, Lynch C. 3rd. Isoflurane, but not halothane, induces protection of human myocardium via adenosine A1 receptors and adenosine triphosphate-sensitive potassium channels. *Anesthesiology*. 2000;92:1692–701.
 93. Jiang MT, Nakae Y, Ljubkovic M, Kwok WM, Stowe DF, Bosnjak ZJ. Isoflurane activates human cardiac mitochondrial adenosine triphosphate-sensitive K⁺ channels reconstituted in lipid bilayers. *Anesth Analg*. 2007;105:926–32, table of contents.
 94. Fujinaga T, Nakamura T, Fukuse T, et al. Isoflurane inhalation after circulatory arrest protects against warm ischemia reperfusion injury of the lungs. *Transplantation*. 2006;82:1168–74.
 95. Li QF, Zhu YS, Jiang H, Xu H, Sun Y. Isoflurane preconditioning ameliorates endotoxin-induced acute lung injury and mortality in rats. *Anesth Analg*. 2009;109:1591–7.
 96. Mu J, Xie K, Hou L, et al. Subanesthetic dose of isoflurane protects against zymosan-induced generalized inflammation and its associated acute lung injury in mice. *Shock*. 2010;34:183–9.
 97. Vaneker M, Santosa JP, Heunks LM, et al. Isoflurane attenuates pulmonary interleukin-1beta and systemic tumor necrosis factor-alpha following mechanical ventilation in healthy mice. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009;53:742–8.
 98. Dikmen Y, Eminoglu E, Salihoglu Z, Demiroglu S. Pulmonary mechanics during isoflurane, sevoflurane and desflurane anaesthesia. *Anaesthesia*. 2003;58:745–8.
 99. Volta CA, Alvisi V, Petrini S, et al. The effect of volatile anesthetics on respiratory system resistance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Anesth Analg*. 2005;100:348–53.
 100. Falcão LF, Perez MV, de Castro I, et al. Minimum effective volume of 0.5% bupivacaine with epinephrine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth*. 2013;110:450–5.
 101. Holte K, Jensen P, Kehlet H. Physiologic effects of intravenous fluid administration in healthy volunteers. *Anesth Analg*. 2003;96:1504–9, table of contents.
 102. Grocott MP, Mythen MG, Gan TJ. Perioperative fluid management and clinical outcomes in adults. *Anesth Analg*. 2005;100:1093–6.
 103. Nelson R, Edwards S, Tse B. Prophylactic nasogastric decompression after abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;29:CD0049.
 104. Carollo DS, Nossaman BD, Ramadhyani U. Dexmedetomidine: a review of clinical applications. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21:457–61.