

# Guías de Evidencia Basada en la Práctica Clínica AARC

## Retirada del tubo endotraqueal CKPC - Revisión y actualización 2007

### 1.0 PROCEDIMIENTO

Retirada electiva del tubo endotraqueal en pacientes adultos, pediátricos y neonatales.

### 2.0 DESCRIPCION/DEFINICION

En la decisión de discontinuar la ventilación mecánica es preciso socavar los riesgos entre la ventilación mecánica prolongada y el fallo de extubación<sup>12</sup>. Esta guía se enfocará en los predictores que ayudan a la decisión de retirar el tubo orotraqueal, al procedimiento mencionado como extubación y a las intervenciones postextubación inmediatas que pueden evitar la potencial reintubación. Esta revisión no abordará el destete de la ventilación mecánica, la extubación accidental, ni la extubación en pacientes terminales.

2.1 Los riesgos de la intubación translaringea prolongada incluyen pero no se limitan a:

- 2.1.1 Sinusitis<sup>3,4</sup>
- 2.1.2 Injuria de las Cuerdas Vocales<sup>5</sup>
- 2.1.3 Injuria Laringea<sup>6-8</sup>
- 2.1.4 Estenosis Laringea<sup>6,7</sup>
- 2.1.5 Estenosis Subglótica en neonatos<sup>9-11</sup> y niños<sup>12</sup>
- 2.1.6 Injuria Traqueal<sup>13-16</sup>
- 2.1.7 Hemoptisis<sup>17</sup>
- 2.1.8 Aspiracion<sup>18,19</sup>
- 2.1.9 Infección Pulmonar<sup>20-23</sup>
- 2.1.10 Oclusión del Tubo endotraqueal<sup>24-27</sup>

2.1.11 Extubación Accidental con requerimiento de reintubación de emergencia<sup>25,28</sup>

2.2 La Extubación puede resultar en las siguientes complicaciones

2.2.1 Obstrucción de la vía aérea superior por laringoespasma<sup>29-32</sup>

2.2.2 Edema laríngeo<sup>33-37</sup>

2.2.3 Obstrucción subglótica<sup>38</sup>

2.2.4 Edema pulmonar<sup>39-41</sup>

2.2.5 Síndrome de aspiración pulmonar<sup>19,42</sup>

2.2.6 Alteración del intercambio gaseoso

### 3.0 Medio Ambiente

El tubo endotraqueal debe ser retirado en un ambiente donde el paciente pueda tener una adecuada monitorización de los parámetros fisiológicos y donde se encuentren inmediatamente disponibles equipos de emergencia y personal de la salud entrenada en el manejo de la vía aérea. (ver 10.0 y 11.0).

### 4.0 INDICACIONES/OBJETIVOS

Cuando se considere que el control de la vía aérea proporcionado por el tubo ya no sea necesario para continuar con el cuidado del paciente, el tubo debe ser retirado. Deben encontrarse determinantes objetivos y subjetivos de la mejoría de la condición clínica subyacente o mejoría de la función pulmonar y/o intercambio gaseoso antes de la extubación<sup>2</sup>. Para aumentar la probabilidad de éxito en la extubación el paciente debe ser capaz de

conservar la vía aérea permeable y mantener una respiración espontanea adecuada. En general, esto requiere que el paciente presente adecuado: drive central inspiratorio, fuerza de los músculos respiratorios, tos fuerte para eliminar secreciones, función laríngea, estado nutricional, y no tener efectos de los sedantes y bloqueantes neuromusculares

4.1 En ocasiones una obstrucción aguda de la vía aérea artificial por secreciones o deformaciones mecánicas generan la necesidad de una inmediata remoción del tubo endotraqueal. Para mantener un efectivo intercambio gaseoso será necesario reintubar al paciente o realizar otras técnica para reestablecer la vía aérea (ej, manejo de la vía aérea de forma quirúrgica).<sup>26,27,43</sup>

4.2 En aquellos pacientes en los cuales esta documentada la ineficacia de tratamientos médicos futuros el tubo puede ser retirado a pesar de las indicaciones anteriores<sup>44,45</sup>

## 5.0 CONTRAINDICACIONES

No existen contraindicaciones absolutas para la extubacion. Algunos pacientes para mantener un adecuado intercambio gaseoso después de la extubación, pueden requerir uno o más de los siguientes: ventilación no invasiva, presión positiva continua en la vía aérea, fracción inspirada de oxígeno alta o reintubación. Inmediatamente después de la extubación o por un tiempo más prolongado, los reflejos de protección de la vía aérea pueden estar deprimidos<sup>18,46</sup>. Se deben considerar medidas para prevenir la aspiración.

## 6.0 PELIGROS/COMPLICACIONES

6.1 Puede generarse Hipoxemia postextubación. Las causas incluye pero no se limita a

6.1.1 Falla en la entrega adecuada de la fracción

inspirada de oxígeno a través de la vía aérea superior<sup>47</sup>

6.1.2 Obstrucción aguda de la vía aérea superior secundaria a laringoespasma<sup>29-32</sup>

6.1.3 Desarrollo de edema pulmonar post extubacion<sup>39-41</sup>

6.1.4 Broncoespasmo<sup>48,49</sup>

6.1.5 Desarrollo de atelectasia o colapso pulmonar<sup>50</sup>

6.1.6 Aspiración Pulmonar<sup>18,19,42</sup>

6.1.7 Hipoventilacion<sup>51,52</sup>

6.2 Puede desarrollarse hipercapnia después de la extubación. Las causas incluyen pero no se limitan a

6.2.1 Obstrucción de la vía aérea superior como resultado de edema de tráquea, cuerdas vocales o laringe<sup>33-38</sup>

6.2.2 Debilidad de los músculos respiratorios<sup>53,54</sup>

6.2.3 Trabajo respiratorio excesivo<sup>55-59</sup>

6.2.4 Broncoespasmo<sup>48,49</sup>

6.3 Cuando la incapacidad médica es el motivo de la extubación podría ocurrir la muerte del paciente.

## 7.0 LIMITACIONES EN LA METODOLOGÍA/VALIDACIÓN DE RESULTADOS

La predicción de los resultados de la extubación es de significativa importancia clínica. Tanto el retrasos como la falla de extubación están asociados con pobres resultados para el paciente.<sup>1,2</sup> La literatura en estos temas está limitada a unas pocas medidas objetivas validadas para predecir con exactitud los resultados de la extubación en pacientes individuales<sup>1,2,60-63</sup> La falla de extubación no es necesariamente indicador de falla de la práctica médica. Los pacientes pueden requerir una reintubación inmediata o luego de un periodo de

tiempo debido a una inapropiada programación de la extubación, progresión de la enfermedad de base o desarrollo de un nuevo evento. Por lo tanto debe realizarse una prueba de extubación a aquellos pacientes marginales en los que se espera que requieran reintubación.

La tasa de falla de extubación reportada alcanza el 1.8% - 18,6% en adultos<sup>36, 63-65</sup>, 2.7%-22% en niños,<sup>66-70</sup> y puede llegar a 40%-60% para lactantes con bajo peso al nacer.<sup>71-75</sup>

En la práctica clínica estándar, para la remoción del tubo endotraqueal debe incluirse un monitoreo postextubación exhaustivo, identificación inmediata de falla respiratoria, mantenimiento de la vía aérea permeable, y en caso de estar clínicamente indicado, intentos de reestablecer la vía aérea artificial por medio de la reintubación y/o con técnicas quirúrgicas. Las tasas de fracaso y complicaciones de la extubación se pueden utilizar como monitor de calidad.

## 8.0 EVALUACIÓN DE LA PREPARACION PARA LA EXTUBACIÓN

Cuando el paciente no requiera la vía aérea artificial, el tubo endotraqueal debe ser retirado. Los pacientes deben presentar remisión de la causa que precipitó la falla respiratoria subyacente, ser capaces de mantener una adecuada ventilación espontánea e intercambio gaseoso. La determinación de la preparación para la extubación debe ser individualizada usando las siguientes pautas.

8.1 Los pacientes que requirieron vía aérea artificial para facilitar el tratamiento de la falla respiratoria deben considerarse para ser extubados cuando hayan cumplido con criterios establecidos<sup>64,76</sup>. Ejemplos de estos criterios incluyen pero no se limitan a:

8.1.1 Capacidad de mantener una adecuada presión parcial de oxígeno arterial ( $PaO_2/FIO_2 > 150-200$ ) con una fracción

inspirada de oxígeno provista a través de un dispositivo de oxígeno simple ( $FIO_2 \leq 0.4$  a  $0.5$ ) y con niveles bajos de presión positiva al final de la inspiración (PEEP)  $\leq 5$  a  $8$  cmH<sub>2</sub>O

8.1.2 Capacidad de mantener un valor adecuado de pH ( $pH \geq 7.25$ )<sup>2</sup> y presión parcial de CO<sub>2</sub> arterial durante la ventilación espontánea<sup>74,75</sup>

8.1.3 Culminación con éxito de una prueba de respiración espontánea (PRE) de 30-120 minutos realizada con bajos niveles de CPAP (ej, 5cmH<sub>2</sub>O) o bajos niveles de presión de soporte (ej 5-7 cmH<sub>2</sub>O) demostrando un adecuado patrón respiratorio, intercambio gaseoso, estabilidad hemodinámica y confort subjetivo<sup>77-81</sup>

8.1.4 Frecuencia respiratoria durante la prueba de respiración espontánea, en adultos  $< 35$  respiraciones por minuto<sup>54</sup>; en infantes y en niños la frecuencia respiratoria aceptable decrece inversamente con la edad y puede ser medida con buena repetitividad con un estetoscopio<sup>82</sup>

8.1.5 Adecuada fuerza de los músculos respiratorios<sup>83-85</sup>

8.1.6 Presión inspiratoria máxima  $> -30$  cmH<sub>2</sub>O<sup>86-89</sup>. Aunque en la práctica clínica actual se pueden aceptar una presión inspiratoria máxima  $> -20$  cmH<sub>2</sub>O<sup>90,91</sup>

8.1.7 Capacidad vital  $> 10$  mL/kg del peso corporal

ideal<sup>92</sup> y en neonatos  $>150\text{mL}/\text{m}^{289}$

8.1.8 Presión transdiafragmática media durante la ventilación espontánea  $<15\%$  de la máxima<sup>93,94</sup>

8.1.9 En adultos, ventilación minuto espontánea exhalada  $<10\text{ L}/\text{min}^{86}$

8.1.10 En adultos, el índice de respiración rápida y superficial (índice de FR/VT)  $\leq 105$  respiraciones /minuto (valor predictivo positivo [VPP] de 0.78)<sup>90</sup>; en infantes y niños, las variables estandarizadas por la edad o el peso son más útiles. El índice CROP modificado (compliance, resistencia, oxigenación, presión de ventilación) por encima de un umbral  $\geq 0.1\text{-}0.15\text{ mL}\cdot\text{mmHg}/\text{respiraciones}/\text{min}/\text{kg}$  (sensibilidad de 83% y especificidad de 53%) puede ser una herramienta de evaluación superior al FR/VT modificado  $\leq 8\text{-}11$  respiraciones/min/mL/kg (sensibilidad de 74% y especificidad de 74%)<sup>67,68,95</sup>

8.1.11 Compliance torácica  $>25\text{ mL}/\text{cmH}_2\text{O}^{96}$

8.1.12 Trabajo respiratorio  $<0.8\text{ J}/\text{L}^{97\text{-}102}$

8.1.13 Consumo de oxígeno total  $<15\%$ , especialmente para aquellos pacientes con insuficiencia respiratoria crónica que requieren ventilación mecánica prolongada (sensibilidad 100%; especificidad 87%)<sup>102\text{-}104</sup>

8.1.14 Relación espacio muerto – volumen tidal (VD/VT)  $<0.6$ ;

en niños el  $\text{VD}/\text{VT} \leq 0.5$  equivale al 96% de extubación exitosa, entre 0.51-0.64 equivale al 60% de extubación exitosa y 0.65 equivale al 20% de extubación exitosa<sup>105,106</sup>

8.1.15 Presión de oclusión de la vía aérea en los primeros 0.100 segundos (P0.1)  $<6\text{ cm H}_2\text{O}$  y cuando regulariza los valores para la presión inspiratoria máxima (PIM), como indica P0.1/PIM, predice un éxito de extubación del 88% y del 98% de las veces respectivamente.<sup>107\text{-}109</sup> (esta medición es principalmente una herramienta de investigación)

8.1.16 Ventilación voluntaria máxima  $>$  al doble de la ventilación minuto en reposo<sup>86</sup>

8.1.17 En lactantes pre término, las pruebas de ventilación minuto vs la evaluación clínica estándar resulta en una disminución del tiempo de extubación<sup>110</sup>

8.1.19 Pico flujo espiratorio (PFE)  $\geq 60\text{L}/\text{min}$  después de 3 intentos de tos, medidos con un espirómetro en línea<sup>111,112</sup>

8.1.20 Tiempo de recuperación de la ventilación minutos hasta alcanzar valores basales previos a la prueba de respiración espontánea.<sup>113</sup>

8.1.21 Presión inspiratoria máxima sostenida (PIMS)  $>57.5$  unidad de presión tiempo (sensibilidad y especificidad 1.0) predicen resultados de extubación<sup>14</sup>

8.1.22 En neonatos, la compliance del sistema

respiratorio (Crs, derivada de VT/PIP-PEEP)  $\leq 0.9$  mL/cmH<sub>2</sub>O está asociada con falla de extubación, mientras que un valor  $\geq 1.3$  mL/cm H<sub>2</sub>O está asociado con éxito de extubación<sup>115</sup>

8.1.23 Los recién nacidos prematuros extubados directamente de ventilación de baja frecuencia sin una prueba de presión positiva continua en la vía aérea por el tubo endotraqueal (CPAP) demostraron una tendencia a aumentar las chances de extubación exitosa (RR = 0.45, CI95 (0.19, 1.07), NNT 10<sup>116</sup>

8.1.24 Índices integrados que miden capacidad vital (CV, valor de corte = 635 mL), relación entre frecuencia respiratoria y volumen tidal (f/VT, punto de corte = 88 respiraciones/min/L) y presión espiratoria máxima (MEP, punto de corte = 28 cmH<sub>2</sub>O)<sup>80,117</sup>

8.2 Además del tratamiento de la falla respiratoria, la vía aérea artificial se coloca para proteger la vía aérea. La resolución de la causa que llevo al paciente a no proteger la vía aérea tiene que estar resuelta, debe presentar pero no se limita a:

8.2.1 Adecuado nivel de conciencia<sup>118-120</sup>

8.2.2 Adecuados reflejos de protección de la vía aérea<sup>119,120</sup>

8.2.2.1 Fuerza tusígena disminuida (grado 0-2) medida con el test de la tarjeta blanca y abundantes secreciones son predictores de falla de

extubación. (Cociente de riesgo, RR = 4.0; 95% intervalo de confianza (CI95) 1.8 a 8.9)<sup>121</sup>

8.2.3 Manejo de secreciones<sup>1,63,119,120</sup>

8.3 Además de la resolución del proceso que llevo al paciente a requerir una vía aérea artificial, en todos los pacientes debe considerarse antes de la extubación los siguientes:

8.3.1 Que no se anticipe la necesidad de reintubación

8.3.2 Conocer los factores de riesgo de falla de extubación:

8.3.2.1 Los pacientes con alto riesgo de falla de la extubación son los que presentan: admisión a una ICU medica, edad > a 70 o < a 24 meses, mayor severidad de la enfermedad desde el weaning, hemoglobina < 10 mg/dL, uso de sedación intravenosa continua, mayor duración de la ventilación mecánica, presencia de un síndrome o condición médica crónica, condición médica o quirúrgica de la vía aérea conocida,<sup>63,70</sup>, aspiración frecuente,<sup>121</sup>, pérdida de los reflejos de protección de la vía aérea,<sup>119,120</sup>

8.3.2.2 Factores de Riesgo o antecedentes de vía aérea dificultosa: síndrome o condiciones congénitas asociadas con inestabilidad

cervical (ie, Klippel-Feil o trisomía 21); acceso físico de la vía aérea limitado (halo-vest u obstáculos anatómicos); múltiples intentos fallidos de laringoscopia directa por un laringoscopista experto o múltiples intentos fallidos seguidos de intubación traqueal usando un fibrobroncoscopio o estilete nasal o la necesidad de colocar una máscara laríngea <sup>122-129</sup>

8.3.2.3 En la población pediátrica de cirugía cardiorácica, la presencia de una o más de estas variables aumenta la probabilidad de falla de extubación: edad menor a 6 meses, historia de nacimiento prematuro, falla cardíaca congestiva e hipertensión pulmonar <sup>130</sup>

8.3.2.4 Para pacientes pediátricos, mediciones validadas de la función respiratoria al lado de la cama identificaron puntos de corte de bajo (< 10%) y alto riesgo (> 25%) de falla de extubación que pueden ser útiles para discutir pero no pueden ser aplicados para riesgo individual <sup>31</sup>

8.3.3 La presencia de obstrucción de la vía aérea o edema laríngeo evaluados mediante la disminución de la fuga de aire alrededor del tubo endotraqueal con respiraciones a presión positiva. <sup>37,132-139</sup>

8.3.3.1 El porcentaje de fuga por el manguito o la diferencia entre el volumen tidal espirado medido con el balón inflado y luego desinflado en un modo controlado por volumen  $\geq 15.5\%$  (sensibilidad 75%, especificidad 72%). <sup>132-</sup>

<sup>138</sup> Todavía no se encontró que este test sea predictivo en un estudio con pacientes de cirugía cardiorácica <sup>139</sup>

8.3.3.2 En niños la fuga de aire puede ser un predictor de estridor postextubación dependiente de la edad. Una fuga de aire > 20 cmH<sub>2</sub>O fue predictor de estridor post extubación en niños  $\geq 7$  años de edad (sensibilidad de 83%, especificidad de 80%), pero no fue predictor en niños < 7 años de edad <sup>37</sup>.

8.3.3.3 El test de fuga ha sido predictor de estridor post extubación o falla de extubación para niños con patología de la vía

aérea; pacientes con trauma,<sup>140</sup> crup,<sup>141</sup> después de una cirugía traqueal.<sup>142</sup>

8.3.4 Evidencia de función hemodinámica adecuada y estable<sup>2,143-146</sup>

8.3.5 Evidencia de funciones no respiratorias estables<sup>147-150</sup>

8.3.6 Valores de electrolitos dentro de los rangos normales<sup>151-153</sup>

8.3.7 Evidencia de la disminución de la desnutrición, función muscular respiratoria y drive central.<sup>154-158</sup>

8.3.8 La literatura de anestesia indica que el paciente no debe ingerir comida o líquidos por boca por un periodo de tiempo previo a la manipulación de la vía aérea. La alimentación transpilórica continua durante el procedimiento de extubación continúa siendo controversial.<sup>159,160</sup>

8.3.9 Se debe considerar medicación profiláctica antes de la extubación para evitar o reducir la severidad de complicaciones post extubación como ser

8.3.9.1 Considerar el uso de lidocaína profiláctica para prevenirla tos y/o laringoespasma en pacientes de riesgo<sup>161,162</sup>

8.3.9.2 La administración profiláctica de esteroides puede ser de ayuda para prevenir re intubaciones en

neonatos de alto riesgo pero no en niños (riesgo relativo, RR = 0.49, CI95 0.01, 19.65) o adultos (RR = 0.95, CI95 0.52, 1.72)<sup>61,163</sup>

8.3.9.4 La administración profiláctica de corticoides en pacientes con

laringotraquebronquitis se correlaciona con una disminución de la tasa de reintubación<sup>164,165</sup>

8.3.9.5 El citrato de cafeína reduce el riesgo de apneas en niños pero no reduce el riesgo de falla de extubación<sup>166</sup>

8.3.9.6 El tratamiento con metilxantinas estimula la respiración y reduce el índice de apneas (RR = 0.47, CI95 (0.32, 0.70).

[Número necesario a tratar (NNT) 3.7, CI95 (2.7, 6.7)] en neonatos con drive central disminuido, especialmente los lactantes que tienen bajo peso extremo.<sup>167</sup>

## 9.0 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

La remoción del tubo endotraqueal debe ser seguida de una adecuada ventilación espontánea a través de la vía aérea natural, oxigenación, y no requerir reintubación.

9.1 El resultado clínico debe ser evaluado mediante la evaluación física, auscultación, mediciones invasivas y no

invasivas de intercambio gaseoso y radiografía torácica.

9.2 La calidad del procedimiento puede ser evaluado a través del monitoreo de las complicaciones y la necesidad de reintubación.

9.3 La calidad de la extubación puede ser evaluada examinando la frecuencia de reintubaciones y la frecuencia de complicaciones.

9.4 Los casos en que un paciente se autoextuba y no requiere reintubación, son sugerentes de que la extubación debió ser considerada antes.<sup>168-173</sup>

9.5 Algunos pacientes pueden requerir algún tipo de intervenciones para mantener un adecuado intercambio gaseoso o soporte postextubación, independientemente de la ventilación mecánica controlada

#### 9.5.1 Soporte ventilatorio no invasivo

9.5.1.1 Los lactantes extubados a ventilación a presión positiva intermitente a través de una cánula nasal (VPPI) tuvieron menos probabilidad de fallar la extubación que aquellos lactantes extubados a ventilación nasal a presión positiva continua de la vía aérea (VPPC)[RR = 0.21, CI95 (0.10, 0.45); NNT 3, CI95 (2, 5)]<sup>52</sup>

9.5.1.2 En neonatos y lactantes prematuros, binasal prong CPAP es más efectivo en prevenir reintubaciones que single nasal oronasopharyngeal

prongs [RR = 0.59, CI95 (0.41, 0.85); NNT 5, CI95 (3, 14)]<sup>174</sup>

9.5.1.3 En adultos, el uso rutinario de ventilación a presión positiva no invasiva post extubación como BIPAP no está admitido<sup>175-177</sup>

9.5.1.4 En pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el uso de presión positiva continua de la vía aérea (CPAP) de 5 cm H<sub>2</sub>O o ventilación con presión de soporte (PSV) de 15cm H<sub>2</sub>O ha mejorado el intercambio gaseoso, disminuido la fracción de shunt intrapulmonar y disminuido el trabajo respiratorio.<sup>178</sup>

#### 9.5.2 Terapia Médica Postextubación

9.5.2.1 La levonuloxolol – adrenalina en aerosol es tan efectiva como la epinefrina racémica en aerosol para el tratamiento del edema laríngeo post extubación en niños<sup>35</sup>

9.5.2.2 No se han realizado estudios randomizados en neonatos para evaluar el rol de la epinefrina racémica nebulizada en el estridor post extubación<sup>179</sup>



9.5.2.3 El helio puede aliviar los síntomas de una obstrucción parcial de la vía aérea y del estridor resultante, mejorar el confort del paciente, disminuir el trabajo respiratorio y prevenir la reintubación.<sup>57,58,140</sup>

### 9.5.3 Terapia de Diagnóstico

9.5.3.1 Para pacientes con complicaciones post extubación como ser estridor u obstrucción, la fibrobroncoscopia puede proporcionar una inspección directa de vía aérea y una intervención terapéutica (aspiración de secreciones, instilación de drogas, remoción o aspiración de cuerpos extraños).<sup>180,181</sup>

## 10.0 RECURSOS

Antes de la extubación debe prepararse el equipamiento para una reintubación de emergencia y personal capacitado debe estar rápidamente disponible. Los siguientes equipamientos y suministros deben estar próximos al paciente en cantidades suficientes y en condiciones de ser usados

### 10.1 Equipamiento

10.1.1 Fuente de oxígeno

10.1.2 Dispositivos para entregar mezcla de gases enriquecida en oxígeno

10.1.3 Fuente de aspiración de alto volumen y sonda de aspiración

10.1.4 Sondas de aspiración faríngeas y traqueales

10.1.5 Bolsa de resucitación manual autoinflable o no.

10.1.6 Mascaras faciales de tamaño apropiado

10.1.7 Cánulas de mayo.

10.1.8 Tubos endotraqueales de varios tamaños con y sin balón.

10.1.9 Equipamiento de intubación translingüea (hojas de laringoscopia, palas, baterías extras, lubricante quirúrgico, jeringas para inflar el balón, mandril)

10.1.10 Intercambiadores de TET de distintos tamaños.

10.1.11 Mascara laríngea de varios tamaños

10.1.12 Equipamiento para el restablecimiento de la vía aérea quirúrgica de emergencia (escalpelo, lidocaína con epinefrina, tamaño apropiado de tubo endotraqueal y cánula de traqueostomía)

10.1.13 Tubos nasogástricos de varios tamaños

10.1.14 Oxímetro de pulso

10.1.15 Monitor cardíaco de dos canales

10.1.16 Suministros para extracción de sangre arterial y análisis de gases en sangre

10.1.17 Medicación para sedación, analgesia, bloqueantes neuromusculares, y prevención del aumento de la presión intracraneana como se indica por la situación individual

10.1.18 Dispositivos para la detección de dióxido de carbono

(dispositivos cualitativos y/o cuantitativos)

## 10.2 Personal

10.2.1 El personal de la salud acreditado con conocimientos y habilidad para la evaluación y manejo de la vía aérea del paciente debe determinar la idoneidad de la extubación, estar disponible para evaluar el éxito y comenzar las intervenciones adecuadas en caso de producirse complicaciones inmediatas. Personal calificado en intubación endotraqueal y en la inserción de una vía aérea artificial debe estar inmediatamente disponible cuando se realiza una extubación.

10.2.2 El personal de la salud acreditado con conocimiento documentado y habilidad demostrada en dispositivos de administración de oxígeno y aspiración de la vía aérea puede prestar apoyo durante el proceso de extubación.

10.2.3 En el momento de obstrucción de la vía aérea artificial aguda, cualquiera que tenga manejo de la vía aérea puede retirar el tubo endotraqueal para salvar la vida del paciente.<sup>160</sup>

## 11. 0 MONITOREO

El monitoreo del periodo postextubación incluye asegurar que el equipamiento, personal, y medicación estén rápidamente disponibles en la emergencia y fenómenos postextubación<sup>160</sup>

11.1 Personal adecuadamente entrenado para detectar la falla cardiopulmonar debe estar rápidamente disponible.

11.2 La evaluación respiratoria debe incluir: signos vitales, evaluación del estado neurológico, permeabilidad de la vía aérea, hallazgos auscultatorios, trabajo respiratorio y estado hemodinámico.

## 11.3 Equipamiento

11.2.1 Oxímetro de pulso

11.2.2 Monitor cardiaco de 2 canales

11.2.3 Tensiómetro y estetoscopio

11.2.4 Capnógrafo

## 12.0 FRECUENCIA

No existe consenso sobre el tiempo apropiado de colocación de una traqueostomía en pacientes con ventilación mecánica. Cualquier recomendación debe tener en cuenta la población de pacientes, la etiología del daño respiratorio, conocer el tiempo esperado de duración de la ventilación mecánica y realizar un balance entre riesgo/beneficio de continuar recibiendo ventilación mecánica a través de una traqueotomía. Las recomendaciones anteriores se basaron en un consenso de expertos.<sup>2,182,183</sup>

12.1 Existen pocos datos acerca de la tasa de extubación exitosa posterior a una falla de extubación.

12.1.1 Muchos estudios clínicos incluyen solo el primer intento de extubación

12.1.2 En un estudio descriptivo en niños, 174/2794 presentaron falla de extubación [tasa de falla de extubación del 6.2%, CI95 5.3,7.1] después del primer intento; 27% (65/174) fallaron un segundo intento de extubación; de esos

pacientes, 22 fueron extubados exitosamente después del tercer intento.<sup>70</sup>

### 13.0 PRECAUCIONES ESTANDARES.

El personal de salud debe entrenarse en las precauciones estandares para todos los pacientes, seguir las recomendaciones del Centro de prevención y control de infecciones para el control de la exposición a tuberculosis, e instituir las precauciones empíricamente necesarias de aire, gotas y contacto en pacientes en los que se espera la confirmación pero se tienen sospecha de infecciones graves.<sup>184-189</sup>

### 14.0 IDENTIFICACIÓN, ADAPTACIÓN Y DISPONIBILIDAD

14.1 Adaptación Publicación original  
Respir Care 1999; 44 (1): 85-90

14.2 Desarrollo de la guía  
Capítulo de Kinesiología en el Paciente Crítico

Lic. Klga Ftra Agustina Quijano  
Lic. Klgo Ftra Gustavo Plotnikow

14.3 Disponibilidad  
www.sati.org.ar

14.4 Conflictos de interés  
Ninguno

### BIBLIOGRAFIA

1. Epstein SK. Decision to extubate. Intensive Care Med 2002;28(5):535-546.  
2. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College

of Critical Care Medicine. Chest 2001;120(6 Suppl):375S-395S.

3. Holzzapfel L, Chevret S, Madinier G, Ohen F, Demingon G, Coupry A, Chaudet M. Influence of

long-term, oro- or nasotracheal intubation on nosocomial maxillary sinusitis and pneumonia: results of a prospective, randomized, clinical trial. Crit Care Med 1993;21(8):1132-1138.

4. Guerin JM, Lustman C, Meyer P, Barbotin-Larrieu F. Nosocomial sinusitis in pediatric intensive care patients (comment). Crit Care Med 1990;18(8):902.

5. Kastanos N, Estopa Miro R, Marin Perez A, Xaubet Mir A, Agusti-Vidal A. Laryngotracheal injury due to endotracheal intubation: incidence, evolution, and predisposing factors: a prospective long-term study. Crit Care Med 1983;11(5):362-367.

6. Colice GL, Stukel TA, Dain B. Laryngeal complications of prolonged intubation. Chest 1989;96(4):877-884.

7. Santos PM, Afrassiabi A, Weymuller EA Jr. Risk factors associated with prolonged intubation and laryngeal injury. Otolaryngol Head Neck Surg 1994;111(4):453-459.

8. Benjamin B. Prolonged intubation injuries of the larynx: endoscopic diagnosis, classification, and treatment. Ann Otol Rhinol Laryngol 1993;102:1-15.

9. Sherman JM, Lowitt S, Stephenson C, Ironson G. Factors influencing acquired subglottic stenosis in infants. J Pediatrics 1986;109(2):322-327.

10. Marcovich M, Pollauf F, Burian K. Subglottic stenosis in newborns after mechanical ventilation. Prog Pediatr Surg 1987;21:8-19.

11. Parkin JL, Stevens MH, Jung AL. Acquired and congenital subglottic stenosis in the infant. Ann Otol Rhinol Laryngol 1976; 85(5 Pt 1): 573-581.

12. Wiel E, Vilette B, Darras JA, Scherpereel P, Leclerc F. Laryngotracheal stenosis in children

- after intubation. Report of five cases. *Paediatr Anaesth* 1997;7(5):415-419.
13. Stauffer JL, Olson DE, Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy: a prospective study of 150 critically ill adult patients. *Am J Med* 1981;70(1):65-76.
  14. Hoeve LJ, Eskici O, Verwoerd CD. Therapeutic reintubation for post-intubation laryngotracheal injury in preterm infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1995;31(1):7-13.
  15. Stauffer JL, Silvestri RE. Complications of endotracheal intubation, tracheostomy, and artificial airways. *Respir Care* 1982;27(4):417-434.
  16. Spear RM, Sauder RA, Nichols DG. Endotracheal tube rupture, accidental extubation, and tracheal avulsion: three airway catastrophes associated with significant decrease in leak pressure. *Crit Care Med* 1989;17(4):701-703.
  17. Keceligil HT, Erk MK, Kolbakir F, Yildirim A, Yilman M, Unal R. Tracheoinnominate artery fistula following tracheostomy. *Cardiovasc Surg* 1995;3(5):509-510.
  18. Leder SB, Cohn SM, Moller BA. Fiberoptic endoscopic documentation of the high incidence of aspiration following extubation in critically ill trauma patients. *Dysphagia* 1998;13(4):208-212.
  19. Goitein KJ, Rein AJ, Gornstein A. Incidence of aspiration in endotracheally intubated infants and children. *Crit Care Med* 1984;12(1):19-21.
  20. Garibaldi RA, Britt MR, Coleman ML, Reading JC, Pace NL. Risk factors for postoperative pneumonia. *Am J Med* 1981;70(3):677-680.
  21. Kerver AJ, Rommes JH, Mevissen-Verhage EA, Hulstaert PF, Vos A, Verhoef J, Wittebol P. Prevention of colonization and infection in critically ill patients: a prospective randomized study. *Crit Care Med* 1988;16(11):1087-1093.
  22. Torres A, Aznar R, Gatell JM, Jimenez P, Gonzalez J, Ferrer A, et al. Incidence, risk, and prognosis factors of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients. *Am Rev Respir Dis* 1990;142(3):523-528.
  23. Harris H, Wirtschatter D, Cassady G. Endotracheal intubation and its relationship to bacterial colonization and systemic infection of newborn infants. *Pediatrics* 1976;58(6):816-823.
  24. Rivera R, Tibbals J. Complications of endotracheal intubation and mechanical ventilation in infants and children. *Crit Care Med* 1992;20(2):193-199.
  25. Khan FH, Khan FA, Irshad R, Kamal RS. Complications of endotracheal intubation in mechanically ventilated patients in a general intensive care unit. *J Pak Med Assoc* 1996;46(9):195-198.
  26. Cohen IL, Weinberg PF, Fein IA, Rowinski GS. Endotracheal tube occlusion associated with the use of heat and moisture exchangers in the intensive care unit. *Crit Care Med* 1988;16(3):277-279.
  27. Skoulas IG, Kountakis SE. Endotracheal tube obstruction: a rare complication in laser ablation of recurrent laryngeal papillomas. *Ear Nose Throat J* 2003;82(7):504-506, 512.
  28. Black AE, Hatch DJ, Nauth-Misir N. Complications of nasotracheal intubation in neonates, infants and children: a review of 4 years' experience in a children's hospital. *Br J Anaesth* 1990;65(4):461-467.
  29. Backus WW, Ward RR, Vitkun SA, Fitzgerald D, Askanazi J. Postextubation laryngeal spasm in an anesthetized patient with Parkinson's disease. *J Clin Anesth* 1991;3(4):314-316.
  30. Guffin TN, Har-el G, Sanders A, Lucente FE, Nash M. Acute postobstructive pulmonary edema. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;112(2):235-237.
  31. Wilson GW, Bircher NG. Acute pulmonary edema developing after laryngospasm: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 1995;53(2):211-214.

32. Young A, Skinner TA. Laryngospasm following extubation in children (letter). *Anaesthesia* 1995;50(9):827.
33. Hartley M, Vaughan RS. Problems associated with tracheal extubation. *Br J Anaesth* 1993;71(4):561-568.
34. Darmon JY, Rauss A, Dreyfuss D, Bleichner G, Elkharrat D, Schlemmer B, et al. Evaluation of risk factors for laryngeal edema after tracheal extubation in adults and its prevention by dexamethasone: a placebo-controlled, double-blind, multicenter study. *Anesthesiology* 1992;77(2):245-251.
35. Nutman J, Brooks LJ, Deakins KM, Baldesare KK, Witte MK, Reed MD. Racemic versus l-epinephrine aerosol in the treatment of postextubation laryngeal edema: results from a prospective, randomized, double-blind study. *Crit Care Med* 1994;22(10):1591-1594.
36. Kemper KJ, Benson MS, Bishop MJ. Predictors of postextubation stridor in pediatric trauma patients. *Crit Care Med* 1991;19(3):352-355.
37. Mhanna MJ, Zamel YB, Tichy CM, Super DM. The "air leak" test around the endotracheal tube, as a predictor of postextubation stridor, is age dependent in children. *Crit Care Med* 2002;30(12):2639-2643.
38. Vauthy PA, Reddy R. Acute upper airway obstruction in infants and children: evaluation by the fiberoptic bronchoscope. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1980;89(5 Pt1):417-418.
39. Willms D, Shure D. Pulmonary edema due to upper airway obstruction in adults. *Chest* 1988;94(5):1090-1092.
40. Kamal RS, Agha S. Acute pulmonary oedema: a complication of upper airway obstruction. *Anaesthesia* 1984;39(5):464-467.
41. Guinard JP. Laryngospasm-induced pulmonary edema. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1990;20(2):163-168.
42. Arandia HY, Grogono AW. Comparison of the incidence of combined "risk factors" for gastric acid aspiration: influence of two anesthetic techniques. *Anesth Analg* 1980;59(11):862-864.
43. Kapadia FN, Bajan KB, Singh S, Mathew B, Nath A, Wadkar S. Changing patterns of airway accidents in intubated ICU patients. *Intensive Care Med* 2001;27(1):296-300.
44. Task Force on Ethics of the Society of Critical Care Medicine. Consensus report on the ethics of foregoing life-sustaining treatments in the critically ill. *Crit Care Med* 1990;18(12):1435-1439.
45. Truog RD, Cist AF, Brackett SE, Burns JP, Curley MA, Danis M, et al. Recommendations for end-of-life care in the intensive care unit: The Ethics Committee of the Society of Critical Care Medicine. *Crit Care Med* 2001;29(12):2332-2348.
46. Ajemian MS, Nirmul GB, Anderson MT, Zirlen DM, Kwasnik EM. Routine fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing following prolonged intubation: implications for management. *Arch Surg* 2001;136(4):434-437.
47. Guglielminotti J, Constant I, Murat I. Evaluation of routine tracheal extubation in children: inflating or suctioning technique? *Br J Anaesth* 1998;81(5):692-695.
48. Tait AR, Malviya S, Voepel-Lewis T, Munro HM, Seiwert M, Pandit UA. Risk factors for perioperative adverse respiratory events in children with upper respiratory tract infections. *Anesthesiology* 2001;95(2):299-306.
49. Wong DH, Weber EC, Schell MJ, Wong AB, Anderson CT, Barker SJ. Factors associated with postoperative pulmonary complications in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Anesth Analg* 1995;80(2):276-284.
50. Flenady VJ, Gray PH. Chest physiotherapy for preventing morbidity in babies being extubated from mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (2):CD000283. Lopata M, Onal E. Mass

- loading, sleep apnea, and the pathogenesis of obesity hypoventilation. *Am Rev Respir Dis* 1982;126(4):640-645.
52. Davis PG, Lemyre B, de Paoli AG. Nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) versus nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) for preterm neonates after extubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;(3):CD003212.
53. Mier A, Laroche C, Agnew JE, Vora H, Clarke SW, Green M, Pavia D. Tracheobronchial clearance in patients with bilateral diaphragmatic weakness. *Am Rev Respir Dis* 1990;142(3):545-548.
54. Cohen CA, Zigelbaum G, Gross D, Roussos C, Macklem PT. Clinical manifestations of inspiratory muscle fatigue. *Am J Med* 1982;73(3):308-316.
55. Sundaram RK, Nikolic G. Successful treatment of post-extubation stridor by continuous positive airway pressure. *Anesthes Intensive Care* 1996;24(3):392-393.
56. Hertzog JH, Siegel LB, Hauser GJ, Dalton HJ. Noninvasive positive-pressure ventilation facilitates tracheal extubation after laryngotracheal reconstruction in children. *Chest* 1999;116(1):260-263.
57. Kemper KJ, Izenberg S, Marvin JA, Heimbach DM. Treatment of postextubation stridor in a pediatric patient with burns: the role of heliox. *J Burn Care Rehabil* 1990;11(4):337-339.
58. Kemper KJ, Ritz RH, Benson MS, Bishop MS. Helium-oxygen mixture in the treatment of postextubation stridor in pediatric trauma patients. *Crit Care Med* 1991;19(3):356-359.
59. Jaber S, Carlucci A, Boussarsar M, Fodil R, Pigeot J, Maggiore S, et al. Helium-oxygen in the postextubation period decreases inspiratory effort. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164(4):633-637.
60. Epstein SK. Endotracheal extubation. *Respir Care Clin N Am* 2000;6(2):321-360.
61. Davis PG, Henderson-Smart DJ. Intravenous dexamethasone for extubation of newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;(4):CD000308.
62. Sinha SK, Donn SM. Weaning newborns from mechanical ventilation. *Semin Neonatol* 2002;7(5):421-428.
63. Epstein SK. Predicting extubation failure: is it in (on) the cards? (editorial) *Chest* 2001;120(4):1061-1063.
64. DeHaven CB Jr, Hurst JM, Btanson RD. Evaluation of two different extubation criteria: attributes contributing to success. *Crit Care Med* 1986;14(2):92-94.
65. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335(25):1864-1869.
66. el-Khatib MF, Baumeister B, Smith PG, Chatburn RL, Blumer JL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure: does it predict successful extubation in critically ill infants and children? *Intensive Care Med* 1996;22(3):264-268.
67. Farias JA, Alia I, Esteban A, Golubicki AN, Olazarri FA. Weaning from mechanical ventilation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 1998;24(10):1070-1075.
68. Baumeister BL, el-Khatib M, Smith PG, Blumer JL. Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. *Pediatr Pulmonol* 1997;24(5):344-352.
69. Khan N, Brown A, Venkataraman ST. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 1996; 24(9):1568-1579.
70. Kurachek SC, Newth CJ, Quasney MW, Rice T, Sachdeva RC, Patel NR, et al. Extubation failure in pediatric intensive care: a multiple-center study of risk factors and

- outcomes. *Critical Care Medicine* 2003;31(11):2657-2664.
71. Allatar, MH, Bhola M, Weiss M, Dallal O, Muraskas JK. The micropreemies: how early could they be extubated? *Pediatric Research* 2001;49:360A.
  72. Sillos EM, Veber M, Schulman M, Krauss AN, Auld PA. Characteristics associated with successful weaning in ventilator-dependent preterm infants. *Am J Perinatol* 1992; 9(5-6):374-377.
  73. Veness-Meehan K, Richter S, Davis JM. Pulmonary function testing prior to extubation in infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Pulmonol* 1990;9(1):2-6.
  74. Berman LS, Fox WW, Raphaely RC, Downes JJ Jr. Optimum levels of CPAP for tracheal extubation of newborn infants. *J Pediatr* 1976;89(1):109-112.
  75. Kim EH, Boutwell WC. Successful direct extubation of very low birthweight infants from low intermittent mandatory ventilation rate. *Pediatrics* 1987; 80(3):409-414. Erratum in: *Pediatrics* 1987;80(6):948.
  76. Leitch EA, Moran JL, Grealley B. Weaning and extubation in the intensive care unit: clinical or index-driven approach? *Intensive Care Med* 1996;22(8):752-759.
  77. Farias JA, Retta A, Alia I, Olazarri F, Esteban A, Golubicki A, et al. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 2001;27(10):1649-1654.
  78. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona JF, Vallverdu I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156(2 Pt1):459-465. Erratum in: *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156(6):2028.
  79. Esteban A, Alia I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdu I, et al. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159(2):512-518.
  80. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(6):1855-1862.
  81. Ely EW, Baker AM, Evans GW, Haponik EF. The prognostic significance of passing a daily screen of weaning parameters. *Intensive Care Med* 1999;25(6):581-587.
  82. Rusconi F, Castagneto M, Gagliardi L, Leo G, Pellegatta A, Porta N, et al. Reference values for respiratory rate in the first 3 years of life. *Pediatrics* 1994;94(3):350-355.
  83. Bellemare F, Grassino A. Effect of pressure and timing of contraction on human diaphragm fatigue. *J Appl Physiol* 1982;53(5):1190-1195.
  84. Jubran A, Tobin MJ. Passive mechanics of lung and chest wall in patients who failed or succeeded in trials of weaning. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155(3):916-921.
  85. Roussos C, Macklem PT. The respiratory muscles. *N Engl J Med* 1982;307(13):786-797.
  86. Sahn SA, Lakshminarayan S. Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 1973;63(6):1002-1005.
  87. Hess D. Measurement of maximal inspiratory pressure: a call for standardization (editorial). *Respir Care* 1989;34(10):857-559.
  88. Marini JJ, Smith TC, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. *J Crit Care* 1986;1(1):32-38.
  89. Belani KG, Gilmour IJ, McComb C, Williams A, Thompson TR. Preextubation ventilatory measurements in newborns and infants. *Anesth Analg* 1980;59(7):467-472.

90. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324(21):1445-1450.
91. Martin L, Bratton S, Walker L. Principles and practice of respiratory support and mechanical ventilation. In: Rogers MC, editor. *Textbook of pediatric intensive care*, 3rd ed. Baltimore: Williams & Williams; 1996.
92. Bendixen HH, Egbert LD, Hedly-White J, et al. Management of patients undergoing prolonged artificial ventilation. *Respir Care* 1965;10:149-153.
93. Aubier M, Murciano D, Lecocguic Y, Viires N, Pariente R. Bilateral phrenic stimulation: a simple technique to assess diaphragmatic fatigue in humans. *J Appl Physiol* 1985;58(1):58-64.
94. Tobin MJ, Laghi F, Jubran A. Respiratory muscle dysfunction in mechanically-ventilated patients. *Mol Cell Biochem* 1998;179(1-2):87-98.
95. Thiagarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160(5 Pt1):1562-1566.
96. Peters RM, Hilberman M, Hogan JS, Crawford DA. Objective indications for respiratory therapy in posttrauma and postoperative patients. *Am J Surg* 1972;124(2):262-269.
97. Lee KH, Hui LP, Chan TB, Tan WC, Lim TK. Rapid shallow breathing (frequency-tidal volume ratio) did not predict extubation outcome. *Chest* 1994;105(2):540-543.
98. Krieger BP, Isber J, Breitenbucher A, Throop G, Ershowsky P. Serial measurements of the rapid-shallow breathing index as a predictor of weaning outcome in elderly medical patients. *Chest* 1997;112(4):1029-1034.
99. Lewis WD, Chwals W, Benotti PN, Lakshman K, O'Donnell C, Blackburn GL, Bistran BR. Bedside assessment of the work of breathing. *Crit Care Med* 1988;16(2):117-122.
100. Levy MM, Miyasaki A, Langston D. Work of breathing as a weaning parameter in mechanically ventilated patients. *Chest* 1995;108(4):1018-1020.
101. Kirton OC, DeHaven CB, Morgan JP, Windsor J, Civetta JM. Elevated imposed work of breathing masquerading as ventilator weaning intolerance. *Chest* 1995;108(4):1021-1025.
102. Shikora SA, Bistran OR, Borlase BC, Blackburn GL, Stone MD, Benotti PN. Work of breathing: reliable predictor of weaning and extubation. *Crit Care Med* 1990;18(2):157-162.
103. Harpin RP, Baker JP, Downer JP, Whitwell J, Gallacher WN. Correlation of the oxygen cost of breathing and length of weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1987;15(9):807-812.
104. Shikora SA, Benotti PN, Johannigman JA. The oxygen cost of breathing may predict weaning from mechanical ventilation better than the respiratory rate to tidal volume ratio. *Arch Surg* 1994;129(3):269-274.
105. Tahvanainen J, Salmenpera M, Nikki P. Extubation criteria after weaning from intermittent mandatory ventilation and continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 1983;11(9):702-707.
106. Hubble CL, Gentile MA, Tripp DS, Craig DM, Meliones JN, Cheifetz IM. Dead space to tidal volume ratio predicts successful extubation in infants and children. *Crit Care Med* 2000;28(6):2034-2040.
107. Capdevila XJ, Perrigault PF, Perey PJ, Roustan JPA, d'Athis F. Occlusion pressure and its ratio to maximum inspiratory pressure are useful predictors for successful extubation following T-piece weaning trial. *Chest* 1995;108(2):482-489.
108. Montgomery AB, Holle RH, Neagley SR, Pierson DJ, Schoene RB. Prediction of successful ventilator weaning using airway occlusion pressure and hypercapnic challenge. *Chest* 1987;91(4):496-499.



109. Gandia F, Blanco J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilator weaning and value of adding supplemental inspiratory load. *Intensive Care Med* 1992;18(6):327-333.
110. Gillespie LM, White SD, Sinha SK, Donn SM. Usefulness of the minute ventilation test in predicting successful extubation in newborn infants: a randomized controlled trial. *J Perinatol* 2003;23(3):205-207.
111. Smina M, Salam A, Khamiees M, Gada P, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Cough peak flows and extubation outcomes. *Chest* 2003;124(1):262-268. Bach JR, Saporito LR. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilator failure: a different approach to weaning. *Chest* 1996;110(6):1566-1571.
113. Martinez A, Seymour C, Nam M. Minute ventilation recovery time: a predictor of extubation outcome. *Chest* 2003;123(4):1214-1221.
114. Bruton A. A pilot study to investigate any relationship between sustained maximal inspiratory pressure and extubation outcome. *Heart Lung* 2002;31(2):141-149.
115. Balsan MJ, Jones JG, Watchko JF, Guthrie RD. Measurement of pulmonary mechanics prior to the elective extubation of neonates. *Pediatr Pulmonol* 1990;9(4):238-243.
116. Davis PG, Henderson-Smart DJ. Extubation from low rate intermittent positive airways pressure versus extubation after a trial of endotracheal continuous positive airways pressure in intubated preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;(4):CD001078.
117. Zeggwagh AA, Abouqal R, Madani N, Zekraoui A, Kerkeb O. Weaning from mechanical ventilation: a model for extubation. *Intensive Care Med* 1999;25(10):1077-1083.
118. Redmond JM, Greene PS, Goldsborough MA, Cameron DE, Stuart RS, Sussman MS, et al. Neurologic injury in cardiac surgical patients with a history of stroke. *Ann Thorac Surg* 1996;61(1):42-47.
119. Harel Y, Vardi A, Quigley R, Brink LW, Manning SC, Carmody TJ, Levin DL. Extubation failure due to postextubation stridor is better correlated with neurologic impairment than with upper airway lesions in critically ill pediatric patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997;39(2):147-158.
120. Coplin WM, Pierson DJ, Cooley KD, Newell DW, Rubenfeld GD. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standard weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161(5):1530-1536.
121. Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous breathing trial. *Chest* 2001;120(4):1262-1270.
122. Deem S, Bishop MJ. Evaluation and management of the difficult airway. *Crit Care Clin* 1995;11(1):1-27.
123. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98(5):1269-1277. Erratum in *Anesthesiology* 2004;101(2):565.
124. Cork R, Monk JE. Management of a suspected and unsuspected difficult laryngoscopy with the laryngeal mask airway. *J Clin Anesth* 1992;4(3):230-234.
125. Van Boven MJ, Lengele B, Fraselle B, Butera G, Veyckemans F. Unexpected difficult tracheal reintubation after thyroglossal duct surgery: functional imbalance aggravated by the presence of a hematoma. *Anesth Analg* 1996;82(2):423-425.
126. Mort TC. Extubating the difficult airway: determining the odds of failure: be alert to the signs that flag a management challenge. *J Crit Illn* 2003;18(4):177-184.
127. Loudermilk EP, Hartmannsgruber M, Stoltzfus DP, Langevin PB. A prospective study of the safety of tracheal extubation using a

- pediatric airway exchange catheter for patients with a known difficult airway. *Chest* 1997;111(6):1660-1665.
128. Hartmannsgruber MW, Loudermilk E, Stoltzfus D. Prolonged use of a Cook airway exchange catheter obviated the need for postoperative tracheostomy in an adult patient. *J Clin Anesth* 1997;9(6):496-498.
129. Hartmannsgruber MW, Rosenbaum SH. Safer endotracheal tube exchange technique (letter). *Anesthesiology* 1998;88(6):1683.
130. Davis S, Worley S, Mee RB, Harrison AM. Factors associated with early extubation after cardiac surgery in young children. *Pediatr Crit Care Med* 2004;5(1):63-68.
131. Venkataraman ST, Khan N, Brown A. Validation of predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 2000;28(8):2991-2996.
132. Fisher MM, Raper RF. The 'cuff-leak' test for extubation. *Anaesthesia* 1992;47(1):10-12.
133. Potgieter PD, Hammond JM. "Cuff" test for safe extubation following laryngeal edema (letter). *Crit Care Med* 1988;16(8):818.
134. De Bast Y, De Backer D, Moraine JJ, Lemaire M, Vandenberghe C, Vincent JL. The cuff leak test to predict failure of extubation for laryngeal edema. *Intensive Care Med* 2002;28(9):1267-1272.
135. Miller RL, Cole RP. Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 1996;110(4):1035-1040.
136. Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Vergne C, Souche B, et al. Post-extubation stridor in intensive care unit patients: risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med* 2003;29(1):69-74.
137. Marik PE. The cuff-leak test as a predictor of postextubation stridor: a prospective study. *Respir Care* 1996;41(6):509-511.
138. Sandhu RS, Pasquale MD, Miller K, Wasser TE. Measurement of endotracheal tube cuff leak to predict postextubation stridor and need for reintubation. *J Am Coll Surg* 2000;190(6):682-687.
139. Engoren M. Evaluation of the cuff-leak test in a cardiac surgery population. *Chest* 1999;116(4):1029-1031.
140. Kemper KJ, Ritz RH, Benson MS, Bishop MS. Helium-oxygen mixture in the treatment of postextubation stridor in pediatric trauma patients. *Critical Care Med* 1991;19(3):356-359.
141. Adderley RJ, Mullins GC. When to extubate the croup patient: the "leak" test. *Can J Anaesth* 1987;34(3 Pt1):304-306.
142. Seid AB, Godin MS, Pransky SM, Kearns DB, Peterson BM. The prognostic value of endotracheal tube-air leak following tracheal surgery in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;117(8):880-882.
143. Morganroth ML, Morganroth JL, Nett LM, Petty TL. Criteria for weaning from prolonged mechanical ventilation. *Arch Intern Med* 1984;144(5):1012-1016.
144. Clochesy JM, Daly BJ, Montenegro HD. Weaning chronically critically ill adults from mechanical ventilator support: a descriptive study. *Am J Crit Care* 1995;4(2):93-99.
145. Biery DR, Marks JD, Schapera A, Autry M, Schlobohm RM, Katz JA. Factors affecting perioperative pulmonary function in acute respiratory failure. *Chest* 1990;98(6):1455-1462.
146. Hammond MD, Bauer KA, Sharp JT, Rocha RD. Respiratory muscle strength in congestive heart failure. *Chest* 1990;98(5):1091-1094.
147. Rothhaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care* 2003;9(1):59-66.
148. Sapijaszko MJ, Brant R, Sandham D, Berthiaume Y. Nonrespiratory predictor of mechanical ventilation dependency in intensive

- care unit patients. *Crit Care Med* 1996;24(4):601-607.
149. Smith IE, Shneerson JM. A progressive care programme for prolonged ventilatory failure: analysis of outcome. *Br J Anaesth* 1995;75(4):399-404.
150. Scheinhorn DJ, Hassenpflug M, Artinian BM, LaBree L, Catlin JL. Predictors of weaning after 6 weeks of mechanical ventilation. *Chest* 1995;107(2):500-505.
151. Cerra FB. Hypermetabolism, organ failure and metabolic support. *Surgery* 1987;101(1):1-14.
152. Aubier M, Murciano D, Lecocguic Y, Viires N, Jacquens Y, Squara P, Pariente R. Effect of hypophosphatemia on diaphragmatic contractility in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1985;313(7):420-424.
153. Aubier M, Viires N, Piquet J, Murciano D, Blanchet F, Marty C, Gherardi R, Pariente R. Effects of hypocalcemia on diaphragmatic strength generation. *J Appl Physiol* 1985;58(7):2054-2061.
154. Pingleton SK, Harmon GS. Nutritional management in acute respiratory failure. *JAMA* 1987;257(22):3094-3099.
155. Lewis MI, Sieck GC, Fournier M, et al. The effect of nutritional deprivation of diaphragm contractility and muscle fiber size. *J Appl Physiol* 1986;60(2):596-603.
156. Doekel RC Jr, Zwillich C, Scoggin CH, Kryger M, Weil JV. Clinical semi-starvation: depression of hypoxic ventilatory response. *N Engl J Med* 1976;295(7):358-361.
157. Larca L, Greenbaum DM. Effectiveness of intensive nutritional regimes in patients who fail to wean from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1982;10(5):297-300.
158. Bassili HR, Deitel M. Effect of nutritional support on weaning patients off mechanical ventilators. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1981;5(2):161-163.
159. Lyons KA, Brill R, Wieman RA, Jacobs BR. Continuation of transpyloric feeding during weaning of mechanical ventilation and tracheal extubation in children: a randomized controlled trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2002;26(3):209-213.
160. American Academy of Pediatrics Committee on Drugs: Guidelines for monitoring and management of pediatric patients during and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures. *Pediatrics* 1992;89(6 Pt1):1110-1115.
161. Gefke K, Andersen LW, Friesel E. Lidocaine given intravenously as a suppressant of cough and laryngospasm in connection with extubation after tonsillectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1983;27(2):111-112.
162. Staffel JG, Weissler MC, Tyler EP, Drake AF. The prevention of postoperative stridor and laryngospasm with topical lidocaine. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;117(10):1123-1128.
163. Markovitz BP, Randolph AG. Corticosteroids for the prevention and treatment of postextubation stridor in neonates, children and adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; (2):CD001000.
164. Freezer N, Butt W, Phelan P. Steroids in croup: do they increase the incidence of successful extubation? *Anaesth Intensive Care* 1990;18(2):224-228.
165. Tibballs J, Shann FA, Landau LI. Placebo-controlled trial of prednisolone in children intubated for croup. *Lancet* 1992;340(8822):745-748.
166. Steer PA, Henderson-Smart DJ. Caffeine versus theophylline for apnea in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; (2):CD000273.
167. Henderson-Smart DJ, Davis PG. Prophylactic methylxanthines for extubation in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(1):CD000139.

168. Listello D, Sessler CN. Unplanned extubation: clinical predictors for reintubation. *Chest* 1994;105(5):1496-1503.
169. Epstein SK. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152(2):545-549.
170. Whelan J, Simpson SQ, Levy H. Unplanned extubation: predictors of successful termination of mechanical ventilatory support. *Chest* 1994;105(6):1808-1812.
171. Tindol GA Jr, DiBenedetto RJ, Kosciuk L. Unplanned extubations. *Chest* 1994;105(6):1804-1807.
172. Vassal T, Anh NG, Gabillet JM, Guidet B, Staikowsky F, Offenstadt G. Prospective evaluation of self-extubations in a medical intensive care unit. *Intensive Care Med* 1993;19(6):340-342.
173. Franck LS, Vaughan B, Wallace J. Extubation and reintubation in the NICU: identifying opportunities to improve care. *Pediatr Nurs* 1992;18(3):267-270.
174. De Paoli AG, Davis PG, Faber B, Morley CJ. Devices and pressure sources for administration of nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) in preterm neonates. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (4):CD002977.
175. Jiang JS, Kao SJ, Wang SN. Effect of early application of biphasic positive airway pressure on the outcome of extubation in ventilator weaning. *Respirology* 1999;4(2):161-165.
176. Meyer TJ, Hill NS. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure. *Ann Intern Med* 1994;120(9):760-770.
177. Keenan SP, Powers C, McCormack DG, Block G. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA* 2002;287(24):3238-3244.
178. Kilger E, Briegel J, Haller M, Frey L, Schelling G, Stoll C, et al. Effects of noninvasive positive pressure ventilatory support in non-COPD patients with acute respiratory insufficiency after early extubation. *Intensive Care Med* 1999;25(12):1374-1380.
179. Davies MW, Davis PG. Nebulized racemic epinephrine for extubation of newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2002; (1):CD000506.
180. Liebler JM, Markin CJ. Fiberoptic bronchoscopy for diagnosis and treatment. *Crit Care Clin* 2000;16(1):83-100.
181. Walker P, Forte V. Failed extubation in the neonatal intensive care unit. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102(7):489-495.
182. Plummer AL, Gracey DR. Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 1989;96(1):178-180.
183. Maziak D, Meade M, Todd TR. The timing of tracheostomy: a systematic review. *Chest* 1998;114(2):605-609.
184. Garner JS. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee, Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for isolation precautions in hospitals. 1-01-1996. Available at [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov).
185. Centers for Disease Control & Prevention. Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care facilities. *MMWR* 43(RR13);1-132. Publication date 10/28/1994. Available at [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov).
186. Lange JH. SARS respiratory protection (letter). *CMAJ* 2003;169(6):541-542.
187. Ho PL, Tang XP, Seto WH. SARS: hospital infection control and admission strategies. *Respirology* 2003;8Suppl:S41-S45.
188. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, Bridges C, Hajjeh R. CDC. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for preventing healthcare-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control

Practices Advisory Committee. MMWR Recommendations & Reports 2004;53(RR-3):1-36.

189. Bolyard EA, Tablan OC, Williams WW, Pearson ML, Shapiro CN, Deitchmann SD.

Guideline or infection control in healthcare personnel, 1998. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Infect Control Hosp Epidemiol 1998;19(6):407-463. Erratum in Infect Control Hosp Epidemiol 1998;19(7):493.