



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE PEDIATRÍA
CENTRO MEDICO NACIONAL DE OCCIDENTE

DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGIA

TESIS:

**Evaluación de la Capacidad Pulmonar Total preoperatoria determinada por
pletismografía como predictor de extubación temprana en el paciente
pediátrico sometido a cirugía correctiva de escoliosis.**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN
ANESTESIOLOGIA PEDIATRICA

PRESENTA:

DRA NANCY ROCIO DE LA O CONTRERAS

ASESORES:

DR. OSCAR CHÁVEZ BARRAGÁN

DRA SILVIA LOMELÍ.

ASESOR METODOLOGICO

DR JUAN CARLOS BARRERA DE LEON

Guadalajara Jalisco, Febrero 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

ABREVIATURAS.....	3
RESUMEN.....	5
MARCOTEÓRICO.....	6
ANTECEDENTES.....	35
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	38
JUSTIFICACIÓN.....	40
HIPÓTESIS.....	42
OBJETIVOS.....	42
MATERIAL Y MÉTODOS	
Diseño de estudio.....	44
Criterios de inclusión y no inclusión.....	45
Análisis estadístico.....	46
Descripción general del estudio.....	46
ASPECTOS ÉTICOS.....	49
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	51
RESULTADOS.....	62
DISCUSIÓN.....	87
CONCLUSIÓN.....	93
ANEXOS.....	95
BIBLIOGRAFIA.....	104

ABREVIATURAS

PaCO₂: Presión arterial de dióxido de carbono.

PaO₂: Presión arterial de oxígeno.

CO₂: Dióxido de carbono

ml: mililitros

Kg: Kilogramos

CPT: Capacidad pulmonar total

CVF: Capacidad vital forzada

FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo

Pmo: Presión de la boca

Pcab: Presión de la cabina

TGV: Volumen de gas torácico

CRF: Capacidad residual funcional

CI: Capacidad inspiratoria

VR: Volumen residual

CV: Capacidad vital

VEF₁/CVF: Relación Volumen espiratorio forzado del primer segundo y capacidad vital forzada

VR/CPT: Relación de volumen de reserva y capacidad pulmonar total

SO₂: Saturación de oxígeno.

PEEP: presión positiva al final de la espiración (positive end expiratory pressure)

PIM: presión inspiratoria máxima

MEPs: Potenciales evocados motores.

SSEPs: potenciales evocados somatosensoriales.

O₂: Oxígeno

FiO₂: Fracción inspirada de oxígeno.

Mcg: microgramos

NVPO: Náusea y vómito postoperatorio.

ASA: Asociación americana de anestesiólogos (American Society of anesthesiologists)

IMC: índice de masa corporal

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

OR: Odds ratio

IC: Intervalo de confianza

mmHg: Milímetros de mercurio

cmH₂O: Centímetros de agua.

PA: Posteroanterior

IV: Intravenoso

TAC: Tomografía axial computarizada

TP: Tiempo de protrombina

TPT: Tiempo parcial de tromboplastina.

ECG: Electrocardiograma

CAM: Concentración alveolar mínima

PVC: Presión venosa central

V/Q: Relación ventilación/perfusión

VSC: Volumen sanguíneo circulante.

Hrs: horas

Min: Minutos

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: la cirugía correctiva de escoliosis en la edad pediátrica representa un reto para el manejo anestésico, ya que en la evolución de su enfermedad desarrollan daño pulmonar de tipo restrictivo, lo que ha generado un manejo rutinario de ventilación mecánica continuo durante el postoperatorio. Las pruebas de función pulmonar realizadas durante el preoperatorio confirman factores de riesgo para la práctica de la extubación temprana en cirugía de escoliosis.

OBJETIVO. Evaluar la capacidad que tienen las pruebas de función pulmonar (medidas por pletismografía) de orientar la conducta de extubación en quirófano.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se realizó un estudio Transversal comparativo en los Pacientes pediátricos con diagnóstico médico de escoliosis que fueron sometidos a cirugía correctiva en el periodo comprendido entre abril del 2015 a julio del 2015. Se les realizó pletismografía y espirometría preoperatoria, anestesiados y extubados al final de la cirugía. Se registraron características físicas, porcentajes predichos de función pulmonar, pérdida y reposición sanguínea, número de eventos de reintubación y otras complicaciones en quirófano y hasta egreso de UCIP.

RESULTADOS: De un total de 18 pacientes, el 11.11% requirió reintubación y el 88.8% fueron extubados de manera satisfactoria. El 89% de la población pertenece a la etiología idiopática. Los resultados de pletismografía diagnosticaron 50% de trastorno restrictivo en reintubados y 53.75% en no reintubados. La incidencia de complicación postoperatoria fue de 33.3%. El 40% de los diagnosticados con restricción pulmonar obtuvo alguna alteración radiográfica en UCIP. La estancia en UCIP del paciente con evidencia radiográfica fue de 28hrs.

CONCLUSIÓN: La extubación temprana en el paciente con escoliosis sometido a cirugía correctiva puede ser llevada a cabo de manera segura. Las pruebas de función pulmonar no son un indicador de extubación, pero deben realizarse de manera preoperatoria para una mejoría de resultados postoperatorios.

MARCO TEORICO

ESCOLIOSIS

La palabra escoliosis se deriva del griego “scolios” que significa curvatura.¹

Se define como escoliosis a la deformidad de la columna vertebral que envuelve una curvatura lateral (medida en tres dimensiones) con rotación de los cuerpos vertebrales y angulación de las costillas que genera una deformidad de toda la caja torácica ^{1,2}

Para que se considere escoliosis la angulación deberá ser mayor a 10° medido mediante el ángulo de Cobb en una radiografía anteroposterior de tórax ^{1,2,3,4}. La medición se realiza por el ángulo formado por las intersecciones de 2 líneas trazadas paralelas al platillo vertebral superior de la vértebra proximal y al platillo vertebral inferior de la vértebra distal de la curvatura escoliótica.^{2,5}

Clasificación

Las escoliosis pueden clasificarse en funcionales que son aquellas ocasionadas por partes blandas como ligamentos o posturales; y aquellas estructurales en donde la columna ha sufrido alteraciones anatómicas por diferentes causas descritas a continuación.

Por su etiología se puede clasificar en: ^{1,6}

1. Neuromuscular. Es aquella que ocurre por un desbalance muscular y pérdida de control del tronco, se encuentra asociada a patologías de origen neurológico y/o musculoesquelético; tales como mielomeningocele, distrofia muscular, parálisis cerebral, asimetría de extremidades.
2. Congénita. Resultado de asimetría en el desarrollo de las vértebras secundario a anomalías congénitas por ejemplo hemivértebras o fallas en la segmentación.

3. Idiopática. Es aquella donde no se encuentra un causa específica para desarrollar la deformidad. A su vez esta puede ser subdividida de acuerdo a la edad en que se identificó el defecto:
 - a. Infantil 0-3 años corresponde al 1 % de los casos. ^{1,3,6,7}
 - b. Juvenil 4-9 años, ocurriendo en el 12-21% de los casos. ^{1,3,6,7}
 - c. Adolescente, aquella a partir de los 10 años. Es la más frecuente correspondiendo al 80-85% de los casos. ^{1,3,6,7}
4. Traumáticas. Causadas por fracturas vertebrales o cirugía espinal, así como radiación en dicha área. ²

Por el lugar de la curvatura predominante: Torácica, lumbar, toracolumbar y doble curvatura mayor. ²

Otra clasificación de la escoliosis idiopática fue desarrollada por King, en relación a la severidad de la misma en base al ángulo de Cobb y a la flexibilidad de la misma en las pruebas dinámicas, desarrollando 5 grados ¹: (anexo 1)

- a. Tipo I. Una curva en forma de S cruzando la línea media de las curvas torácica y lumbar. La curva lumbar es mayor y más rígida que la torácica; la flexibilidad en las radiografías dinámicas es negativa.
- b. Tipo II. Una curva en forma de S donde tanto la curva torácica mayor como la curva lumbar menor cruzan sobre la línea media; la curva torácica es mayor.
- c. Tipo III. Una curva torácica donde la curva lumbar no cruza la línea media.
- d. Tipo IV. Curva torácica larga donde la 5^a vértebra lumbar está centrada en el sacro, pero la 4^a vértebra lumbar ya está angulada en la dirección de la curva.
- e. Tipo V. Curva torácica doble donde la primera vértebra torácica se angula hacia la convexidad de la curva superior

En el 2001 Lawrence Lenke modifica dicha clasificación por medio de radiografías en 2 planos, e imagenología dinámica. La dividió en 6 categorías. ¹

- a. Tipo I (torácica principal, solamente curva torácica mayor). La curva mayor está estructurada, las otras no.
- b. Tipo II (torácica doble, 2 curvas torácicas). La curva torácica mayor y la curva torácica superior menor se encuentran estructuradas; las demás no están estructuradas.
- c. Tipo III (mayor doble, 2 curvas mayores). La curva torácica, toracolumbar o la lumbar se encuentran estructuradas; la curva torácica es más larga que la toracolumbar o la lumbar; si existe una curva torácica superior, no está estructurada.
- d. Tipo IV (triple mayor, tres curvas mayores). Las tres curvas se encuentran estructuradas, la curva torácica es la curva mayor.
- e. Tipo V (curva primaria toracolumbar/lumbar, curva mayor toracolumbar, o lumbar solamente). La curva mayor se encuentra localizada en la transición torácica a lumbar o en la columna lumbar y se encuentra estructurada. La curva torácica superior o la curva torácica menor no se encuentran estructuradas.
- f. Tipo VI (curva primaria toracolumbar/lumbar, torácica principal). La curva mayor toracolumbar o lumbar se encuentra estructurada; la curva torácica menor también es estructurada, pero el ángulo de Cobb es de cinco grados o menos.

Etiología y frecuencia.

La escoliosis idiopática corresponde al 80-85% de los casos y se ha asociado con una serie de desórdenes poligenéticos que resultan en alteraciones discales, alteraciones del tejido conjuntivo, de sistema nervioso central, entre otros. Se ha relacionado con un patrón de historia familiar positivo. ⁷ Se relacionó también una hipótesis la cual menciona un aumento de la plasticidad ósea y un ligero retraso en la maduración del sistema nervioso central que podrían explicar la deformidad ósea no solo a nivel vertebral.⁸

Se reporta una prevalencia de 2-3%, y en la literatura Europea esta se aumenta hasta 12.8% ⁸, siendo más frecuente en el sexo femenino con una relación de 3.5:1 respecto a los varones. ^{2,7,9}

La relación hombre: mujer es igual en curvaturas de 10 °, pero esta se incrementa a una relación 10:1 en curvaturas mayores de 30 °. La escoliosis en niñas tiende a la progresión 10 veces más que los varones, y son frecuentemente sometidas a corrección quirúrgica. La prevalencia de curvaturas mayores de 30° es de 0.2% y aquellas mayores de 40° es de 0.1%.^{2,7}

Patofisiología

La curvatura de la columna torácica tiene como consecuencia una rotación de las vértebras y las costillas que generan una disminución del diámetro anteroposterior de la caja torácica, de manera inicial la deformidad solo causa una deformidad cosmética, sin embargo si esta progresa, puede traer como consecuencia dolores de espalda además de articulación iliocofemoral que es la principal causa de consulta médica en estos pacientes. Posteriormente se desarrollan curvaturas compensatorias a nivel cefálico y a nivel lumbar; la presencia de estas indica un progreso de aproximadamente 5° de curvatura por año. ⁸

Las curvaturas menores de 20° se ha reportado que cursan hacia la resolución espontánea sobre de todo de inicio infantil, no es igual a las que se reportan de inicio o de diagnóstico durante la adolescencia las cuales pueden progresar aun 10-15 grados. ¹⁰

Las curvaturas por encima de los 40° generan defectos pulmonares de tipo restrictivo y disnea durante el ejercicio, si la progresión continúa se genera hipertensión pulmonar e inclusive falla cardiaca con curvaturas de 65-100° ^{4,6,9}.

Cambios Respiratorios.

Se pueden agrupar en tres apartados: alteración de la mecánica respiratoria, alteración gasométrica e hipertensión pulmonar.

Alteración de la mecánica respiratoria. La deformidad modifica la posición de las costillas, se horizontalizan las de la concavidad de la deformidad y se angulan y rotan las de la convexidad y, al mismo tiempo, disminuye el diámetro antero-posterior del tórax.^{2,11}

Esta alteración produce un defecto de acoplamiento entre la musculatura respiratoria y la caja torácica anormal, con una disminución de la movilidad del tórax y una pérdida de capacidad de la mecánica respiratoria para adaptarse a cambios respiratorios rápidos. Al mismo tiempo se condiciona que existan zonas pulmonares comprimidas y mal desarrolladas cuyos alveolos estarán próximos a su volumen de cierre. El resultado funcional será la disminución de la complianza toraco-pulmonar y la instauración de un síndrome restrictivo que es más grave cuando ocurre en la columna torácica, cuanto mayor número de vértebras sean involucradas y además si se acompaña de curvaturas compensatorias como la cifosis.¹¹

En el niño con escoliosis el patrón respiratorio está significativamente alterado sobre todo en reposo, durante el ejercicio, y durante el sueño. La frecuencia respiratoria tiende a aumentar, y el volumen Tidal a disminuir, sin embargo en relación al valor de la capacidad vital, el volumen Tidal es mayor, debido a esto el paciente ejerce un esfuerzo inspiratorio dos veces mayor del normal.¹²

Alteraciones gasométricas. La alteración relacionada es la hipoxemia ocasionada por diferencias regionales en la distribución de la ventilación y la perfusión pulmonar, produciendo zonas de cortocircuito, inicialmente zonas con disminución de la ventilación (comprimidas) y posteriormente por zonas poco perfundidas. La diferencia alveolo arterial de oxígeno estará incrementada y habrá una escasa respuesta al CO₂ por disminución de la compensación ventilatoria.^{10,11}

En fases evolucionadas de la enfermedad se tenderá a la hipoxemia (reducción de la PaO₂) y una normalidad de la PaCO₂.

En fases más tardías debido al patrón restrictivo, desarrollaran una respiración superficial y taquipnea para disminuir el trabajo respiratorio, lo cual aumentará la relación espacio muerto/ volumen corriente conduciendo a una hipoventilación alveolar con hipercapnia. ¹¹

Hipertensión Pulmonar. En las áreas pulmonares comprimidas se produce un mal desarrollo de dichas zonas, el flujo sanguíneo comienza a circular por los vasos extra-alveolares con un incremento de las resistencias vasculares pulmonares este incremento de resistencias conducirá a un desarrollo de hipertensión pulmonar, que en caso de corrección temprana de la deformidad podrá ser reversible. Esto sumado a que los pacientes con escoliosis tienen un menor número de unidades vasculares por acinos pulmonares que un pulmón normal, debido a que las zonas en desarrollo se encuentran comprimidas; por lo cual las escoliosis cuyo inicio es en edades tempranas (antes de los nueve años), presentan esta anomalía con mayor frecuencia, por encontrarse el pulmón aún en desarrollo. ¹¹

Otras alteraciones asociadas. En el paciente con enfermedad neuromuscular se suman a los cambios mencionados la pérdida de control del centro respiratorio, el pobre desarrollo de los músculos respiratorio por pérdida de función nerviosa, y en algunos, pérdida de los reflejos protectores de vía aérea. ¹¹

Cambios cardiovasculares.

Se pueden atribuir a la deformidad de la caja torácica y a la enfermedad causal de la escoliosis.

La deformidad sobre la caja torácica impiden una normal posición y función de las estructuras mediastínicas, afectando al pericardio y grandes vasos incluyendo la arteria pulmonar. En grandes deformidades se puede llegar al limitar el llenado ventricular simulando pericarditis constrictiva. Cuando se desarrollan cambios en la musculatura arteriolar pulmonar se incrementa la resistencia vascular la cual es transmitida de manera retrógrada al ventrículo derecho

resultando en una hipertrofia del mismo, si el aumento de presión continua se puede dilatar generando fallo ventricular derecho o tener disminuida la reserva cardiaca.^{2,11}

A esto se puede sumar cuando hay alteraciones en la estructura del colágeno, presencia de prolapso mitral y coartación aórtica. Los pacientes con escoliosis de origen neuromuscular se asocian a miocardiopatía dilatada. ¹¹

Diagnóstico

Examen físico

Se inicia con el examen físico del paciente, observación directa de la piel y el sistema neuromuscular antes de la revisión de la espalda para hacer una valoración global de la alineación de la columna en plano sagital y coronal. La búsqueda intencionada de hiperlaxitud, presente en el síndrome de Ehlers-Danlos, manchas en la piel café con leche en el caso de la neurofibromatosis, o regiones con presencia de vello como en el caso de espina bífida oculta. Se debe monitorizar la talla, ya que es un indicador de progresión de la curvatura, así como el estadio Tanner de desarrollo puberal. ^{5,13}

Examen neurológico completo evaluando reflejos y motricidad de extremidades inferiores espalda y tórax. Dentro de este rubro se incluye el examen de la marcha.

Simetría de los hombros y cadera, ya que puede haber discrepancia de la longitud de alguno de los miembros pélvicos. ^{5,13}

La clásica prueba de cribado de escoliosis, es la de inclinación hacia delante o test de Adams, se le pide al paciente que permanece de pie, que se incline hacia delante con las rodillas extendidas y con las palmas de las manos juntas intentando tocar la punta de sus pies; el examinador observará una asimetría del contorno de la espalda que resulta de la rotación de la columna vertebral. ^{5,13} Se considera positivo cuando el torso del niño no está completamente paralelo al suelo, sino que presenta una giba a nivel dorsal o lumbar.

Se puede emplear un inclinómetro o escoliómetro de Bunnell que indica o mide el grado de curvatura cuando el test de Adams es positivo. Cuando la medida es de menos de 5° se afirma que el niño no tiene escoliosis o al menos no es significativa y solo se observara cada año, si la escoliosis se encuentra entre los $5-9^\circ$ el niño deberá ser reevaluado a los 6 meses y si el niño presenta una angulación de 10° o más deberá realizarse el estudio radiográfico. ⁶

Estudio imagenológico.

La primera proyección que se debe obtener es una placa postero-anterior con el paciente en bipedestación rodillas extendidas y pies separados a la distancia de los hombros mirando recto hacia el frente, es necesario que aparezca la totalidad de las crestas iliacas. Una vez localizada la curvatura deberá examinarse el ángulo de Cobb formado entre las intersecciones de 2 líneas trazadas paralelas al platillo vertebral superior de la vértebra proximal y el platillo vertebral inferior de la vértebra distal en la curva escoliótica. ^{1,5,6,13}

Según el ángulo de Cobb las curvaturas pueden clasificarse en:⁶

- a) Leve. Ángulos menores de 20°
- b) Moderada. Ángulos de $20-40^\circ$
- c) Severas. Entre 40° y 50° se toma en cuenta la madurez esquelética del paciente y la rigidez en proyecciones de inclinación, y todas aquellas con curvatura mayor de 50° se consideran como severas.

En la proyección lateral los codos permanecen flexionados y los dedos encajados en las fosas supraclaviculares a ambos lados, o con los antebrazos descansando sobre un soporte anterior con lo cual se logra adecuada posición del tórax y desproyección de los brazos. Se recomienda que la elevación de los brazos no sea mayor a 30° hacia anterior, respecto de la vertical ^{1,6}

Otras proyecciones como la de inclinación lateral son necesarias para evaluar la flexibilidad de las curvas y su grado de corrección, cuantifica el grado de reducción

de las escoliosis cuando el paciente está inclinado hacia el lado convexo de las curvaturas.

Otras valoraciones útiles son el ángulo costo-vertebral de Metha que se usa para evaluar la progresión, muestra la relación entre la vértebra apical de la curvatura dorsal y la cabeza de sus costillas en la radiografía frontal, tras una línea perpendicular de la vértebra apical y una segunda línea desde el centro de la cabeza al punto medio del cuello de la costilla. Una diferencia mayor de 20° es de mal pronóstico con un riesgo de progresión de más de 80% y cuando la diferencia es menor de 20° la progresión es menor de 20°.6,8

La rotación de los cuerpos vertebrales es medida con mayor exactitud por TAC, la cual no se realiza en algunos centros por costo, por lo que existen otros métodos para evaluar por medio de radiografía tales como:

Método de Nash y Moe relaciona el pedículo con el centro del cuerpo vertebral y lo clasifica en 4: 6

Grado 0. Pedículos simétricos

Grado 1 pedículo situado hacia la concavidad

Grado 2. Rotación 1 y 3, desaparición de un pedículo.

Grado 3. Pedículo de lado convexo en el centro del cuerpo vertebral

Grado 4. Pedículo de lado convexo ha excedido la línea media.

Índice de Risser estima el grado de madurez ósea, evaluando el grado de aparición del núcleo de osificación de la cresta iliaca y su fusión al ala iliaca. (Anexo2)

Es un pronóstico de progresión, teniendo mayor riesgo aquellos con un índice de Risser de 0, 1 en relación a los 2-5.1,6,8

Tratamiento

Existen 3 tipos de manejo para escoliosis idiopática, observación, el manejo no quirúrgico y el quirúrgico.

La observación se reserva para pacientes inmaduros con curvaturas menores de 25°. ¹³

Manejo no quirúrgico tradicional consiste en la aplicación de yesos sobre todo en escoliosis infantiles y corsés, la indicación para iniciar este tratamiento es en las curvaturas entre 30 y 40° con índice de Risser 0-2, curvas entre 20-29° que han sufrido una progresión de 5° en el último año, y curvas de 25-29° con un Risser 0 y un Tanner 1 y 2. ^{10,12} La meta es mantener curvas debajo de 50° hasta la madurez ósea. ⁶

La técnica de Cotrel y Morel que consiste en colocación de yeso en extensión desrotación y flexión se hace bajo anestesia general en intervalos de 6-12 semanas con cambios posteriores al uso durante 1 año. Se reserva para escoliosis infantiles. ⁸

El corsé tipo Milwaukee usado en periodos de 23 horas por durante al menos 2 años o hasta que se evidencia no progresión radiográfica por ángulo de Cobb y ángulo de Metha, y con seguimiento hasta la madurez esquelética donde se tiene la seguridad de que no habrá progresión. ⁸

Este tratamiento solo previene la progresión sin embargo no es un tratamiento correctivo. ¹³ Las complicaciones en este tipo de manejo incluye erosión en puntos de presión, deformidades costales y mandibulares, constricción torácica y síndrome de arteria mesentérica superior ^{2,14}

La tracción con halo cefálico es el tratamiento más antiguo para la corrección de la deformidad espinal y a pesar de que su uso es limitado hoy día por las complicaciones asociadas, aún se reportan casos sobre sus beneficios en los que restaura el balance coronal y sagital en curvas con descompensación severa (> 80°) mayores de 18 meses de edad, ya que puede disminuir los riesgos

neurológicos asociados con el tipo de corrección quirúrgica que se vaya a llevar a cabo, al mejorar el cor pulmonale. ⁸

Manejo quirúrgico se reserva para curvaturas mayores de 45° en un niño inmaduro ^{5,7,8,13,15} así mismo curvaturas entre 40-45° que presenten progresión a pesar del corsé y en el adolescente maduro con curvatura de 50° ^{5,6}. La meta de este tratamiento es detener la progresión y lograr un mejor balance de estructuras sobre todo torácicas.

Se conocen 3 opciones de tratamiento quirúrgico, fusión espinal para detener el crecimiento de la columna que puede ser con o sin instrumentación anterior, posterior o ambas, hemiepifisiodesis o anclaje temporal para provocar un arresto del crecimiento en lado convexo y el uso de instrumentación con barras para permitir el crecimiento de la columna por medio de la distracción. ^{8,15}

Fusión posterior.

Fue introducida por Paul Harrington, su sistema consiste en aplicar la fuerza con distracción a lo largo de la concavidad de la curva y la compresión sobre el lado convexo. La instrumentación con la varilla de Harrington consiste en fijarse a través de ganchos a elementos posteriores de la columna como las facetas, láminas y apófisis transversas, y una vez colocados se genera se aplica la fuerza como ya fue explicado. El índice de corrección con este método a ascendido al 55% y el índice de fusión espinal a 98%, la incidencia de lesiones neurológicas es de 1% y de pseudoartrosis es inferior al 10% ¹⁵. Cotrel y Dubousset iniciaron la segunda generación de la cirugía a través de una maniobra de rotación con varilla. A través del tiempo se han ido mejorando los dispositivos de instrumentación cuyo fin es el mismo, anclar la varilla con la columna vertebral, sin embargo se han empleado diversos métodos de fijación segmentaria que no solo permiten la distracción, también movimientos de rotación a través de la misma barra. Es el abordaje de elección para deformidades torácicas. ¹⁴ El abordaje se emplea con el paciente en decúbito prono, con una incisión paraespinal cuya longitud dependerá de los segmentos afectados.

Instrumentación anterior.

Tratamiento de elección para deformidad toraco-lumbar y lumbar, ya que requiere cortos segmentos de fusión, sobre todo para una escoliosis grado 4 de Lenke. Proporciona mejor desrotación y corrección de la curva en plano coronal. El paciente es posicionado en decúbito supino La incisión se realiza a nivel toraco-abdominal medial, y la fijación de los tornillos o varillas es a través de los cuerpos vertebrales, los cuales poseen gran cantidad de hueso esponjoso por lo que tiene más riesgo de aflojamiento del material, sin contar con el riesgo de lesión de otras estructuras durante el abordaje como lesión de uréteres, grandes vasos y quilotórax. ¹⁵

Cirugía sin fusión

El objetivo es detener el crecimiento sobre todo con la finalidad de postergar el evento quirúrgico definitivo. La epifisiodesis en el lado convexo de la curvatura genera una detención del agravamiento de la deformidad de la columna, también se pueden usar osteotomías, sobre todo en columnas no flexibles, o se reserva para escoliosis de tipo neuromuscular. ¹⁵

Una vez abordado el manejo de estos pacientes y en el contexto quirúrgico será de vital importancia conocer la causa, las implicaciones fisiopatológicas en relación a las características de la curvatura así como el abordaje al que será sometido para un mejor pronóstico.

CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS PARA EL MANEJO DEL PACIENTE CON ESCOLIOSIS.

Evaluación preoperatoria.

Los pacientes que serán sometidos a cirugía correctiva de escoliosis requieren un amplio estudio preoperatorio poniendo énfasis en la función cardiorrespiratoria.

Anamnesis.

Todos los pacientes deberán llevar en su historia clínica completa en relación a factores que representen un riesgo durante el procedimiento anestésico, esta se realizará de acuerdo a lo estipulado en La Norma oficial mexicana ¹⁴. Además deberá incluir la etiología de la escoliosis, localización de la curvatura así como el grado de la misma. ^{2,9,11,16}

En referente a la etiología de la escoliosis, en pacientes de etiología neuromuscular deberá indagarse acerca de dificultades para la deglución, reflujo gastroesofágico, presencia de hernia hiatal, broncoaspiraciones previas y tos ineficaz, además de valoración del estado nutricional del paciente.²

En cuanto a la localización y grado de la curvatura, nos darán un grado de orientación acerca del abordaje de investigación cardiaco y respiratorio.

Se indagará de manera precisa si existe dificultad en la respiración además de tolerancia al ejercicio, al encontrarse estos negados nos hablará de que existe una buena reserva cardiaca y respiratoria.^{9,16}

Se consideran como factores de mal pronóstico postoperatorio la intolerancia al esfuerzo.¹¹

Exploración física.

Se realiza de manera general, documentando peso, talla, además de búsqueda intencionada de taquipnea, crepitaciones, sibilancias, y signos de falla cardiaca derecha, como hepatomegalia, ingurgitación yugular y edema periférico. Exploración neurológica en búsqueda de déficits motor o sensitivo en miembros pélvicos. ^{16,17}

Estudios preoperatorios

La evaluación básica preoperatoria comprende la realización de biometría hemática para documentar niveles de hemoglobina y hematocrito, cuenta plaquetaria, estudios de coagulación que incluyen TP y TPT, electrolitos séricos.¹⁴ Se considera obligatorio solo para pacientes con factores de riesgo la realización de panel renal y panel hepático.^{16,17}

Valoración de función respiratoria.

Weinstein et al refieren una relación directamente proporcional entre el daño pulmonar y el grado de la curvatura torácica, haciéndose evidente por arriba de curvaturas de 100°. Otros autores agregan otros factores para generar daño pulmonar como el número de vértebras implicadas en la curvatura mayor, así como la localización de la curvatura.¹⁸ Sin embargo estudios recientes sugieren que curvaturas mucho menores a 100° ya generan daño pulmonar, Jackson et al. Refiere que la CVF se ve seriamente dañada en sujetos adultos con escoliosis idiopática diagnosticada en la adolescencia y con grados de curvatura menores de 40.¹⁸

A continuación se describen los valores medidos en la función pulmonar.

La capacidad pulmonar total Es el volumen de gas contenido en el pulmón al final de una inspiración máxima. A continuación se muestran las subdivisiones y esquematización en el anexo 4.

Se conoce como volumen Tidal al volumen inspirado y espirado en una respiración normal, en un adulto promedio es de aproximadamente 500 ml, en el niño es de 4-8 ml/kg (anexo 5)

El volumen de reserva inspiratorio es el volumen extra de aire que puede ser inspirado luego de una inspiración a volumen corriente. En un adulto promedio es de 3000ml¹⁹

El volumen de reserva espiratorio es el volumen de gas exhalado luego del final de una espiración en reposo. En un adulto promedio es de 1100ml ¹⁹

El volumen residual es el volumen de gas restante en el pulmón luego de una espiración forzada. En un adulto promedio es de 1200ml. ¹⁹

La capacidad vital que corresponde a la máxima cantidad de aire espirada por un paciente después de haber llenado sus pulmones al máximo, en un adulto promedio esta cantidad es de 4600ml y en la población pediátrica es de 60 ml/kg ^{16,20}. Se le denomina capacidad vital pues esta se relacionaba con la vitalidad de un individuo.

La capacidad inspiratoria se describe como la suma del volumen Tidal más el volumen de reserva inspiratorio. Definido como el volumen máximo inhalado desde el punto de vista de máxima exhalación hasta la máxima inspiración, medido durante una maniobra de inhalación lenta. ²⁴

La Capacidad vital espiratoria se define como el volumen máximo exhalado desde el punto de vista de máxima inspiración hasta la máxima espiración y medido durante una maniobra de exhalación lenta. ²⁴.

Espirometria

Es una prueba básica de función de la mecánica respiratoria. La función mecánica depende de las características elásticas del pulmón (distensibilidad) y la caja torácica, la permeabilidad de las vías aéreas (resistencias) y la fuerza muscular suficiente que proviene del diafragma como sistema motor respiratorio. ^{16,17}

El aparato usado para realizar esta medición se denomina espirómetro y consta de un tambor suspendido sobre una cámara de agua, el cual está sostenido o balanceado por un contrapeso; dentro del tambor existe una cámara donde entra o sale el gas procedente del paciente, el cual llega hasta ahí a través de un tubo que conecta con la boca del sujeto, que cuando mete o saca aire, hace que se desplace el tambor hacia arriba o hacia debajo de la columna de agua, guiando un registro que será plasmado en un papel. ²⁰

Mide el volumen de aire que un individuo puede inhalar o exhalar en valor absoluto o en función de tiempo, expresado como curva volumen/tiempo, además se puede medir la relación flujo/volumen.²⁴

La espirometría puede ser simple o forzada, según se determine durante la mecánica respiratoria relajada o bien mediante maniobras de máximo esfuerzo y en el menor tiempo posible, por lo tanto, no tiene requerimientos especiales, solo que el paciente coopere y atienda algunas indicaciones para que la prueba sea realizada de manera correcta y sus valores sean confiables.

La prueba se realiza con el paciente en posición sedente o de pie, tórax y cabeza erectos, utilizando un clip nasal. La maniobra se realiza con una inspiración máxima y rápida hasta capacidad pulmonar total, seguida de un esfuerzo espiratorio máximo hasta obtener una meseta. Entre inspiración y espiración debe existir una pausa no mayor de 2 segundos. Se deben obtener cuando menos 3 curvas que cumplan los criterios de aceptabilidad: Espiración forzada comenzando a nivel de la CPT, el punto de inicio puede ser determinado por el método de extrapolación retrógrada, donde el volumen extrapolado no debe ser mayor de 5% de la capacidad vital forzada, la fase espiratoria debe alcanzar siempre una meseta y tener duración mínima de 3 segundos; curva libre de artefactos como tos, maniobra de Valsalva, mordedura de la pieza y variabilidad de esfuerzo durante la maniobra.²⁴

De tres maniobras aceptables, 2 deben ser reproducibles, es decir con una variabilidad menor al 5% en la CVF y FEV₁.²⁴

La Espirometría Simple proporciona datos directos de algunas capacidades y volúmenes estáticos medidos mediante maniobras respiratorias lentas no dependientes de tiempo. La espirometría forzada realiza las mediciones en relación a tiempo y a máximo esfuerzo. Los principales parámetros que mide son la Capacidad Vital Forzada, el Volumen espiratorio en el primer segundo y el cociente VEF₁/CVF.²¹

Se define como CVF al mayor volumen de aire medido en litros, que se puede exhalar por la boca con máximo esfuerzo después de inspiración máxima. El VEF1 es el volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la maniobra de CVF. El cociente VEF1/CVF es la proporción de la CVF exhalada en el primer segundo de la maniobra de CVF.²¹

La espirometría es el estándar de oro para medir la obstrucción bronquial y, por lo tanto, es de utilidad en el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades respiratorias, como el asma o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), entre otras. La espirometría permite también evaluar la respuesta a broncodilatadores o a estímulos que inducen obstrucción bronquial. ²¹ No realiza diagnóstico de enfermedad restrictiva, sin embargo se considera útil para seguimiento de estos pacientes una vez diagnosticados por medio de la pletismografía.²¹

Las indicaciones para la realización de espirometría incluyen tos crónica, sibilancia persistente, diagnóstico y monitoreo de asma y fibrosis quística, como monitoreo en enfermedad pulmonar por desórdenes hematológicos, enfermedades de tejido conectivo, deformidades de tórax como pectus excavatum, escoliosis y enfermedad neuromuscular. ²²

Las contraindicaciones de la espirometría son relativas, se incluyen enfermedad cardiovascular aguda o descompensada, neumotórax en los noventa días previos, hemoptisis, cirugía de tórax, abdomen, ojos u oídos en los últimos tres meses, infección aguda de vías respiratorias en las últimas 2 semanas, tuberculosis. ^{21,22}

Los patrones que pueden identificarse en la espirometría son tres, patrón normal, obstructivo y sugerente de restricción. Los valores de un patrón normal son FVC mayor del 80% del predicho, FEV₁ mayor del 80% del predicho, y FEV₁/CVF mayor de 70%. ^{21, 22}

El parámetro más sensible y específico para la identificación de obstrucción es FEV₁/ CVF menor de 70%. ²¹ La gravedad de la obstrucción se evaluará a través de la FEV₁ clasificándose como leve, moderado, moderado severo y severo. ²¹

Se considera un patrón sugerente de restricción cuando VEF_1/CVF mayor de 70%, CVF menor de 80% y cualquier FEV_1 , el cual será confirmado a través de pletismografía mediante la medición de volúmenes pulmonares. ^{21,22}

Espirometría en el paciente con escoliosis

Las anomalías en la función pulmonar del paciente con escoliosis son detectadas a partir de curvaturas con ángulos de 50°-60°. El patrón estudiado por medio de la espirometría es sugerente a restricción pulmonar, afectándose la CVF, la cual se encuentra con valores menores al 80% del predicho, se considera una correlación lineal negativa entre la magnitud de la curvatura y la CVF, esto debido a la disminución de la complianza del sistema respiratorio. Las tasas de flujo espiratorio disminuyen proporcionalmente a la restricción pulmonar, mientras que el coeficiente FEV_1/CVF se mantiene normal. ¹²

Se considera que un valor menor al 40% del predicho de la CVF incrementa el riesgo de complicaciones postoperatorias de tipo respiratorio y se considera un parámetro para que un paciente no sea extubado, a su vez una CVF menor de 35% puede ser tomada como una contraindicación para realizar la cirugía. ^{2,11,12}

Se recomienda evaluación prequirúrgica broncopulmonar y valoración por neumología y/o considerar asistencia ventilatoria no invasiva domiciliaria nocturna si la escoliosis tiene un ángulo mayor de 40°, especialmente si la CVF es de 40% del predicho.

A pesar de no ser un estudio diagnóstico, se considera una prueba de seguimiento para el paciente con escoliosis una vez sometido a la corrección quirúrgica, y un estudio de cribado en la evaluación preoperatoria, que obliga a realizar un estudio posterior con mayor especificidad y sensibilidad como la pletismografía.

Pletismografía

Se considera como el estándar de oro para la medición de volúmenes pulmonares, ya que mide el volumen total de aire dentro del tórax. Es indispensable para el correcto diagnóstico de atrapamiento aéreo, alteración restrictiva, alteración mixta

(restrictivo/obstructivo), valoración de riesgo quirúrgico, cuantificación de espacio aéreo no ventilado. ²²

El pletismógrafo corporal es una caja herméticamente cerrada con una capacidad de 600 litros, en donde se mantiene un volumen constante y las mediciones se llevan a cabo durante cambios de presión. El paciente se coloca durante el estudio respirando a través de un neumotacógrafo, el cual es obstruido por un obturador manejado desde el exterior. Entre la boquilla y la válvula obturadora existe un transductor de presión que mide la misma en la boca (P_{mo}) y un segundo que mide la presión en la cabina (P_{cab}) la cual será cambiante para lograr medir los volúmenes pulmonares. La prueba inicia respirando tranquilamente a través de la boquilla con la cabina cerrada, colocando fuertemente las manos sobre las mejillas para evitar cambios de presión efectuados por la boca así como vibraciones. Al estabilizar el volumen corriente se realizan respiraciones rápidas (jadeo) con una frecuencia de 3-5 respiraciones por minuto, al final de una espiración se cierra el obturador durante 3 segundos, atrapándose un volumen de gas en el tórax, se considera el momento crítico de la prueba ya que es aquí donde este gas atrapado representa la CRF. Una vez abierta la válvula obturadora el paciente realiza una inspiración máxima para medir la capacidad inspiratoria y posteriormente un exhalación completa de manera lenta y relajada, que al sumar la CRF y la CI nos indican la CPT. ^{21,24}

Por lo anterior se resume que los principales parámetros de mide la pletismografía son: CPT, CRF, CI, VR y VC.²¹

La principal indicación para la realización de pletismografía es la enfermedad restrictiva, entre las cuales se encuentran la enfermedad pulmonar parenquimatosa difusa, enfermedad neuromuscular, alteraciones osteomusculares del tórax. ^{21,24}

Las contraindicaciones son las mismas que para la espirometría, detallas anteriormente. Se deberá obtener tres maniobras aceptables; para la repetibilidad, la variable tomada en cuenta es la capacidad vital (CV). La diferencia entre las dos mejores maniobras deberá ser menor a 150 ml; sin embargo, en la pletismografía también se evalúa la varianza del TGV, que no debe rebasar el 5% ²¹

El patrón pulmonar normal ofrece como parámetros de referencia a la CPT de 80-119% del predicho, CV de 80-119% del predicho, VR menor de 119% del predicho.

El patrón restrictivo intrapulmonar, disminuye todos los volúmenes y capacidades, mientras que el patrón restrictivo extrapulmonar genera una disminución en la CPT, y un aumento en el VR, con un incremento en la relación VR/CPT. ²¹

Los patrones propuestos para severidad de la restricción se muestran en el ANEXO 6.

Alteraciones en pletismografía en los pacientes con escoliosis

Como cualquier enfermedad restrictiva la alteración en el paciente con escoliosis es la disminución de la CPT a valores menores del 80%. El volumen residual generalmente se mantiene dentro de valores normales. Debido a la disminución de la CPT la relación VR/CPT está incrementada. De manera similar la CRF se puede mantener normal o ligeramente disminuida y la relación CRF/CPT se incrementa. Si el grado de escoliosis incrementa su severidad el volumen residual disminuye ligeramente.¹²

Pocos estudios refieren que la CPT en el preoperatorio es menor de 30-35% es probable que se precise ventilación mecánica en el postoperatorio. ¹¹ Sin embargo existen pocos estudios que confirmen dicha cifra. Se considera como factor de riesgo de extubación temprana a la VC menor e 60% ³⁶

La presión inspiratoria máxima se ha reportado que puede estar disminuida, se considera el parámetro de mayor importancia en la evaluación preoperatoria, debido a que el paciente con una PIM menor a 30 cmH₂O incrementa significativamente la posibilidad de falla respiratoria postoperatoria al ser extubado.¹²

La presión espiratoria máxima es normal o puede ser baja, probablemente debido a la deformidad de la pared torácica que provoca que los músculos no se contraigan efectivamente y no generen la presión máxima. ¹²

Valoración cardiológica.

Se cree que las anomalías cardiovasculares se desarrollan de forma paralela a la deformidad, sin embargo Primiano et al. Reporta un aumento en las resistencias vasculares pulmonares de manera asintomática independientemente de la severidad de la escoliosis. ¹¹

Además de una asociación de prolapso de la válvula mitral por defecto en la estructura del colágeno, y otras malformaciones cardíacas como la coartación aórtica, sobre todo en pacientes cuya escoliosis es de origen neuromuscular, en donde la evaluación cardiológica preoperatoria se considera como obligatoria²⁵

Se considera adecuada la práctica de ECG, sin embargo su valor en este tipo de pacientes es pobre, por lo que estudios como el de Limin Liu et al recomiendan el uso de manera rutinaria preoperatoria de ecocardiograma en la evaluación de la función ventricular izquierda (Fracción de eyección menor de 50% contraindica la cirugía) así como también de ventrículo derecho (desplazamiento del anillo tricuspídeo) en el paciente con escoliosis. ^{26,27} La medición de la presión pulmonar es importante ya que se ha observado que curvaturas mayores de 70° pueden desarrollar grados de hipertensión durante el ejercicio y arriba de 110° la presentan en reposo.¹⁶

Se consideran mandatorio la evaluación cardiológica en aquellos pacientes con ángulos de Cobb mayores a 80° ya que estos pacientes tienen alto riesgo de complicación quirúrgica cardíaca por la pérdida de sangre así como la prolongada presión ejercida en posición prono. ²⁷

Consideraciones Intraoperatorias

Técnica Anestésica

Una de las principales metas es alcanzar una profundidad anestésica suficiente para llevar a cabo un monitoreo neurofisiológico medular intraoperatorio a través de potenciales evocados, lo cual puede ser llevado a cabo a través de diferentes técnicas anestésicas.

Los regímenes de premedicación incluyen diferentes fármacos: 2,9,11,16,17

1. Se sugiere nebulización con albuterol y/o ipratropio en pacientes con hiperreactividad de vía aérea.
2. Profilaxis gastrointestinal en pacientes con riesgo de aspiración que incluye antagonistas H₂ o inhibidores de la bomba de protones.
3. Dexametasona en paciente con hiperreactividad de vía aérea y para disminuir la incidencia de NVPO
4. Ansiolíticos como el midazolam por vía oral a dosis de 0.5-1 mg/kg o via parenteral a dosis de 0.1 mg/kg

Existen variaciones entre instituciones, en cuanto a los fármacos utilizados para la cirugía de escoliosis, las técnicas generalmente combinadas con infusiones de propofol o bajas dosis de anestésicos inhalatorios como sevoflurane y desflurane a CAM de 0.5-1 con infusiones de opioides sintéticos tales como el remifentanil, sulfentanil y Fentanil, y la adición de adyuvantes para disminuir los requerimientos, tales como la dexmedetomidina. Dichas técnicas generan una adecuada profundidad anestésica para llevar a cabo potenciales evocados motores y somatosensoriales, por lo anterior no existe un fármaco de elección para llevar a cabo este procedimiento. 2,5,9,11,17 Se describió la técnica del despertar (Wake-up test) la cual se consideró como el estándar de oro para la evaluación motora durante la cirugía de escoliosis, que consiste en despertar al paciente después de haber disecado los nervios espinales para discernir las fibras motoras, una vez esto, el paciente puede recibir y acatar la orden de mover sus pies; esta técnica ha sido ampliamente criticada y conlleva complicaciones tales como extubación del paciente, y embolismo aéreo con los esfuerzos inspiratorios.^{2,28}

Se recomienda relajación neuromuscular para llevar a cabo la intubación endotraqueal, los fármacos indicados son los relajantes neuromusculares no despolarizantes de corta o mediana duración, el cual se elegirá dependiendo de la condición del paciente. Se encuentran contraindicados los fármacos despolarizantes como la succinilcolina por el riesgo de rabdomiólisis, hipercalemia

y paro cardíaco. ⁵ Se recomienda una única dosis de intubación, para mantener al paciente con un TOF de 1-2 estímulos. ^{2,17}

La intubación endotraqueal se llevara a cabo preferentemente con tubo armado para prevenir la oclusión del mismo durante el posicionamiento del paciente. ¹⁷

Monitoreo intraoperatorio

Se deberá incluir el monitoreo básico con oximetría de pulso, electrocardiografía, presión arterial no invasiva. ¹⁴

Se deberá añadir el monitoreo de presión arterial invasiva ya que la cirugía de escoliosis está asociada a una pérdida sanguínea importante, posición del paciente, comorbilidad cardíaca, condiciones que generan un potencial riesgo de inestabilidad hemodinámica. ^{2,9,11,16,17}

Se recomienda el uso de 2 accesos venosos periféricos de grande calibre para la reposición hídrica y/o sanguínea. Se reserva el uso de vía venosa central en el paciente con comorbilidad cardíaca, o en aquel que tiene accesos vasculares periféricos inadecuados. Actualmente se ha demostrado que no existe correlación entre la medición de PVC como una guía para el manejo de los líquidos, por lo tanto su uso se reserva para aplicación de medicamentos vasoactivos y de electrolitos, además en el paciente con escoliosis la deformidad torácica le provee un mayor riesgo para el desarrollo de neumotórax por tener una vía de acceso difícil. ²⁹

Se deberá colocar sonda urinaria para monitoreo directo del gasto urinario a tasas de 0.5-1 ml/kg/hr, por las grandes cantidades de líquidos perfundidos así como un dato indirecto de estabilidad hemodinámica y función renal. ^{2,5,11,16,17}

El monitoreo neurofisiológico incluye la estimulación de una parte del sistema nervioso (potencial evocado) y la medición de la respuesta en distintas partes del cordón espinal en riesgo. Existen 2 tipos: somatosensorial (SSEPs) que corresponde a la estimulación de un nervio periférico, usualmente el tibial posterior y detectando la respuesta a través de un electrodo epidural o cortical en cuero

cabelludo; y motor (MEPs) que consiste en el estímulo de la corteza motora con respuesta a nivel de un electrodo epidural o un conjunto de músculos que comparten ese potencial de acción. La medición de estos estímulos puede informar al cirujano acerca de la integridad funcional de las vías nerviosas, evidenciando daño neurológico, por isquemia, contusión directa, hematoma epidural, o daño por disección.^{2,28} En referencia a este rubro es de donde proviene la recomendación del uso de fármacos anestésicos dosis dependiente, ya que alteran sobre todo los SSEPs, y donde se ha visto una ligera ventaja con el uso de infusiones de propofol sobre el anestésico halogenado^{2,11}. El monitoreo de los MEPs se ve afectado por los relajantes neuromusculares, cuyas recomendaciones se hicieron previamente.

El monitoreo de la temperatura corporal es de vital importancia, se refiere que a temperaturas menores de 36° se aumenta el riesgo de coagulopatía, complicaciones postoperatorias como infección, y disminución en el metabolismo de diversos fármacos.^{2,11}

Posicionamiento

Se coloca al paciente en posición prono para el abordaje posterior, y en decúbito lateral cuando se realizan abordajes anteriores, esto en ocasiones por periodos de tiempo prolongado, por lo que se puede causar un número importante de problemas tanto mecánicos como fisiológicos.

Se deberán colocar sobre una mesa radiolúcida, existen diferentes dispositivos para la colocación en prono como el marco de Wilson, o la colocación de almohadillas dejando el tórax y el abdomen libres para no generar problemas mecánicos, se amortigua también la parte baja de las piernas y los pies, los brazos en ligera flexión no más de 90° de abducción o flexión, así como protección en prominencia óseas. La cabeza y cuello se colocan en ligera flexión y rotación, deberán prevenirse movimientos excesivos.

Cardiovasculares

La posición prono genera un aumento en la presión intra-abdominal, comprimiendo la VCI, esto provoca la disminución del retorno venoso al corazón y con ello la disminución del gasto cardiaco, inicialmente se genera como método de compensación un aumento en las resistencias vasculares sistémicas, que al ser insuficiente se ve reflejado en hipotensión. ³⁰

Provoca además una ingurgitación del plexo venoso extradural lo cual genera un incremento en el sangrado en el sitio quirúrgico que incluso puede hacer pobre el campo de visión. ^{2,30}

Respiratorias

Actualmente existe controversia sobre los efectos pulmonares de la posición prono, por una parte se cree que se disminuye la complianza pulmonar y la limitación de la expansión del tórax.

Se aumenta la CRF y la CVF y FEV₁ cambian ligeramente. Se relaciona este efecto a la reducción de la presión cefálica sobre el diafragma y a la reapertura de los segmentos atelectásicos. ³⁰

En cuanto a la distribución del flujo pulmonar, se refiere que existe una distribución más homogénea en posición prono, con un mayor flujo en las regiones dorsales del pulmón, en tiempos anteriores se creía que era en relación a la gravedad, favoreciendo el flujo en zonas declives, sin embargo ahora se cree que es debido a la menor resistencia vascular pulmonar y a una mayor distribución vascular en esta zona. La mecánica ventilatoria tiende a afectarse ya que la parte con mayor movilidad de la caja torácica es la ventral, y al colocarse en decúbito prono esta se ve limitada por el peso del paciente sobre el esternón, esto podría parecer como una disminución en la complianza pulmonar, sin embargo genera una distribución homogénea en cuanto a la ventilación, ya que genera que se aumenta la ventilación a la zona dorsal que como ya se comentó se encuentra en mayor

medida perfundida. Estos efectos ocasionan una disminución del cortocircuito, además de mejorar la relación V/Q, en donde la mayor influencia para que esto ocurra es la mejoría en la distribución de la ventilación, el resultado neto es una mejoría en la en la oxigenación del paciente.³⁰

Complicaciones de la posición prono.

Puede ir desde el desarrollo de hemiparesia y afasia por oclusión de la arteria carótida cuando se rota y flexiona en exceso el cuello, oclusión de vena cava inferior con bajo gasto, daño de nervios periféricos como el plexo braquial, neuropatía ulnar y del nervio cutáneo lateral. Las más frecuentes son las complicaciones por presión generando necrosis de la piel en áreas de la cara, orejas, mamas y genitales. Región de presión que requieren mayor atención son la región malar, crestas iliacas, párpados, mentón, y nariz. Se ha reportado pérdida de visión por compresión directa sobre globos oculares generándose una isquemia en el nervio oftálmico.^{2,28,30}

Pérdidas hemáticas.

La pérdida sanguínea durante el procedimiento quirúrgico es grande, puede exceder el 50% del volumen circulante de los pacientes, y va directamente relacionado con el número de vértebras instrumentadas, si se coloca injerto de hueso de cadera, tiempo quirúrgico, así como factores anestésicos como incremento de la presión abdominal, y ventilación con presión positiva intermitente, además de coagulopatía por consumo cuando el sangrado es extenso. Existen diferentes técnicas para el manejo de la pérdida hemática como la hemodilución normovolémica, transfusión autóloga de sangre, recuperador sanguíneo, uso de antifibrinolíticos entre otras.^{2,9,11,28}

Ventilación mecánica

Las estrategias de ventilación mecánica durante la cirugía de escoliosis incluye ventilación de protección pulmonar, que consiste en exposición controlada al O₂ para evitar la toxicidad del mismo, se prefiere el manejo de FiO₂ por debajo de

0.60, hipercapnia permisiva con una PaCO₂ con valores entre 35-40 mmHg, minimizar volúmenes tidales de 6-7 ml/kg, uso de PEEP con valores que mantengan la SO₂ entre 90-94% a FiO₂ de 0.5, se puede incrementar su valor progresivamente de 2-3 cmH₂O hasta lograr el valor adecuado.

Consideraciones Postoperatorias

Control de dolor

La analgesia postoperatoria es uno de los pilares en el manejo de estos pacientes, ya que reduce el riesgo de complicaciones respiratorias al propiciar una movilización temprana. En la cirugía de columna se manipulan una extensa cantidad de fibras nociceptivas sobre todo de los tejidos periarticulares, como resultado los pacientes tienen profundo dolor de tipo somático además de espasmos musculares en áreas adyacentes al sitio quirúrgico resultado de una hiperexcitabilidad del asta dorsal medular.³¹ Se ha reportado que el dolor puede verse influenciado en los 3 primeros días de postoperatorio por la ansiedad y la depresión en este grupo quirúrgico de edad.

Se ha utilizado la analgesia multimodal que consiste en la combinación de analgésicos no esteroides, opioides sistémicos y anestesia regional.^{9,11}

Analgesia neuroaxial. Se puede aplicar de manera intratecal a dosis única morfina de 2-5mcg/kg, sin embargo se ha demostrado un mejor resultado en el control del dolor con la vía epidural a través de la colocación de catéter utilizando anestésicos locales como ropivacaina al 0.2-0.3% combinado con opioides tales como morfina, fentanil o hidromorfona. A pesar de mostrar mejores resultado en la escala de dolor, disminución de efectos adversos como NVPO y depresión respiratoria, aun existen dudas acerca de la dificultad de la evaluación neurológica, riesgos de la portación del catéter, así como desarrollo de infección o hematoma epidural.^{11,31,32.}

Analgesia intravenosa. Los fármacos más usados son los opioides como morfina a dosis de 0.015-0.02 mg/kg/hr, con un adecuado control del dolor, sin embargo es

el método con mayor incidencia de efectos adversos como NVPO, sedación, depresión respiratoria y prurito. Se ha descrito el uso de adyuvantes como los antiinflamatorios no esteroideos, como el ketorolaco e ibuprofeno durante los primeros 3 días del postoperatorio, sin embargo su uso se ha asociado a un aumento en el sangrado y pseudoartrosis. ^{32,33}.

Complicaciones postoperatorias

La cirugía de escoliosis en el paciente pediátrico está asociada a complicaciones postoperatorias que requieren la admisión del paciente a una unidad de cuidados intensivos. La incidencia de éstas se reporta desde un 24-75%, en el paciente con escoliosis idiopática es del 21% ³⁵, de las cuales el 10% es no-neurológica ³⁷. La recuperación postoperatoria puede estar complicada por falla respiratoria requiriendo ventilación mecánica, ésta debida a atelectasias intraoperatorias, efusiones pleurales debido a grandes cantidades de líquidos infundidos durante el procedimiento, o falla cardíaca. ³⁴ Se ha documentado que los pacientes con escoliosis de origen neuromuscular tienen una mayor necesidad de ingresar a la UCI, sin embargo se deberá estandarizar cada caso. ³⁴

Las complicaciones tempranas más frecuentes son las de tipo respiratorio, encontrando el diestrés respiratorio de cualquier causa, manifestándose con desaturación y con requerimientos de oxígeno suplementario o con prolongación de la intubación. El factor de riesgo más importante para presentar esta complicación es la enfermedad pulmonar restrictiva preexistente. La intubación prolongada está relacionada con complicaciones como barotrauma, neumotórax, lesión pulmonar inducida por ventilador y neumonía asociada a ventilador, además de un incremento en el tiempo de estancia en UCI ^{34,35,36}

Otros factores que se han visto involucrados en la necesidad de mantener al paciente bajo ventilación mecánica postoperatoria son el número de niveles vertebrales instrumentados, el uso de morfina y el tiempo quirúrgico prolongado. ³⁶

La incidencia de muerte y daño neurológico se reporta en 1%, entre estas se encuentra paraplejia, cuadriplejia, o déficit neurológico periférico. Los procesos infecciosos suelen manifestarse meses o años después del procedimiento, con una incidencia de 3.1% en el paciente con escoliosis idiopática. La respuesta inflamatoria al material de instrumentación puede ocurrir independientemente de un proceso infeccioso o concomitante al mismo, este tipo de complicación obliga a reintervención quirúrgica para el retiro del material. ³⁵

La pseudoartrosis o fallo al injerto del hueso puede ocurrir años después de la cirugía con una incidencia del 5% en el paciente con escoliosis idiopática. ³⁵

ANTECEDENTES

Newton P. et al en su estudio multicéntrico prospectivo realizado en un periodo comprendido de 1995 al 2003 en San Diego California, con 631 pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico para escoliosis idiopática, determinaron que deformidades con ángulos de Cobb a partir de 60, tienen cambios en la CVF y FEV₁ moderados a severos, y la medición de la CPT se vio afectada con ángulos superiores a los 80°; además de la asociación del incremento del número de vértebras torácicas en la curvatura principal (p=0.007) y la localización más cefálica de la curvatura (p= 0.04) contribuyen al deterioro de la función pulmonar.
24

Sullivan et al. realizan un revisión de casos retrospectiva del 2008 al 2010 en UK, de 90 pacientes que fueron sometidos a cirugía de escoliosis para identificar aquellos factores que hacen necesario el ingreso a la terapia intensiva o terapia intermedia. Del total de pacientes el 23% requirió ingreso a UCI, 18% a unidad de cuidados intermedios, y el 64% a hospitalización general. Se encontró una relación directa de los paciente que requirieron terapia intensiva con una CVF de 50%, FEV₁ menor del 51%, ángulos de Cobb mayores a los 69°, relación aún mayor con número de vértebras fusionadas, pérdidas sanguínea mayores a 50 ml/kg, y al diagnóstico de una escoliosis secundaria (neuromuscular); esto con una p<0.0001; con valores en la curva ROC del 0.89% para la CVF, 0.90% para el FEV₁, 0.89 para el número de vértebras fusionada, y 0.85 para la pérdida sanguínea intraoperatoria. Del total de pacientes, el 22% de los pacientes con escoliosis secundaria requirió UCI, en comparación con los pacientes con escoliosis idiopática donde solo el 9% requirió este tipo de atención.³⁴

Yuan et al. en su estudio observacional retrospectivo realizado en Los Ángeles en un periodo comprendido del 1990-2001, incluyó 284 pacientes portadores de escoliosis de diferentes etiologías sometidos a cirugía correctiva, refiere a las pruebas de función pulmonar como una herramienta útil para predecir la necesidad de ventilación mecánica postoperatoria, encontrando como predictor de ventilación postoperatoria más sensible una CV menor de 60% del predicho, y

más específico una FEV₁ menor del 40% del predicho. A su vez la CI menor de 30 ml/kg, CPT menor de 60% del predicho, presión inspiratoria máxima menor de 60% cmH₂O, diagnóstico de enfermedad neuromuscular y mayor edad, correlacionan con la necesidad de ventilación mecánica prolongada (mayor de 3días).³⁶

Guarajala I. et al, en su estudio retrospectivo realizado en la India en el 2013, con 102 pacientes sometidos a fusión de columna toracolumbar por escoliosis encontraron como factores de riesgo para ventilación prolongada, cirugía con instrumentación de más de 8 vertebras con un OR de 1.29 con IC 95% de 1.038-1.604, e hipotermia con un OR de 0.096 con IC 95% 0.036- 0.254 y P= menor 0.05.³⁸

Lao et al. realizaron un estudio retrospectivo durante 2002-2012 en Beijing China, donde incluyeron 940 pacientes que fueron sometidos a cirugía de escoliosis, en el cual se correlacionaron ángulos de Cobb mayores a 110 con alteración severa de la CVF y FEV₁. Se reporta una incidencia de complicaciones respiratorias postoperatorias de 15%, de las cuales las más frecuentes fueron la efusión pleural, y la falla respiratoria. Se menciona como factor de riesgo a aquellos pacientes con una CVF menor del 65% con una p= 0.032.³⁹

Almenrader N. et al. realizaron un estudio observacional prospectivo, en Manchester UK, del 2003-2004 donde se incluyeron 42 pacientes a los que se les realizó cirugía correctiva de escoliosis no idiopática de los cuales 23% requirieron ventilación postoperatoria y 76.2% no requirió ventilación. El 50% de los pacientes que requirieron ventilación mecánica tenían una CVF menor de 30% y 18% con una CVF entre 30 y 40%. Concluye que la extubación en el paciente con escoliosis no idiopática puede hacerse de manera temprana y segura.⁴⁰

Chhabra A. et al. reportan en su estudio observacional retrospectivo, realizado durante el 2008-2010 en India con 33 pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico de escoliosis, de los cuales del 20-35% requirieron ventilación postoperatoria, de los cuales la mayoría tenía ángulos por arriba de 70° y tuvieron sangrados

excesivos durante el procedimiento, y el total de estos pacientes se sometieron a fusión posterior.⁴¹

Abu-Kishk en el estudio de revisión retrospectivo realizado en Israel de 1998-2008 con 218 datos de pacientes que fueron sometidos a cirugía de columna por escoliosis, de los cuales el 24.7% sufrió algún tipo de complicación mayor de las cuales el 57% fueron de tipo pulmonar (atelectasias, neumotórax, neumonía, hipoxemia por gasometría). Se reporta una relación de complicaciones mayores dependiente de la etiología de la escoliosis, para la idiopática un OR de 1.00 con IC 95% de referencia y neuromuscular con un OR 4.94 con IC 95% 1.21-24.5, y una correlación con extubación tardía con escoliosis idiopática con un OR de 1.0, y con neuromuscular de 32.9 y el uso de morfina durante la anestesia con un OR 17.91 con IC 95% 1.44-222.9. Demuestra una asociación entre la fusión anterior en combinación con la posterior con complicaciones mayores.⁴²

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La escoliosis tiene una tasa de incidencia del 2-3% algunas bibliografías lo refieren hasta el 12.8%, patología que tiene una progresión de la deformidad que va en ascenso, lo cual trae diferentes implicaciones en la función cardiovascular y principalmente en la función pulmonar. Existen diferentes métodos para su tratamiento, sin embargo cada vez toma más fuerza el método quirúrgico que conlleva importantes riesgos para el paciente, entre los cuales se encuentra una pérdida sanguínea considerable, posibles daños neurológicos, dolor postoperatorio de alta intensidad, infección en el sitio quirúrgico así como en diferentes localizaciones como el sistema respiratorio.

El paciente portador de escoliosis idiopática presenta deterioro en la función pulmonar, de tipo restrictivo, cuya magnitud debe ser evaluada en el periodo preoperatoria a través de las pruebas de función pulmonar, ya que dichos parámetros pueden guiar la conducta a seguir durante un evento quirúrgico. Por años, los niños sometidos a cirugía correctiva de escoliosis se han considerado blanco de diferentes complicaciones postoperatorias como la falla respiratoria, y necesidad de ventilación mecánica de tipo invasivo de por lo menos 3 días, lo cual obliga a ser ingresados a una unidad de cuidados intensivos, factor que ha sido motivo de numerosas suspensiones así como un punto que retardo en el tratamiento quirúrgico al no haber disponibilidad de una cama en dichos servicios, sin embargo, un paciente con una cuidadosa evaluación pre e intraoperatoria, puede ser extubado de manera temprana disminuyendo con esto, los riesgos de exposición a un ventilador, tales como barotrauma, daño pulmonar relacionado a ventilador, neumonía post-ventilador, y aumento en el tiempo de estancia intrahospitalaria, además de demostrar un menor tiempo de recuperación, ya que el paciente puede ser movilizado de manera precoz, así como la facilidad en el monitoreo neurológico con el fin de detectar déficit neurológico temprano.

Actualmente las pruebas de función pulmonar, han demostrado ser factores predictores de riesgo de complicaciones postoperatorias, lo cual influye en la

conducta anestésica y en la decisión de extubación del paciente una vez finalizado el procedimiento quirúrgico.

El estudio de la función pulmonar a través de pletismografía, nos ofrece de manera más confiable la estratificación de la severidad de un trastorno restrictivo a diferencia del estudio de espirométrico que solo ofrece resultados sugestivos del mismo. Por lo cual podemos inferir que este método nos puede ofrecer una mejor guía de manera preoperatoria de la condición pulmonar del paciente y así se podrá planear de manera más precisa su plan ventilatorio postoperatorio.

Por lo anterior nos hacemos la siguiente pregunta:

¿Cuál es la utilidad de la capacidad pulmonar total determinada por pletismografía durante el periodo preoperatorio como predictor de extubación temprana en el paciente pediátrico sometido a cirugía correctiva de escoliosis?

JUSTIFICACIÓN

La incidencia de escoliosis va de 2-3% y algunas bibliografías lo reportan hasta el 12.8%. En nuestro hospital, la frecuencia de estos niños en el área de quirófano varía entre 8-10 pacientes por mes, con etiologías variadas, siendo las más frecuente la de tipo idiopático. El manejo de estos pacientes en su mayoría es rutinario, al no evaluarse la función respiratoria y cardiovascular de manera completa previo al evento quirúrgico, además de los factores intraoperatorios como el sangrado, se ha optado por mantenerlos bajo intubación endotraqueal y ventilación mecánica invasiva, y obligadamente a ser ingresados en la terapia intensiva, esto expone al paciente a la adquisición de complicaciones de tipo infeccioso, además del incremento de recursos para su atención, y a estar sujetos a disponibilidad de acceso a la unidad de cuidados intensivos, lo que ha sido causa en nuestra unidad, de suspensiones y diferimiento del acto quirúrgico.

La correcta evaluación preanestésica de la función respiratoria y cardiovascular de estos pacientes puede orientar al médico anesthesiologo a llevar a cabo un plan de extubación temprano, definiéndose éste, como el que ocurre una vez finalizado el evento quirúrgico, generando ventajas como un menor tiempo de estancia intrahospitalaria, evaluación neurológica temprana, un menor riesgo de complicaciones de tipo respiratorio y una correcta estratificación de los pacientes que realmente requieren un cuidado de tipo intensivo.

Actualmente existen predictores de riesgo para lograr una extubación temprana en el paciente con escoliosis, la gran mayoría han sido estudiados a través de la espirometría; dicho estudio orienta a patrones solo sugestivos de restricción pulmonar, a diferencia de la pletismografía que es el estándar de oro en patrones restrictivos, siendo éste el tipo de alteración encontrado en la patología de columna, por lo cual someterlos a este estudio previo al acto quirúrgico podría orientar de una manera más adecuada y eficaz la conducta de extubación y estratificación de riesgo para su ingreso a la UCI.

Es posible realizar este estudio en nuestro hospital, ya que se cuenta dentro del laboratorio de fisiología pulmonar, con pletismógrafo y espirómetro manejado por personal altamente capacitado, el número creciente de pacientes con esta patología que cada vez más se está sometiendo a tratamiento quirúrgico, además de contar con herramientas tales como la gasometría que podemos realizar en el transoperatorio para guiar de manera más certera la suficiencia respiratoria al tomar la decisión de extubación. Y por último cabe destacar que en la unidad de cuidados intensivos, se cuenta con el personal suficiente para administrar la vigilancia a las complicaciones inmediatas así como con el equipo necesario como ventiladores y material para realizar intubación en caso de requerirse y monitoreo continuo de parámetros vitales tales como oximetría de pulso, presión arterial invasiva y electrocardiografía continua.

Dentro de las limitaciones del estudio se incluyen la selección de pacientes con características muy específicas, tales como la edad, la cual comprende niños de los 8 a los 15 años, esto deja fuera a pacientes con escoliosis infantiles, ya que a edades menores existe menos capacidad para realizar de manera adecuada las pruebas de función respiratoria. Otra limitación del estudio, es que en nuestra unidad los rangos de los ángulos en las curvaturas de columna, van de leves a moderados, con escasos pacientes con ángulos severos.

HIPÓTESIS

Los pacientes pediátricos con escoliosis pueden ser extubados de manera temprana posterior a cirugía correctiva de columna cuando su capacidad pulmonar total determinada por pletismografía es mayor al 60% de su valor predicho.

HIPÓTESIS NULA

Los pacientes pediátricos con escoliosis no pueden ser extubados de manera temprana posterior a cirugía correctiva de columna cuando su capacidad pulmonar total determinada por pletismografía es mayor o igual al 60% de su valor predicho.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capacidad pulmonar total por pletismografía como predictor de extubación temprana en el paciente pediátrico sometido a cirugía correctiva de escoliosis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Registrar el ángulo de curvatura en columna torácica y en columna lumbar en pacientes portadores de escoliosis.
2. Clasificar la curvatura por medio de sus ángulos en pacientes con escoliosis.
3. Clasificar la etiología de escoliosis en pacientes pediátricos incluidos en el estudio
4. Determinar tiempo transcurrido entre término de cirugía y la extubación en el periodo postquirúrgico inmediato.
5. Correlacionar los factores que pueden intervenir en la extubación temprana del paciente pediátrico sometido a cirugía correctiva de escoliosis.
6. Determinar el número de reintubaciones en pacientes en el periodo pos anestésico.

7. Determinar la asociación de la extubación temprana con los resultados de la pletismografía y la espirometría.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio. Transversal comparativo.

Universo de trabajo.

Pacientes pediátricos con diagnóstico médico de escoliosis de columna toracolumbar y que fueron sometidos a cirugía correctiva en CMNO UMAE pediatría.

Lugar donde se realizará el estudio.

Laboratorio de función pulmonar, área de quirófano de UMAE pediatría CMNO

Tiempo a desarrollarse.

El estudio se llevó a cabo de abril del 2015 a julio del 2015.

Tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se hizo basado en las incidencias que tuvo Yuan et al, en su estudio, donde del total de los pacientes operados de escoliosis, el 68% tuvo una extubación exitosa sustentado con las pruebas de función pulmonar y el 32% requirió en algún periodo del postoperatorio ventilación mecánica.³⁶ Se usó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(p_1q_1 + p_2q_2)(K)}{(p_1 - p_2)^2} = \frac{n = [(0.32)(0.68) + (0.68)(0.32)][6.2]}{(0.68 - 0.32)^2}$$

$$n = \frac{[(0.21) + (0.21)][6.2]}{(0.36)^2}$$

$$n = \frac{(0.42)(6.2)}{0.12}$$

$$n = \frac{2.60}{0.12} = 22 \text{ PACIENTES}$$

Criterios de Inclusión

1. Consentimiento informado del padre o tutor del menor.
2. Ambos sexos de 8-15 años
3. ASA I, II, III
4. Contar con pletismografía y espirometría preoperatoria en un periodo no mayor de 6 meses

Criterios de no inclusión

1. ASA igual o mayor de IV.
2. Hipertensión pulmonar severa
3. Paciente no candidato a extubación postanestésica (que aun tenga efecto de relajante neuromuscular, distrofia muscular grados severos, más de tres intentos a la intubación endotraqueal)
4. Sangrado transoperatorio igual o mayor al 50% de su VSC
5. Estado ácido base alterado y no corregido.

Criterios de eliminación

1. Revocación del tutor a continuar con el estudio.
2. Hoja de llenado incompleta, ilegible, o llenado inadecuado

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Estadística descriptiva:

- La estadística descriptiva de las variables cualitativas se analizaron mediante frecuencias y porcentajes.
- Para el análisis de variables cuantitativas de acuerdo al número de pacientes que se incluyeron se utilizaron medianas y rangos (mínimo y máximo)
- Para el análisis inferencial de variables cualitativas se aplicó la prueba de la χ^2
- El análisis inferencial de variables cuantitativas, de acuerdo a número de pacientes que se incluyeron, se utilizó una prueba no paramétrica en este caso U de Mann Whitney para el análisis de medianas.
- Los datos se vaciaron en una base de datos en Excel (office)
- El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS versión 21.0.
- Se consideró como estadísticamente significativos valores de $p < 0,05$.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

- Previa autorización del comité local de investigación se invitó al sujeto de estudio y a su tutor previa firma de consentimiento informado a participar en el presente estudio.

Pruebas de Función pulmonar

- Paciente candidato a cirugía de escoliosis fue enviado a laboratorio de función pulmonar por traumatología y ortopedia, donde se realizó pletismografía y espirometría llevada a cabo en posición sedente con el equipo masterscreen- PFT.
- El estudio se realizó por Ramón Delgado Aguilar, terapeuta respiratorio.
- Posteriormente en la consulta preanestésica se valoraron los resultados de dicho estudio para ser ingresados a este protocolo.

Manejo anestésico:

- A los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión fueron sometidos por un anestesiólogo participante al siguiente protocolo de manejo:
 - Una vez el paciente en sala de preanestesia se dio como Premedicación 30 minutos previo a evento quirúrgico midazolam 0.1 mg/Kg IV.
 - Dentro de quirófano se inició la Inducción anestésica con Fentanil 5 mcg/kg y propofol 2.5 mg/kg, relajación muscular con Rocuronio 1 mg/kg (dosis única de intubación).
 - Se colocaron dos vías venosas periféricas calibre 18 g o mayor, línea arterial preferente radial, y sonda urinaria.
 - Mantenimiento anestésico con sevoflurane 2-3 vol% y Fentanil 3-5 mcg/kg/hr
 - Manejo ventilatorio: 7-8 ml/kg, FR correspondiente a edad manteniendo un ETCO₂ en 35-40 mmHg, PEEP 5, FiO₂ 70-80% Relación I:E 1:2.0
 - Previo a finalizar evento quirúrgico se manejó analgesia con ketorolaco a 1 mg/kg IV, se infiltró herida quirúrgica con ropivacaina al 2%, y se administró dosis bolo de buprenorfina IV de 3mcg/kg, y posterior infusión para 24 hrs a 15 mcg/kg.
 - Medicaciones complementarias; antiemético ondansetrón a 0.1 mg/kg posterior a inducción y una vez egresado de sala quirúrgica continuó cada 8 horas. Profilaxis antimicrobiana con Cefalotina 30 mg/kg
 - Terapia Hídrica se usaron solución fisiológica al 0.9% calculando requerimientos por superficie corporal, manteniendo PAM por arriba de percentil 50 y tasas urinarias de 1 mg/kg/hr.
 - Se consideró transfusión de hemoderivados y uso de coloides a criterio de médico tratante.
- Se realizó una gasometría previo a 30 minutos de finalizar evento quirúrgico, de no haber contraindicación se realizó extubación en un

periodo no mayor de 40 minutos posterior a cierre quirúrgico. Se vigiló al sujeto durante 20 minutos, al no mostrar datos de complicación o de requerir reintubación fue enviado a UCI para vigilancia postoperatoria y seguimiento.

- Una vez en la unidad de terapia, se realizó radiografía PA de tórax para la búsqueda intencionada de atelectasia, derrame pleural, o datos de edema gaudido pulmonar; se tomó gasometría arterial y se vigiló durante 24 hrs.
- Una vez completo el seguimiento de los pacientes, fueron divididos en 2 grupos: aquellos que no requirieron reintubación, denominándolos grupo A, y aquellos que requirieron reintubación en algún momento del seguimiento, denominándose grupo B.
- Los datos fueron captados en el documento expuesto en el Anexo 7 y vaciados en la base de datos en el programa SPSS versión 15 y se analizaron.

ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio cuenta con un riesgo de categoría II de acuerdo al artículo 17 de la Ley General de Salud en su Título Segundo, Capítulo 1 por lo que requiere consentimiento informado por el padre o tutor del menor, se anexa consentimiento para la realización de las pruebas de función pulmonar además se tomará en cuenta la autorización del consentimiento anestésico habitual, ya que las actividades que se realizaron en este protocolo forman parte del actuar anestésico diario. Así como también cumple con los requisitos en materia de investigación en seres humanos de acuerdo a los lineamientos establecidos en el IMSS y los procedimientos se apegan a las normas éticas con apego al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación y la Declaración de Helsinki vigente.

Se realizó previa autorización del comité de ética e investigación de la CMNO HP, la información fue manejada con absoluta confidencialidad En el presente estudio se pretendió evaluar la función pulmonar por pletismografía del paciente con escoliosis y su relación con la extubación temprana una vez sometidos a cirugía

RECURSOS, FINANCIAMIENTO, FACTIBILIDAD.

Recursos humanos:

- Investigador responsable: Dr. Oscar Chávez Barragán y Dra. Silvia Lomelí médicos No familiares adscritos en CMNO HP. Actividad: asesoramiento y apoyo en captación de pacientes.
- Colaboradores: Ramón Delgado Aguilar Terapeuta Respiratorio, elaboración de las pruebas de función respiratoria, Dr. Mateo de la O, jefe de traumatología y ortopedia.
- Residente investigador: Nancy Rocio De la O Contreras. Actividad: revisión bibliográfica, elaboración del protocolo, obtención de información, captura de pacientes, procesamiento y análisis de los datos, elaboración del informe y divulgación final de los resultados. Número de Horas: 12 por semana.
- Pacientes con diagnóstico de escoliosis que requieren cirugía correctiva

Recursos materiales:

- Cabina de pletismografía y espirómetro.
- 1 impresora, del residente investigador.
- Vale de copias proporcionado por la sede.
- 200 hojas blancas, proporcionadas por el hospital.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE DEPENDIENTE:

Extubación temprana: Procedimiento en el cual se retira el tubo endotraqueal de un paciente, una vez finalizado el evento quirúrgico en un periodo no mayor de 40 minutos, es aquella que se lleva a cabo en la sala de operaciones.

VARIABLE INDEPENDIENTE.

Capacidad pulmonar total: Es el volumen de gas contenido en el pulmón al final de una inspiración máxima. Se mide a través de un pletismógrafo, se representa a través de un porcentaje predicho para una persona dependiendo de su edad, peso y talla. El valor indicador en este estudio será en aquellos con un valor menor o igual de 60% y mayor de 60% del predicho.

Reintubación: Es el acto de volver a colocar un tubo endotraqueal para lograr una mejor ventilación pulmonar de un paciente; por diferentes motivos, y que puede ocurrir en el transcurso del periodo postanestésico que comprende las siguientes 24 horas del término de la cirugía. También se puede denominar como fracaso de la extubación temprana. Se recabará del expediente clínico. Variable de tipo cualitativo nominal, cuyos indicadores serán Si ó No. Y se deberá especificar la causa de la intubación.

Otras variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición operativa	Tipo y escala de variable	Indicador
Edad	Número de años, meses	Número de años consignados en el	Cuantitativa Continua	Número de años

	y días vividos	expediente clínico		
Sexo	Condición biológica que distingue a un hombre de una mujer	Características fenotípicas de genitales documentadas en exploración de un expediente clínico	Cualitativa nominal	Femenino Masculino
Clasificación ASA	Riesgo quirúrgico anestésico	Puntuación resultante por medio de una valoración preanestésica de acuerdo a sus comorbilidades y estado físico actual.	Cualitativa ordinal	I II III
Clasificación por etiología de la escoliosis	Clasificación de acuerdo al supuesto origen que tiene la deformidad de la columna.	Diagnóstico emitido por el médico traumatólogo que define el origen de acuerdo a la clínica del paciente. Lo plasma en expediente clínico.	Cualitativa nominal.	1. Idiopática 2. Congénita 3. Neuromuscular 4 .Traumática
Magnitud del ángulo de Cobb en curvatura torácica	Grados a los cuales se encuentra la intersección del punto más alto y el punto más bajo de la	Grados de angulación medidos en la radiografía postero-anterior de la columna escoliótica situada en la región del tórax	Cualitativa nominal	1. menos 20° 2. 21-40° 3. 40-50° 4. Más de 51°

	vérttebras torácicas que limitan la escoliosis			
Magnitud del ángulo de Cobb en curvatura lumbar	Grados a los cuales se encuentra la intersección del punto más alto y el punto más bajo de la vértebras lumbares que limitan la escoliosis	Grados de angulación medidos en la radiografía postero-anterior de la columna escoliótica situada en la región lumbar.	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. menos 20° 2. 21-40° 3. 40-50° 4. Más de 51°
Volumen residual	es el volumen de gas restante en el pulmón luego de una espiración forzada	Es el volumen medido por medio de pletismografía expresado en mililitros o en porcentaje de acuerdo a un valor predicho.	Cualitativo nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. <120% 2. 121-139% 3. >140%
Capacidad vital	Es la máxima cantidad de aire espirada por un paciente después de	Es el volumen medido a través de pletismografía en una maniobra de espiración lenta después de inspirar	Cualitativo nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. 80-119% 2. 70-79% 3. 60-69% 4. <59%

	haber llenado sus pulmones al máximo	al máximo. Expresado en mililitros o porcentaje de acuerdo a un valor predicho.		
Capacidad vital forzada	Es la máxima cantidad de aire espirada por un paciente después de haber llenado sus pulmones al máximo	Es el volumen medido por medio de un espirómetro al realizar una espiración máxima tras haber llenado los pulmones al máximo. Se expresa en ml o porcentaje del predicho	Cualitativa nominal	1.>80% 2. <80%
Volumen espiratorio forzado del primer segundo (FEV₁)	Es el volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la maniobra de CVF	Cantidad de aire exhalado medido por medio del espirómetro expresado en ml o porcentaje de un valor predicho.	Cualitativo nominal	1. mayor 80% 2. menor de 79%
FEV₁/CVF	Es la proporción de la CVF exhalada en el primer segundo de	Es el resultado de dividir los valores de FEV ₁ y CVF obtenidos por medio de la espirometría. Se expresa en ml o	Cualitativo nominal	1. igual o mayor de 70% 2. menor 70%

	la maniobra de CVF	en porcentaje predicho		
Presión inspiratoria máxima	Presión generada por los músculos inspiratorios al inhalar aire a través de una vía ocluida.	Resultado de la presión generada en medidor con manómetro de una válvula unidireccional ocluida, con boquilla, haciendo una inspiración máxima tras un volumen residual. Valores en cmH ₂ O	Cualitativo nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. menor o igual a 30cmH₂O 2. mayor o igual a 31 cmH₂O
Procedimiento quirúrgico	Es el tipo de abordaje corporal tras el cual se corregirá la curvatura anormal.	Técnica elegida por el cirujano para abordar la curvatura de la columna dentro de quirófano según características clínicas. Manifestado en expediente clínico.	Cualitativo nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fusión anterior 2. Fusión posterior 3. Ambos
Niveles instrumentados	Número de espacios vertebrales los cuales fueron manipulados durante la	Cantidad de de niveles vertebrales que fueron intervenidos por el cirujano. Número informado por servicio quirúrgico.	Cuantitativo continuo	1, 2, 3 ...niveles

	cirugía con el fin de modificar su posición.			
Tiempo de cirugía	Intervalo de tiempo desde la incisión de la piel, hasta el cierre completo de la misma.	Cantidad de horas transcurridas desde que se aborda el sitio quirúrgico del paciente hasta que se cierra completamente el mismo.	Cuantitativo continuo	1,2,3... minutos
Sangrado transoperatorio	Pérdida de sangre de un paciente durante un procedimiento quirúrgico.	Cantidad de sangre expresada en ml que se pierden durante el transcurso de una intervención quirúrgica.	Cuantitativo continuo	100,200, 300...ml
Transfusión sanguínea	Transferencia de sangre de una persona (donante) a otra (receptor).	Cantidad en ml de concentrado globular que se administra a una persona receptora.	Cuantitativo continuo	250, 500, 1000...ml
Transfusión de Otros hemoderivados	Transferencia de Otros componentes sanguíneos de una	Tipo de hemoderivado transferido al receptor sometido a intervención	Cualitativo nominal	1. Plasma fresco congelado 2. Plaquetas

	persona donante a una receptora.	quirúrgica.		
Cantidad de Líquidos intravenosos	Solución administrada al paciente a través de la vena durante el evento quirúrgico	Líquido de elección proporcionado por el anesthesiologo y consignado en registro anestésico	Cualitativa nominal	1.menos de 500 ml 2. 500-1000ml 3. mas de 1000ml
Apoyo inotrópico	Se dice de la administración de drogas vasopresoras o inotrópicas a cualquier dosis para mantener equilibrio hemodinámico del paciente	Uso de drogas inotrópicas o vasopresoras para mantener estabilidad hemodinámica consignado a través de expediente clínico.	Cualitativa nominal	SI NO
Diuresis	Secreción de orina.	Volumen de orina secretado a través de la sonda urinaria, medido durante las horas de de cirugía.	Cuantitativa continua	100, 200, 300.....ml

Gasometría pre-extubación	Análisis de sangre arterial que indica pH, PaO ₂ , PaCO ₂ previo a retirar el tubo endotraqueal	Es el resultado del análisis de una muestra arterial de sangre tomada previo a retiro de tubo endotraqueal	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1 normal 2 acidosis Respiratoria 3. acidosis metabolica 4. alcalosis respiratoria 5. alcalosis metabolica
Complicaciones post-extubación	Evento adverso que ocurre una vez retirado el tubo endotraqueal, asociado a la ausencia del mismo.	Es el evento que ocurre posterior al retiro del tubo endotraqueal de manera adversa, será identificado por observación.	Cualitativa nominal.	<ol style="list-style-type: none"> 1. reintubación 2. Inestabilidad hemodinamica 3. sagrado 4. Otra
Tiempo transcurrido entre extubacion y reintubación.	Intervalo de tiempo que existe entre el retiro y nueva colocación del tubo endotraqueal	Número de horas o minutos entre el retiro y nueva colocación del tubo endotraqueal	Cuantitativa continua	Minutos.
Gasometria postextubación	Análisis de sangre arterial que indica pH, PaO ₂ , PaCO ₂ posterior a	Resultado del análisis de una muestra arterial de sangre tomada previo a retiro de tubo endotraqueal	Cualitativa nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1 normal 2 acidosis Respiratoria 3. acidosis metabolica 4. alcalosis respiratoria 5. alcalosis metabolica

	retirar el tubo endotraqueal			
Evidencia radiográfica de alteración pulmonar. (atelectasia, derrame pulmonar, edema agudo pulmonar)	Interpretación de una imagen sugestiva de alteración a nivel pulmonar de diferente causa en una radiografía de tórax.	Valoración de radiografía de tórax con sospecha de imagen anormal pulmonar.	Cualitativa nominal	SI NO
Tiempo de estancia en UCI	Tiempo que transcurre entre el ingreso y la salida de la UCIP	Número de días permanecidos en UCI consignado en expediente clínico hasta el alta a hospitalización	Cuantitativa continua	Número de días, 1, 2, 3...
Complicaciones en UCI	Evento adverso que ocurre en el paciente una vez ingresado en la unidad de terapia intensiva.	Eventos adversos o no favorable a la patología actual del paciente bajo cuidados intensivos consignados en expediente clínico.	Cualitativa nominal	1.Reintubación 2. sangrado 3. inestabilidad hemodinámica 4. Dolor 5. otra
Diagnóstico respiratorio	Condición respiratoria	Evaluado a través de porcentaje	Cualitativa nominal	0.Normal 1.Obstrucción

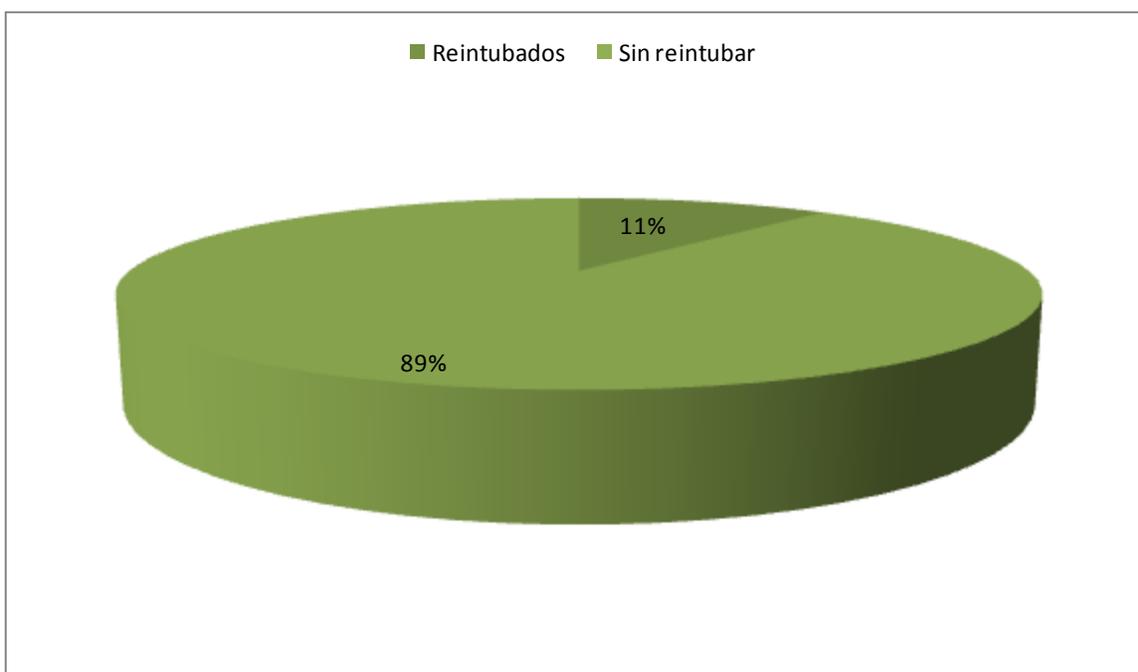
pletismografico	que evalúa la restricción de aire que tienen los pulmones del paciente.	predicho para capacidad pulmonar total, volumen residual y capacidad vital		n con hiperinflación 2. Restricción leve 3. Restricción moderada 4. Restricción moderadamente grave 5. Restricción grave 6. Restricción muy grave 7. Atrapamiento leve 8. Atrapamiento moderado 9. Atrapamiento severo
Diagnóstico Respiratorio espirométrico	Condición respiratoria que evalúa sobre todo condiciones	Evaluated a través del valor en porcentaje del predicho para una persona, de CVF,	Cualitativa Nominal	0. Normal 1. Obstrutivo 2. Sugere de

	de tipo obstructivo pulmonar, y sugerente de restricción.	FEV1, y relación FEV1/CVF		restricción
--	---	---------------------------	--	-------------

RESULTADOS

En el periodo de estudio se analizaron 18 pacientes pediátricos con diagnóstico de escoliosis sometidos a cirugía correctiva de columna, los cuales fueron extubados de manera temprana al finalizar el procedimiento quirúrgico. Posteriormente se distribuyeron en 2 grupos, en base a la necesidad de reintubar en algún momento del postoperatorio, encontrando 2 (11.11%) pacientes reintubados y 16 (88.8%) continuaron extubados en el periodo de seguimiento de 24 hrs. (Gráfico1). Encontrándose una incidencia de reintubación de de 0.11

GRAFICO 1. Incidencia de Reintubación en pacientes pediátricos sometidos a cirugía correctiva de escoliosis en el hospital pediátrico CMNO.



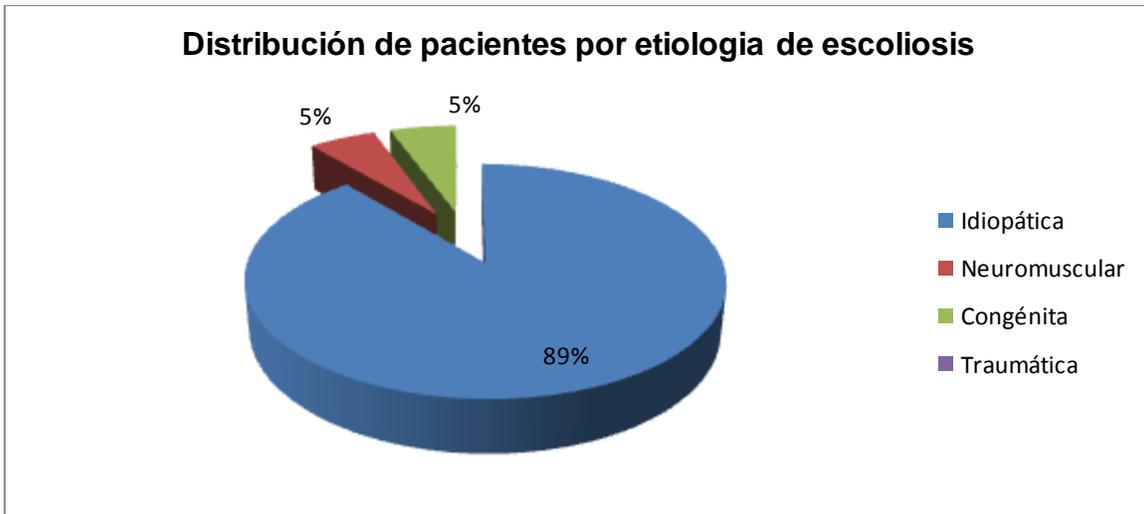
En la tabla 1 se muestran las características de la población, donde se resalta que en los 2 grupos predomina el sexo femenino, en edad juvenil, entre los 12 y 13 años. La tabla también muestra que la mediana del peso fue 43.4 kg en el grupo de reintubados comparado con 52.5 kg del grupo de no reintubados.

Tabla 1. Datos clínicos y sociodemográficos de los pacientes sometidos a cirugía de escoliosis con y sin reintubación.

	Reintubados n= 2	No reintubados n = 16
Edad (años)		
Mediana (Rango)	12.5 (12-13)	13 (11-15)
11-13 años, n (%)	2 (100)	10 (62.5)
14-15 años, n (%)	0 (0)	6 (37.5)
Sexo		
Masculino, n (%)	0 (0)	1 (6.3)
Femenino, n (%)	2 (100)	15 (93.8)
Peso (kg)		
Mediana (rango)	43.5 (43-44)	52.5 (32-67)
32-42, n (%)	0	4 (25)
43-52, n (%)	2(100)	4 (25)
53- 62, n (%)	0	5(31.25)
63-72, n (%)	0	3 (18.75)
Talla (m)		
Mediana (rango)	1.55 (1.50-160)	1.58 (1.40-168)
1.40-1.50, n (%)	1 (50)	2 (12.5)
1.51-160, n (%)	1 (50)	9 (56.25)
1.61-1.70, n (%)	0	5 (31.25)
ASA		
I, n (%)	2 (100)	10 (62.5)
II, n (%)	0	5 (31.25)
III, n(%)	0	1 (6.25)
Diagnóstico		
Idiopática, n (%)	2 (100)	14 (87.5)
Neuromuscular, n (%)	0	1 (6.25)
Congénita, n (%)	0	1 (6.25)
Traumática, n (%)	0	0

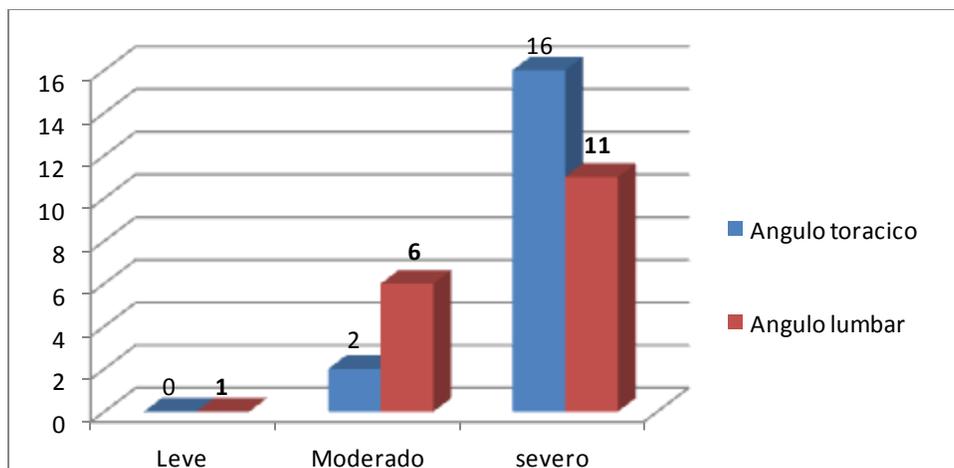
En el gráfico 2, se muestra la distribución del diagnóstico etiológico de los pacientes con escoliosis de nuestro hospital, correspondiendo a un 89% la etiología idiopática, 5% neuromuscular y 6% congénita.

GRAFICA 2. Distribución de la etiología de escoliosis en la población pediátrica sometidos a cirugía correctiva de la misma, en CMNO.



En el gráfico 3, nuestra población con escoliosis, el ángulo de Cobb torácico representa el 11.11% correspondiendo una curvatura de tipo moderado y un 88.8% al tipo severo; mientras que para el ángulo de Cobb lumbar, solo el 12.5% es de magnitud leve, el 44.4% de magnitud moderada, y el 61.11% de magnitud severa.

GRAFICO 3. Distribución de pacientes con diagnóstico de escoliosis sometidos a cirugía correctiva, de acuerdo a la magnitud del ángulo de Cobb lumbar y torácico y su clasificación en leve, moderado, y severo



En la tabla 2 se muestra que los pacientes que requirieron reintubación en algún momento del postoperatorio, presenta grados de curvatura torácica severa (41-50°, el 50%, y >50° el 50%), y aquellos con ángulos de curvatura lumbar de moderada magnitud (21-40°) el 50% a severa magnitud (>50°) el 50%.

La cirugía mas realizada en frecuencia es la fusión posterior, llevándose a cabo en el 77% de la población y la fusión anterior en 22.22%. En la población reintubada, el 100% corresponde a una cirugía de fusión posterior y un 75% de la población no reintubada. En los pacientes reintubados, la mediana de niveles instrumentados fue de 4.5, con una duración de cirugía de 225 min, mientras que en el grupo no reintubado, se trabajaron como mediana 5 niveles vertebrales con un tiempo quirúrgico de 278 min. Al finalizar el evento quirúrgico, en ambos grupos se realizó una extubación en quirófano a los 31 min en el grupo que presentó reintubación y a los 28 minutos en los no reintubados.

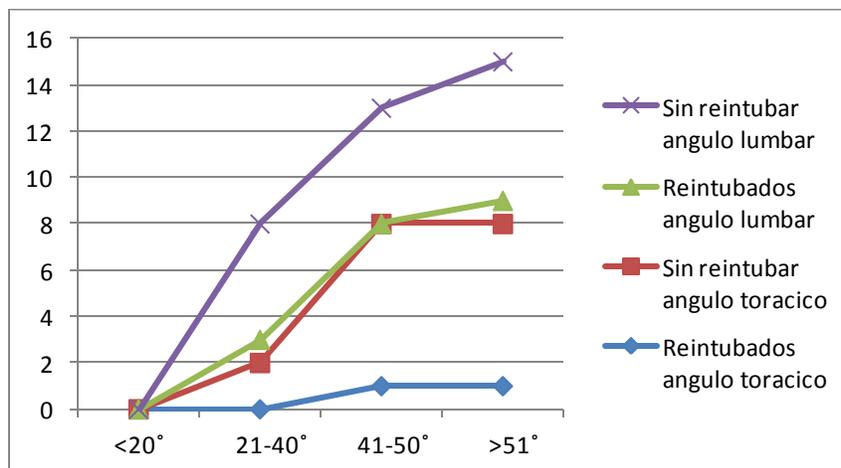
Tabla. 2 Datos pre-quirúrgicos y trans-quirúrgicos de los pacientes con escoliosis con y sin necesidad de reintubación

	Reintubados n= 2	No reintubados n = 16
Ángulo torácico		
<20°, n (%)	0	0
21-40°, n (%)	0	2 (12.5)
41-50°, n (%)	1 (50)	7 (43.75)
>51°, n (%)	1 (50)	7 (43.75)
Ángulo Lumbar		
<20°, n (%)	0	0
21-40°, n (%)	1 (50)	5 (31.25)
41-50°, n (%)	0	5 (31.25)
>51°, n (%)	1 (50)	6 (37.5)
Cirugía		
Fusión anterior, n (%)	0	4 (25)
Fusión Posterior, n (%)	2 (100)	12 (75)
Niveles instrumentados		
Mediana (rango)	4.5 (3-6)	5 (2-10)
2-6, n (%)	2 (100)	13 (81.25)
7-12, n (%)	0	3 (18.75)
Tiempo quirúrgico (min)		
Mediana (rango)	225 min (180-270)	278 (141-392)

141-200, n(%)	1 (50)	5 (31.25)
201-300, n (%)	1 (50)	6 (37.5)
301-400, n(%)	0	5 (31.25)
Tiempo entre cirugía y extubación.		
Mediana (rango)	31 min (22-40 min)	29 min (5-40 min)
5-20 min, n(%)	0	4 (25)
21-40 min, n (%)	2 (100)	12 (75)

En el gráfico 4 observamos el grado de aumento del ángulo de Cobb tanto lumbar como torácico, tendiendo hacia curvaturas de moderada a severa. En el 100% de los pacientes reintubados la magnitud del ángulo lumbar y torácico es de moderado a severo.

GRAFICO 4. Distribución de pacientes con escoliosis de acuerdo a la magnitud del ángulo de Cobb lumbar y torácico y su relación con la necesidad o no de reintubación al finalizar cirugía correctiva de escoliosis.



En la tabla 3 encontramos los datos medidos durante la cirugía correctiva de escoliosis, se observa que del grupo de pacientes reintubados, tuvo una mediana de sangrado de 600ml, y en los pacientes sin reintubar una mediana de 430 ml. Del total de pacientes el 50% requirió transfusión sanguínea. De estos pacientes

1(50%) pertenece al grupo de los reintubados, y 8 (50%) pacientes al grupo de no reintubados. Los líquidos fueron repuestos en su mayoría con cristaloides, en el grupo de reintubados el 50% se infundió un volumen de 500-1000ml y 50% > 1000ml, mientras que en el grupo de no reintubados, el 6.25% se infundieron cantidades de 500-1000 ml y el 93.75% una cantidad mayor a 1000ml. Solo 2 pacientes (12.75%) del grupo de no reintubados requirió apoyo inotrópico.

TABLA 3. Manejo hídrico durante el procedimiento quirúrgico correctivo de escoliosis en relación al requerimiento y no de reintubación.

Pérdida y sustitución de volumen	Reintubados n=2	Sin reintubar n=16
Sangrado		
Mediana (rango)	600ml (200-1000)	430ml (50-1400)
50-250, n (%)	1 (50)	5 (31.25)
251-500, n (%)	0	7 (43.75)
501-1500, n (%)	1 (50)	4(25)
Transfusión		
SI, n (%)	1 (50)	8 (50)
NO, n(%)	1(50)	8 (50)
Uso de sangre		
Mediana (Rango)	125 (0-250)	125 (0-750)
0 ml, n (%)	1 (50)	8 (87.5)
250 ml, n (%)	1 (50)	6 (6.25)
500 ml, n (%)	0	1 (6.25)
750 ml, n (%)		1 (6.25)
Diuresis ml		
Mediana (rango)	225ml (150-300ml)	208 ml (100-500ml)
100-200 ml, n (%)	1(50)	8(50)
201-300 ml, n (%)	1(50)	7(43.75)
301-400 ml, n (%)	0	2 (12.5)
401-500 ml, n (%)	0	1 (6.25)
Cristaloides ml		
<500 ml, n (%)	0	0
500-1000 ml, n (%)	1 (50)	1 (6.25)
>1000 ml, n (%)	1 (50)	15 (93.75)
Coloides ml		
0 ml, n (%)	1 (50)	12 (75)
1-500 ml, n (%)	1 (50)	4 (25)

500-1000 ml, n (%)	0	0
>1000 ml, n (%)	0	0
Otros hemoderivados		
Ninguno	2 (100)	14 (87.5)
PFC, n (%)	0	2 (12.5)
Plaquetas, n (%)	0	0
Apoyo Inotrópico		
SI, n (%)	0	2 (12.5)
NO, n (%)	2 (100)	14(87.5)

Los parámetros obtenidos durante el preoperatorio de función pulmonar se encuentran descritos en la tabla 4, donde se puede observar que los pacientes que requirieron reintubación el 50% preserva un capacidad pulmonar total dentro de parámetros normales, y 50% presenta una disminución en la misma, con valores en porcentaje del predicho de 70-79%. El mismo efecto es observado para valores de capacidad vital en reintubados donde el 50% presenta parámetros normales y 50% una disminución, con valores del 70-79% de porcentaje predicho para la edad.

Así mismo se observa para valores espirométricos, donde la población de reintubados presenta una capacidad vital forzada normal en un 50%, y el restante 50% se encuentra disminuido a valores menores del 80% del predicho para la edad. No así para parámetros como el FEV₁ y el cociente CVF/FEV₁ donde el 100% de la población reintubada obtiene valores normales para su edad.

No se encontró significancia estadística en las relaciones con los parámetros de capacidad pulmonar total, capacidad vital y volumen residual y necesidad o no de intubación, con valores de P que van desde 0.31 a 0.68.

Al igual que los parámetros obtenidos por pletismografía, los datos obtenidos por espirometría, no se obtuvo significancia estadística entre CVF, FEV₁, CVF/FEV₁, y necesidad o no de intubación, con valores de P que van 0.23 a 0.5

TABLA 4. Parámetros de Función pulmonar en pacientes pediátricos sometidos a cirugía de escoliosis con y sin requerimiento de reintubación.

	Reintubados n=2	Sin reintubar n=16	Valor de P
Capacidad pulmonar total			
Mediana % predicho,(Rango)	89.7 (79,3-100,1)	84,9 (60,2-151,7)	0.638
80-119%, n (%)	1 (50)	7 (43.75)	
70-79%, n (%)	1 (50)	4 (25)	
60-69%, n(%)	0	4 (25)	
<50%, n (%)	0	0	
Otro, n (%)	0	1 (6.25)	
Volumen Residual			
Mediana % predicho (rango)	118 (102.7-133.8)	105.1 (63.3-132.8)	0.316
<120%, n (%)	1 (50)	12 (75)	
121-139%, n (%)	1 (50)	4 (25)	
>140%, n (%)	0	0	
Capacidad vital			
Mediana % predicho,(rango)	89,65 (79,8-99,5)	81,2 (50,7-120)	0.544
80-119%, n (%)	1 (50)	9 (56.25)	
70-79%, n (%)	1 (50)	2 (12.5)	
60-69%, n (%)	0	3 (18.75)	
<59%, n (%)	0	2 (12.5)	
Capacidad vital forzada			
Mediana % predicho (rango)	92,0 (78,8-105,20)	81,2 (55-104.9)	0.231
>80%, n (%)	1 (50)	8 (50)	
<80%, n (%)	1 (50)	8 (50)	
Volumen espiratorio forzado al primer segundo			
Mediana % predicho, (rango)	93.7 (82.10-105.3)	81.9 (51.6-105.7)	0.289
>80%, n (%)	2 (100)	10 (62.5)	
<80%, n (%)	0	6 (37.5)	
Cociente FEV1/CVF			
Mediana (rango)	93.9 (91.3-96.5)	96.5 (87.3-108)	--
>70 %, n (%)	2 (100)	16 (100)	
<70%, n (%)	0	0	
Presión inspiratoria máxima			
>30 cmH ₂ O, n (%)	2 (100)	13 (81.25)	0.502
<30 cmH ₂ O, n (%)	0	3 (18.75)	

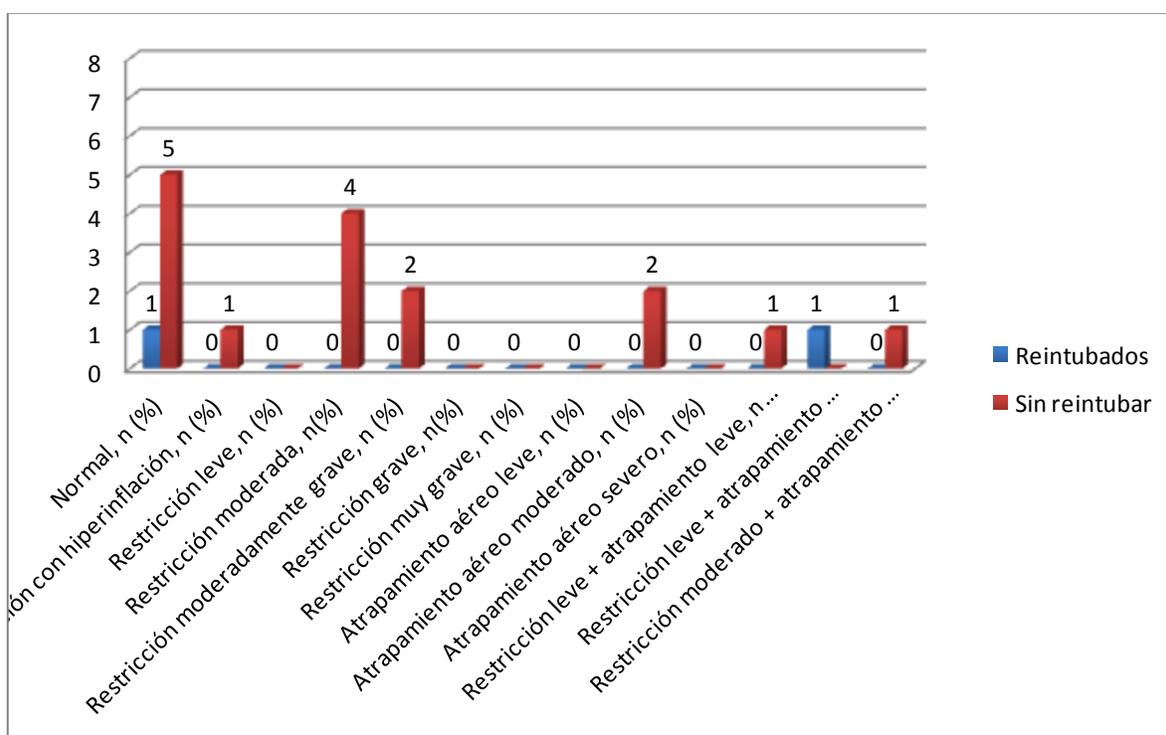
Se clasifica a los pacientes de acuerdo a los datos obtenidos por medio de la pletismografía en normales con alteración pulmonar mostrándose los resultados en la tabla 5. Del total de paciente reintubados, el 50% realiza una prueba pletismográfica normal, y el 50% corresponde a una restricción pulmonar leve con atrapamiento aéreo moderado. Los pacientes no reintubados, el 31.5% presenta parámetros normales, sin embargo una gran parte de este grupo presenta diagnósticos con alteración de la función pulmonar, donde el 6.25% corresponde a un patrón obstructivo, el 35% con una restricción moderada, 12.5% con restricción moderadamente grave, 12.5% a atrapamiento aéreo moderado, 6.25% a diagnósticos compuestos con restricción leve con atrapamiento aéreo leve y el restante 6.25% con restricción moderada y atrapamiento aéreo leve.

TABLA 5. Diagnóstico respiratorio por datos obtenidos mediante pletismografía de los pacientes sometidos a cirugía de escoliosis con y sin requerimiento de reintubación.

Diagnóstico Respiratorio por pletismografía	Reintubados n= 2	Sin reintubar n=16
Normal, n (%)	1 (50)	5 (31.25)
Obstrucción con hiperinflación, n (%)	0	1 (6.25)
Restricción leve, n (%)	0	0
Restricción moderada, n(%)	0	4 (35)
Restricción moderadamente grave, n (%)	0	2 (12.5)
Restricción grave, n(%)	0	0
Restricción muy grave, n (%)	0	0
Atrapamiento aéreo leve, n (%)	0	0
Atrapamiento aéreo moderado, n (%)	0	2 (12.5)
Atrapamiento aéreo severo, n (%)	0	0
Restricción leve + atrapamiento leve, n (%)	0	1 (6.25)
Restricción leve + atrapamiento moderado, n (%)	1 (50)	0
Restricción moderado + atrapamiento leve, n (%)	0	1 (6.25)

En el gráfico 4 observamos la misma distribución con 50% del total de reintubados con diagnóstico restrictivo, el restante 50% pertenece a función pulmonar normal y de los no reintubados el 31.25% con patrón normal, y el 62.25% con patrón restrictivo de diferentes magnitudes y el 6.25% con patrón obstructivo.

GRAFICO 4. Distribución de pacientes pediátricos sometidos a cirugía correctiva de escoliosis que requirieron y que no requirieron intubación y su diagnóstico respiratorio obtenido de acuerdo a los datos de pletismografía preoperatoria



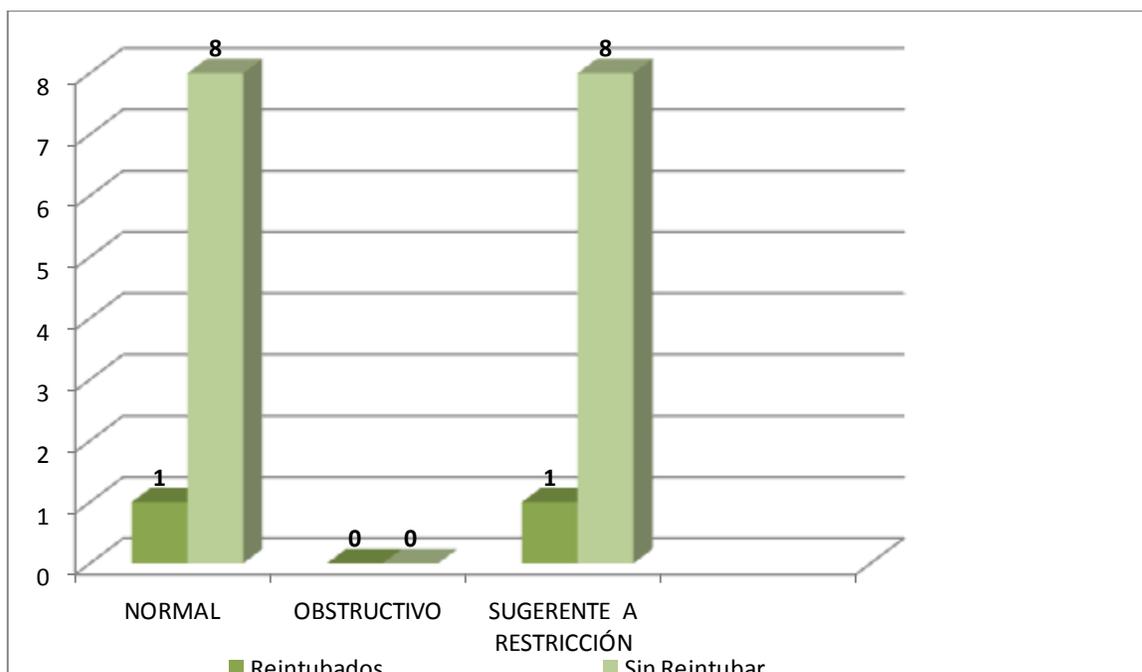
En el estudio de los pacientes por medio de espirometría, descrito en tabla 6, encontramos una distribución uniforme, entre los reintubados el 50% corresponde a función pulmonar normal, y el 50% sugerente a restricción; mientras que para los paciente no reintubados, el 50% obtuvo patrón respiratorio normal, y 50% sugerente a restricción pulmonar.

TABLA 6. Diagnóstico Respiratorio por datos obtenidos mediante espirometría de los pacientes sometidos a cirugía correctiva de escoliosis con y sin requerimiento de reintubación.

Diagnóstico Respiratorio por Espirometría	Reintubados n=2	Sin reintubar n =16
Normal, n (%)	1 (50)	8 (50)
Obstrutivo, n (%)	0	0
Sugere de restricción, n (%)	1 (50)	8 (50)

En el gráfico 5 observamos la distribución de pacientes con y sin reintubación de acuerdo a los valores arrojados por la espirometría encontrando una relación en ambos grupos de 50% normal y 50% sugere a restrictivo

GRAFICO 5. Distribución de pacientes pediátricos sometidos a cirugía correctiva de escoliosis que requirieron y que no requirieron intubación y su diagnóstico respiratorio obtenido de acuerdo a los datos por espirometría



Una vez finalizado el procedimiento quirúrgico, se tomaron muestras gasométricas previa a la extubación, datos registrados en tabla 7, de los cuales se obtienen parámetros normales en el 100% del grupo reintubado, y el 87.5% del grupo no reintubado.

TABLA 7. Diagnósticos gasométricos obtenidos 30 minutos previos a extubación del paciente en quirófano y su relación con y sin requerimiento de reintubación.

Datos gasométricos	Reintubación n=2	Sin reintubar n=16
Normal, n (%)	2 (100)	14 (87.5)
Acidosis Respiratoria, n (%)	0	0
Acidosis Metabólica, n (%)	0	1 (6.25)
Alcalosis Respiratoria, n (%)	0	0
Alcalosis Metabólica, n (%)	0	0
Hipoxemia, n (%)	0	0
Acidosis metabólica+ hipoxemia, n (%)	0	1 (6.25)

En la tabla 8 se describen los momentos en los cuales se dividen nuestros grupos. Del total de población, encontramos al primer paciente que requiere reintubación, presentada a los 20 minutos de observación dentro de la sala de operaciones, y el segundo paciente se reintubó en algún momento de su llegada a UCIP. En el grupo no reintubado se describen como principales complicaciones la inestabilidad hemodinámica en 6.25% en sala quirúrgica, y 6.25% en UCIP, además de dolor en UCIP que requirió de intervención médica en el 18.25%.

A su seguimiento a 24 horas en UCIP, la incidencia de desarrollo de alteraciones radiográficas en el total de la población de pacientes pediátricos con escoliosis sometidos a cirugía correctiva fue de 0.27. Con un total de pacientes positivos a evidencia radiográfica de 5 (27.7%), y negativos a evidencia radiográfica de 13 (72.25%). Del grupo de reintubados el 50% obtuvo imagen sugerente a atelectasia

en la radiografía de tórax, y el restante 50% de características normales, mientras que en el grupo no reintubado el 81.25% obtuvo una radiografía de características normales, el 6.25% con atelectasia y el 12.5% con consolidación. Las medianas de estancia en UCIP para los reintubados fue de 25 horas, y para los no reintubados de 19.5 horas.

TABLA 8. Complicaciones presentadas en el paciente posterior a finalizar cirugía correctiva de escoliosis y su relación al requerimiento o no de reintubación.

Complicaciones	Reintubados n=2	Sin reintubación n=16
Complicaciones post-extubación, en sala de operaciones, n (%):		
Reintubación, n (%)	1 (50)	0
Inestabilidad hemodinámica, n (%)	0	1 (6.25)
Sangrado, n (%)	0	0
Otra, n(%)	0	2 (12.5)
Reintubación + inestabilidad hemodinámica, n (%)	0	0
Tiempo entre extubación y reintubación, Mediana, min.	20	0
Complicaciones en UCI		
Reintubación, n (%)	1 (50)	0
Sangrado, n (%)	0	0
Inestabilidad hemodinámica, n (%)	0	1 (6.25)
Dolor, n (%)	0	3 (18.75)
Otra, n (%)	0	0
Sangrado + inestabilidad hemodinámica, n (%)	0	0
Evidencia radiográfica de alteración pulmonar en UCI		
Ninguno, n (%)	1 (50)	13 (81.25)
Atelectasia, n (%)	1 (50)	1 (6.25)
Derrame pleural, n (%)		0
Edema agudo pulmonar, n (%)		0
Consolidación, n (%)		2 (12.5)
Tiempo de estancia en UCI		
Mediana horas (rango)	25 (16-28)	19.5 (12-42)
12-16 hrs, n (%)	0	4 (25)

17-24 hrs, n (%)	1 (50)	5 (31.25)
25-35 hrs, n (%)	1 (50)	6 (37.5)
>35 hrs, n (%)	0	1 (6.25)

Una vez dentro de la terapia intensiva se realiza control gasométrico de los pacientes postoperados. Del total de reintubados, el 100% tuvo alteración gasométrica del tipo de Acidosis respiratoria, en el grupo de no reintubados, el 43.75% obtuvo una gasometría normal, y el 56.25% tuvo alguna alteración gasométrica, en su mayoría acidosis respiratoria. Datos expuestos en tabla 9.

TABLA 9. Diagnósticos gasométricos de los pacientes sometidos a cirugía de escoliosis a su llegada a terapia intensiva en relación a requerimiento o no de reintubación.

Datos gasométricos	Reintubación n= 2	Sin reintubar n=16
Normal, n (%)	0	7 (43.75)
Acidosis Respiratoria, n (%)	2 (100)	4 (25)
Acidosis Metabólica, n (%)	0	0
Alcalosis Respiratoria, n (%)	0	1 (6.25)
Alcalosis Metabólica, n (%)	0	1(6.25)
Hipoxemia	0	0
Acidosis metabólica+ hipoxemia, n (%)	0	1 (6.25)
Acidosis Respiratoria + hipoxemia, n (%)	0	2 (12.5)

Entre los resultados de la tabla 10 se observa que las variables clínicas y demográficas de mayor relevancia en este estudio como son el sexo, clasificación ASA, los grados de magnitud del ángulo torácico y lumbar, el tipo de cirugía realizada, no tienen relación estadísticamente significativa con la necesidad o no de reintubación, encontrando valores de P que van de 0.42 a 0.86

TABLA 10. Relación entre variables clínicas y demográficas con la necesidad o no de reintubación del paciente sometido a cirugía correctiva de escoliosis.

Variable	Reintubación n=2	Sin reintubación n=16	Valor de P
Sexo			
Masculino, n (%)	0	1 (6.25)	0.716
Femenino	2 (100)	15 (93.75)	
ASA			
I, n (%)	2 (100)	10 (62.5)	0.570
II, n (%)	0	5 (31.25)	
III, n (%)	0	1 (6.25)	
Diagnóstico			
Idiopática, n (%)	2 (100)	14 (87.5)	0.869
Neuromuscular, n (%)	0	1 (6.25)	
Congénita, n (%)	0	1 (6.25)	
Traumática, n (%)	0	0	
Ángulo Torácico			
21-40°, n (%)	0	2 (12.5)	0.869
40-50°, n (%)	1 (50)	7 (43.75)	
>50°, n (%)	1 (50)	7 (43.75)	
Ángulo Lumbar			
21-40°, n (%)	1 (50)	5 (31.25)	0.643
40-50°, n (%)	0	5 (31.25)	
>50°, n (%)	1 (50)	6 (37.5)	
Cirugía			
Fusión posterior, n (%)	0	4 (25)	0.423
Fusión anterior, n (%)	2 (100)	12 (75)	

Mientras en la tabla 11, se relacionaron algunas características del manejo transoperatorio como la cantidad de líquidos infundidos, la transfusión sanguínea, el manejo de coloides y la necesidad de soporte inotrópico con la necesidad o no de reintubación, no se obtuvo ningún resultado con significancia estadística encontrando valores de p desde 0.063 a 1.

TABLA 11. Relación del manejo transoperatorio de hemoderivados, Líquidos infundidos, apoyo aminérgico y el requerimiento o no de reintubación de los paciente sometidos a cirugía correctiva de escoliosis.

Variable	Reintubación n=2	Sin reintubación n=16	Valor de P
Transfusión SI, n (%) NO, n (%)	1 (50) 1 (50)	8 (50) 8 (50)	1
Cristaloides 500-1000 ml, n (%) >1000ml, n (%)	1 (50) 1 (50)	1 (6.25) 15 (93.75)	0.063
Coloides 0 ml, n (%) 500ml, n (%)	1 (50) 1 (50)	12 (75) 4 (25)	0.457
Apoyo aminérgico SI, n (%) NO, n (%)	0 2 (100)	2(12.5) 14 (87.5)	0.596

En la tabla 12 se describe la falta de relación estadísticamente significativa entre el desarrollo de trastornos gasométricos previo a extubación en sala de operaciones y la necesidad de reintubación y no reintubación con una p de 0.86. Así mismo el desarrollo de transtornos gasométricos posterior a la extubación, no se relaciona estadísticamente con la presencia o no de reintubación, con una p de 0.48.

El 50% de los pacientes que requirieron reintubación presentaron evidencia radiográfica de alteración pulmonar, sin embargo su relación no fue estadísticamente significativa con una p de 0.45.

TABLA12. Relación entre requerimiento o no de reintubación de pacientes postoperados de cirugía correctiva de escoliosis y el desarrollo de complicaciones presentadas desde la sala de operaciones y su estancia en UCI.

Variable	Reintubación n=2	Sin reintubación n= 16	Valor de P
Trastorno gasométrico antes de extubar			
Ninguno, n (%)	2 (100)	14 (87.5)	0.869
Acidosis metabólica, n (%)	0	1 (6.25)	
Acidosis metabólica + hipoxemia, n (%)	0	1 (6.25)	
Complicación postextubación			
SI, n (%)	0	1 (6.25)	0.716
NO, n (%)	2 (100)	15 (93.75)	
Trastorno gasométrico postextubación			
Normal, n (%)	0	7 (43.75%)	0.480
Acidosis respiratoria, n (%)	2 (100)	4 (25%)	
Alcalosis respiratoria, n (%)	0	1 (6.25)	
Alcalosis metabólica, n (%)	0	1 (6.25)	
Acidosis metabólica, n (%)	0	1 (6.25)	
Acidosis respiratoria + hipoxemia, n (%)	0	2 (12.5)	
Evidencia Radiográfica de alteración			
SI, n (%)	1 (50)	4 (25)	0.457
NO, n (%)	1 (50)	12 (75)	
Complicaciones en UCI			
SI, n (%)	0	6 (37.5)	0.289
NO, n (%)	2 (100)	10 (62.5)	

En relación a las complicaciones postoperatorias desarrolladas en sala y nuestras variables clínicas y demográficas descritas en la tabla 14, encontramos que a pesar de que el 100% de los pacientes que presentaron alguna complicación en la sala de operaciones tuvieron una magnitud de ángulo de Cobb torácico y lumbar de moderado a severo, su relación no guarda significancia estadística con una p de 0.516. Mientras que la relación entre la escoliosis de tipo idiopático (94%) con la falta de desarrollo de complicación, así como la escoliosis de tipo

neuromuscular con el desarrollo de complicación, guardan una relación estadísticamente significativa con una $p= 0.000$. Los pacientes que presentaron algún tipo de complicación tuvieron una mediana de tiempo quirúrgico de 350 minutos, de los cuales el 100% corresponde a una cirugía de fusión posterior, mientras que los que cursaron sin complicación postoperatoria, tuvieron una mediana de 270 min quirúrgicos, de los cuales un 76.4% corresponde a fusión posterior. Cabe señalar que los pacientes complicados tuvieron una mediana de sangrado de 1000ml, mientras que los no complicados tuvieron una mediana de 410ml, con una p de 0.1.

TABLA 14. Relación entre el desarrollo o no de complicaciones presentadas posterior a la extubación y las características clínicas y demográficas de los pacientes sometidos a cirugía correctiva de escoliosis.

Variable	Complicación n= 1	Sin complicación N=17	Valor de P
Ángulo torácico			
21-40°, n (%)	0	2 (11.76)	0.516
40-50°, n (%)	0	8 (47.08)	
>50°, n (%)	1 (100)	7 (41.17)	
Ángulo Lumbar			
21-40°, n (%)	0	6 (35.2)	0.435
40-50°, n (%)	0	5 (29.41)	
>50°, n (%)	1 (100)	6 (35.2)	
Diagnóstico			
Idiopática, n (%)	0	16 (94.1)	0.000
Neuromuscular, n (%)	1 (100)	1 (5.88)	
Congénita, n (%)	0	0	
Traumática, n (%)	0	0	
Cirugía			
Fusión anterior, n (%)	0	4 (23.5)	0.582
Fusión posterior, n (%)	1 (100)	13 (76.4)	
Tiempo quirúrgico			
Mediana , min	350	270	0.3
Sangrado			
Mediana, mL	1000	410	0.1
Niveles instrumentados			
Mediana, # de niveles	6	5	0.6

Tiempo de estancia en UCI Mediana, horas	28	20	0.556
---	----	----	-------

Las complicaciones presentadas en el área de UCIP documentadas en la tabla 15, no guardan relación estadísticamente significativa con las magnitudes moderadas a severas del ángulo de Cobb torácico y ángulo de Cobb lumbar, con una $p= 0.57$ y 0.17 , respectivamente. A diferencia de las complicaciones en sala, las desarrolladas en UCIP no guardan relación estadísticamente significativa con los diferentes tipos de escoliosis, con una $p= 0.105$, a pesar del que el 66.6% de los pacientes complicados son de etiología idiopática, el 16.6% neuromuscular y 16.6% congénito. El 83.3% de los pacientes con complicación, fueron sometidos a cirugía de fusión posterior, y el 16.6% a cirugía de fusión anterior con una mediana de tiempo quirúrgico de 295 min, en relación a los no complicados donde el 75% corresponde a fusión posterior y 25 % a fusión anterior con una mediana de tiempo de 273 min.

No existió diferencia entre los tiempos de permanencia en UCIP en el paciente complicado y no complicado, con un tiempo de 22 hrs y 21.5 hrs respectivamente, con una $p= 1$.

TABLA 15. Relación en el desarrollo de complicaciones en el área de UCI y las características clínicas de los pacientes postoperados de cirugía correctiva de escoliosis

Variable	Complicación n=6	Sin complicación n=12	Valor de P
Ángulo torácico			
21-40°, n (%)	0	2 (16.6)	0.570
40-50°, n (%)	3 (50)	5 (41.66)	
>50°, n (%)	3 (50)	5 (41.66)	
Ángulo Lumbar			
21-40° n (%)	3, (50)	3 (25)	0.171
40-50°, n (%)	0	5 (41.6)	
>50°, n (%)	3 (50)	4 (33.3)	
Diagnóstico Idiopática, n (%)	4 (66.6)	12 (100)	

Neuromuscular, n (%)	1 (16.6)	0	0.105
Congénita, n (%)	1 (16.6)	0	
Traumática, n (%)	0	0	
Cirugía			
Fusión anterior, n (%)	1(16.6)	3 (25)	0.688
Fusión posterior, n (%)	5(83.3)	9(75)	
Tiempo quirúrgico			0.494
Mediana (Rango)	295 (190-350)	273 (141-392)	
Sangrado			0.494
Mediana (Rango)	450 (100-1400)	425 850-1400)	
Tiempo de estancia en UCI			1
Mediana (Rango)	22 (16-28)	21.5 (12-42)	
Niveles instrumentados			0.616
Mediana (Rango)	5.5 (3-10)	4.5 (2-10)	

En la tabla 16 se relaciona el desarrollo o no de alteraciones pulmonares evidenciadas por radiografía de tórax, se encuentra que los pacientes con alteraciones radiográficas se presentan en el 60% de los pacientes con ángulos de Cobb torácicos mayores a 50° y en 40% de los pacientes con ángulos de Cobb de 40-50°, con una p no significativa de 0.55.

Mientras que el ángulo de Cobb lumbar mayor de 50° se presenta con alteraciones radiográficas en un 40% y para ángulos de 40-50° en un 60%, con una p= 0.086.

El 80% de pacientes sometidos a cirugía de fusión posterior presenta alguna alteración radiográfica, mientras que el 20% la presenta cuando se realiza cirugía de fusión anterior, con una p no significativa de 0.88. Los tiempos quirúrgicos de pacientes con evidencia radiográfica tienen una mediana de 280 min y los pacientes sin alteración de 253 min.

La estancia en UCI del paciente con alteración radiográfica tuvo una mediana de 28 hrs, mientras que los pacientes sin alteraciones presentaron una mediana de 19 hrs.

TABLA 16. Relación entre el desarrollo o no de alteraciones pulmonares detectadas mediante radiografía simple de tórax con las características clínicas de la población con escoliosis sometidos a cirugía correctiva.

Variable	Evidencia de alteración radiográfica n=5	Sin Evidencia de alteración radiográfica n=13	Valor de P
Ángulo torácico 21-40°, n (%) 40-50°, n (%) >50°, n (%)	0 2 (40) 3 (60)	2 (15.3) 6 (46.1) 5 (38.46)	0.55
Ángulo Lumbar 21-40°, n (%) 40-50°, n (%) >50°, n (%)	0 3 (60) 2 (40)	6 (46.1) 2 (15.3) 5 (38.46)	0.086
Diagnóstico Idiopática, n (%) Neuromuscular, n (%) Congénita, n (%) Traumática, n (%)	4 (80) 0 1 (20) 0	12 (92.3) 1 (8.3) 0 0	0.218
Cirugía Fusión anterior, n (%) Fusión Posterior, n (%)	1 (20) 4 (80)	4 (30.79) 10 (76.92)	0.888
Tiempo quirúrgico Mediana (rango)	280 (190-392)	253 (140-350)	0.443
Sangrado Mediana (rango)	500 (50-1000)	410 (50-1400)	0.849
Tiempo en UCI Mediana (rango)	28 (18-31)	19 (12-42)	0.117
Niveles instrumentados Mediana (Rango)	6 (4-8)	5 (2-10)	0.5

En la tabla 17. Se continúa con el análisis de la evidencia radiográfica de alteración pulmonar y su relación con los diagnósticos hechos a través de la pletismografía. Los pacientes con pletismografía normal, el 40% presentó alguna alteración radiográfica postoperatoria, y el 30.76% no presentó alteración alguna.

Del grupo de restricción moderada el 20% presentó alteración y 23.07% no tuvo alteración radiográfica.

Los pacientes con restricción moderadamente grave el 20% presentó alguna alteración radiográfica mientras que el 7.69% no presentó evidencia. Dicha relación con una p 0.65.

TABLA17. Relación entre la presencia de alteraciones pulmonares evidenciadas en radiografía de torax en pacientes con diagnóstico pletismográfico de restricción pulmonar de la población de niños postoperados de cirugía correctiva de escoliosis.

Diagnóstico Respiratorio obtenido por pletismografía	Evidencia radiográfica n=5	Sin evidencia radiográfica n= 13
Normal, n (%)	2 (40)	4 (30.76)
Obstrucción con hiperinflación, n (%)	0	1(7.69)
Restricción leve, n (%)	0	0
Restricción moderada, n(%)	1 (20)	3 (23.07)
Restricción moderadamente grave, n (%)	1(20)	1 (7.69)
Restricción grave, n(%)	0	0
Restricción muy grave, n (%)	0	0
Atrapamiento aéreo leve, n (%)	0	0
Atrapamiento aéreo moderado, n (%)	0	2 (15.38)
Atrapamiento aéreo severo, n (%)	0	0
Restricción leve + atrapamiento leve, n (%)	0	1 (7.69)
Restricción leve + atrapamiento moderado, n (%)	0	1 (7.69)
Restricción moderado + atrapamiento leve, n (%)	1 (20)	0

**** p= 0.645**

En la tabla 18, se relaciona la evidencia radiográfica con el diagnóstico espirométrico encontrando que el 53% de los pacientes sin evidencia radiográfica, obtuvo una prueba espirométrica normal. Y de los pacientes con cuadros sugerentes a restricción el 60% se manifestó radiográficamente mediante alguna alteración pulmonar. Con una p 0.68

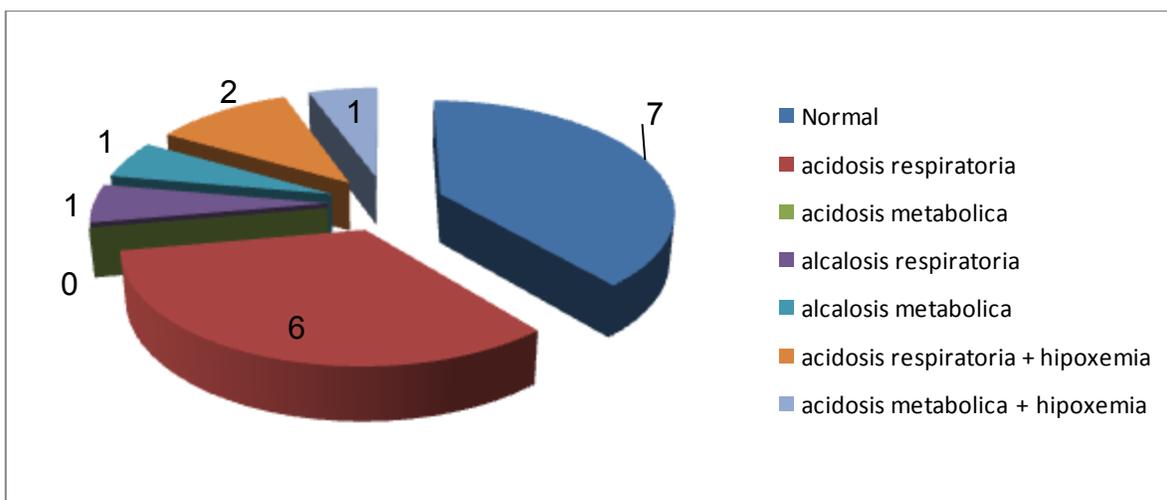
TABLA 18. Relación del desarrollo de alteraciones pulmonares detectadas por radiografía en pacientes con diagnóstico de trastorno respiratorio

detectado por espirometría en la población de pacientes postoperados de cirugía correctiva de escoliosis.

Diagnostico Respiratorio por Espirometria	Evidencia radiográfica n=5	Sin evidencia radiográfica n= 13
Normal, n (%)	2 (40)	7 (53.84)
Obstructivo, n (%)	0	0
Sugerente de restricción, n (%)	3 (60)	6 (46.15)

En el grafico 6 Se encontró una incidencia de 0.61 de pacientes que desarrollaron trastornos gasométricos posteriores a la extubación una vez llegados al área de UCIP. De los cuales el 55.5% corresponde a acidosis respiratoria, el 9.09% a alcalosis respiratoria, 9.09% a alcalosis metabólica, 9.09% acidosis metabólica mas hipoxemia, y 18.18% a acidosis respiratoria mas hipoxemia.

GRÁFICO 6. Distribución del total de pacientes de acuerdo a la presencia o no de trastornos gasométricos posteriores a la extubación, así como el tipo de trastorno desarrollado.



En la tabla 19 no se encuentra relación estadísticamente significativa con la magnitud del ángulo de Cobb torácico y lumbar, con el desarrollo de trastornos gasométricos postextubación, con una p= 0.7 y 0.33 respectivamente. Del total de pacientes que presentaron acidosis respiratoria, el 83.3% corresponde a cirugía de

fusión posterior y el 16.6% a cirugía de fusión anterior, y de los pacientes que presentaron acidosis respiratoria mas hipoxemia el 100% ocurrió en cirugía de fusión posterior, sin relación estadísticamente significativa con una p de 0.427.

De los trastornos gasométricos más frecuentes la acidosis respiratoria tuvo una mediana de 246.5 min de tiempo quirúrgico , con un sangrado de 350 ml y una estancia en UCI de 19 hrs; mientras que los pacientes con acidosis respiratoria mas hipoxemia (segundo trastorno más frecuente) tuvieron una mediana de 336 min con un sangrado de 125 ml y una estancia en UCI de 31 hrs.

TABLA 19. Relación entre el desarrollo de trastornos gasométricos durante el periodo postextubación con las características clínicas de la población con escoliosis sometidas a cirugía correctiva.

	Normal n=7	Acidosis respiratoria n=6	Alcalosis Respiratoria n=1	Alcalosis metabólica n=1	Acidosis metabólica + hipoxemia n=1	Acidosis respiratoria + hipoxemia n=2	P
Angulo Toracico							
21-40°, n (%)	2 (28.5)	0	0	0	0	0	0.7 19
40-50°, n (%)	2 (28.5)	3 (50)	1 (100)	1(100)	0	1(50)	
>50°, n (%)	3 (42.85)	3 (50)	0	0	1(100)	1(50)	
Angulo Lumbar							
21-40°, n (%)	2 (28.5)	2 (33.3)	1 (100)	1 (100)	0	0	0.3 34
40-50°, n (%)	2 (28.5)	1(16.6)	0	0	0	2 (100)	
>50°, n (%)	3 (42.85)	3 (50)	0	0	1(100)	0	
Cirugía							
Fusión anterior, n (%)	2 (28.5)	1 (16.6)	0	0	1 (100)	0	0.4 27
Fusión Posterior, n (%)	5 (71.42)	5 (83.3)	1 (100)	1 (100)	0	2 (100)	
Tiempo quirúrgico							
Mediana, min (rango)	200 (141-350)	246.5 (170-320)	350	350	300	336 (280-392)	0.1 67
Sangrado							
Mediana, ml (Rango)	500 (400-1400)	350 (50-1000)	400	1400	250	125 (50-200)	0.2 79

Niveles instrumentados Mediana (Rango)	4 (3-10)	5 (3-6)	5	10 (1-10)	2	7 (6-8)	0.2 93
Tiempo en UCI Mediana hrs (rango)	19 (12-42)	19 (13-28)	16 (16)	28	26	31	0.3 25

DISCUSIÓN

En este estudio donde se incluyeron pacientes pediátricos con diagnóstico de escoliosis sometidos a cirugía correctiva de la misma, se encontró que la etiología idiopática representa una incidencia del 89%, correspondiendo con la literatura la cual nos indica que es el tipo etiológico más frecuente en un 80-85%⁷. A su vez se obtuvo una baja incidencia para etiologías neuromusculares (5%) y congénitas (5%), no porque no existan en nuestra institución, si no porque la gran mayoría de estos pacientes, presenta alguna condición médica que no permitió realizar las pruebas de función pulmonar. La distribución en base a edad de estos pacientes corresponde al periodo de la adolescencia, donde es más frecuentemente aplicado el tratamiento quirúrgico, correspondiendo en este trabajo a los 12-13 años de edad, así como el sexo con una mayor frecuencia de pacientes femeninos en relación a masculinos, donde su frecuencia fue de 94.4% y 5.5% respectivamente, resultando más elevada que la relación reportada en la bibliografía que lo reporta en 3.5:1 ^{2,7,9}.

En lo referente a la medición de los ángulos de Cobb torácicos, en nuestra población se observa una distribución de 11.11% correspondiendo al tipo moderado y un 88.8% al tipo severo; mientras que para el ángulo de Cobb lumbar, solo el 12.5% es de magnitud leve, el 44.4% de magnitud moderada, y el 61.11% de magnitud severa, esto es explicado debido a que una de las indicaciones para someter a una corrección quirúrgica de columna, el grado de curvatura moderada recibirá tratamiento quirúrgico cuando existan síntomas y tratamiento quirúrgico casi obligatorio para curvaturas severas, ya que el grado de progresión es alto, por lo tanto, al ser un criterio de inclusión el que se sometieran a cirugía, nos engloba curvaturas de grados altos de severidad.

Uno de los objetivos de este estudio fue conocer la incidencia de reintubación (o también considerado como fracaso de la extubación realizado en la sala de operaciones) la cual se encontró en 0.11, correspondiendo a un total de 2 pacientes reintubados (11.11%) y extubados con éxito y sin necesidad de reintubación al 88.8%, datos equiparados con el estudio presentado por

Almenrader et al, donde reporta un 76.2% de éxito de extubación temprana y 23.8% que requirieron ventilación mecánica postoperatoria ⁴⁰, a su vez Yuan et al. ³⁶ reporta su incidencia de pacientes con requerimiento de ventilación postoperatoria en 32%. En este estudio el 100% de los pacientes reintubados corresponde a una etiología idiopática, mientras que en la literatura la tasa más alta de reintubación (40%) se encuentra en pacientes de etiología neuromuscular, sin embargo nuestro resultado muestra una limitación para esta relación ya que la frecuencia de este tipo de etiología fue muy baja (solo 1 paciente). El 100% de los pacientes reintubados corresponden a una clasificación ASA I, cuando en la literatura se presenta como factor de riesgo de reintubación una mayor clasificación, sobre todo III y IV ⁴³ esto podría deberse a que la mayor parte de la población en nuestro estudio pertenece a clasificaciones ASA I, II. La relación entre reintubación y la clasificación ASA no mostró significancia estadística ($p=0.57$), probablemente debido al pequeño tamaño de la muestra. El 50% de los pacientes reintubados guardan relación con ángulos de Cobb torácicos moderados ($40-50^\circ$) y 50% con ángulo torácico severos ($>50^\circ$), y ángulos lumbares leves en el 50% y severos en el 50% restante, con valores de p sin significancia estadística por el tamaño de la muestra, en contraste con lo reportado por Chhabra et al ⁴¹ donde el 20-30% de sus reintubados se presenta con ángulos por encima de los 70° , no correspondiendo con nuestros resultados, ya que ángulos de menor magnitud requirieron reintubación, lo que nos hace pensar que no solo las curvaturas severas representan un riesgo en el fracaso de la extubación temprana. Al igual que la literatura mientras más severa sea la magnitud de la curvatura cefálica (curvas torácicas) mayor es el riesgo de necesitar ventilación mecánica en el postoperatorio ⁴¹. El 100% de pacientes reintubados fueron sometidos a cirugía de fusión posterior con una duración mediana de 225 min, instrumentando 4.5 niveles vertebrales promedio, mientras que los valores obtenidos para los pacientes no reintubados, fue de 75% realizando fusión posterior con duración del procedimiento mayor que el primer grupo, (278 min), instrumentando un mayor número de niveles vertebrales (5); no correspondiendo con lo reportado por Almenrader et al, donde un mayor número de niveles instrumentados (>8), mayor

tiempo quirúrgico (>7.5hr) se consideran factores de riesgo para continuar la ventilación mecánica en el postoperatorio, y coincidiendo con el hecho de que la cirugía de fusión posterior representa un factor a tener en cuenta para presentar reintubación al igual que en este trabajo ⁴⁰.

En cuanto al manejo del paciente en sala de operaciones, se estudiaron el manejo de los líquidos y hemoderivados ya que Anastasian et al.⁴³ en su estudio los reporta como factores de riesgo intraoperatorio, en este estudio que los pacientes reintubados presentaron una cantidad de sangrado mayor que los pacientes que no requirieron reintubación, con mediana de 600 ml contra 300 ml respectivamente. En ambos grupos el 50% recibió transfusión de paquete globular, sin haber relación significativa, en cuanto al manejo de los cristaloides en el 50% de los reintubados recibieron cantidad por encima de los 1000ml, mientras que en el grupo de los no reintubados el 93% recibió esta misma cantidad, por lo tanto se concluye que no representa un factor de riesgo para la reintubación. En cuanto a la necesidad de apoyo inotrópico, solo 2 pacientes recibieron dicha medicación, los cuales pertenecen al grupo no reintubado, por lo que no se considera un evento relacionado con fracaso de extubación.

En relación a las pruebas de Función pulmonar Yuan et al ³⁶ reporta como factor de riesgo para ventilación postoperatoria una FEV1 menor de 40%, Capacidad vital menor de 60%, capacidad pulmonar menor de 60% y PIM menor de 60% con $p=0.05$, en este estudio se encontró que a valores de capacidad pulmonar total más altos (que ya entran en el rubro de trastorno restrictivo) de 70-79% es obtenido en el 50% de los pacientes reintubados, además del parámetro de capacidad vital a predichos de 70-79% ocurriendo también en el 50% de los pacientes reintubados, relación que coincide con la literatura mencionada anteriormente, sin embargo no se tiene relación estadísticamente significativa, ya que la p se encuentra en 0.6 y 0.5 respectivamente, se presta a sesgo debido a que la población de reintubados es muy baja. Se demuestra que el volumen residual, escasas veces se altera en el paciente con trastorno restrictivo y no guarda relación con la reintubación. En relación a los valores de espirometría, la

literatura demuestra valores sumamente bajos como predictores de ventilación mecánica postoperatoria, tales como CFV menor de 40% y FEV₁ menor de 40% ³⁶ en este estudio los valores espirométricos no llegaron a tales rubros, y solo el valor de la capacidad vital forzada tuvo relación con la reintubación en un 50% de los pacientes, con valores del porcentaje predicho menor de 80%. Los diagnósticos por pletismografía, el 50% de los reintubados realizó una prueba normal, mientras que el restante 50% tuvo una función pulmonar con restricción moderada, del grupo no reintubado, el 31.5% obtuvo función pulmonar normal, el 35% se clasificó con restricción pulmonar moderada, 12.5 % con restricción moderadamente grave, y el resto con alteraciones desde restricciones leves a atrapamiento aéreo. A pesar de que no se pudo demostrar esta relación con la reintubación, se confirma lo mencionado en la literatura, que demuestra que ángulos de curvatura por encima de 40° ya generan cambios pulmonares de tipo restrictivo, a pesar de catalogarse como curvaturas de magnitud moderada. ^{4,6,9} y pone en duda lo mencionado por Weinstein et al ¹⁸ donde refiere que curvas con ángulos por arriba de 100° generan daño pulmonar. A lo anterior podemos afirmar que la pletismografía es un estudio preanestésico necesario en la cirugía de columna correctiva.

Los diagnósticos obtenidos por espirometría, solo sugieren un patrón restrictivo en 50% de la población mientras, que la pletismografía evidenció cuadros restrictivos en el 61% de la población, podemos aseverar que la prueba espirométrica es útil en estos pacientes, sin embargo no la de elección, como asevera Vargas y cols ²¹.

No pudo confirmarse un valor medido por pletismografía que prediga la extubación temprana del paciente con escoliosis, por la falta de significancia estadística por el tamaño poblacional, sin embargo, este estudio, revela que la pletismografía es un complemento necesario en la valoración del paciente con escoliosis, puesto que evidencía restricción pulmonar de manera temprana, lo cual puede influir en la evolución postoperatoria del paciente, ya que se encontró que el 40% de los pacientes con alteración en la pletismografía, desarrollaron algún cambio en la

placa de torax, como atelectasia, o consolidación a su seguimiento en UCIP efecto mencionado en la literatura. ³⁷.

Los cambios gasométricos postextubación mas frecuentes fueron la acidosis respiratoria en un 6 (33%) pacientes del total de la población, de los cuales 2 fueron aquellos que requirieron reintubación. Lo reportado en la literatura refiere que el paciente con trastorno restrictivo es más susceptible a desarrollar hipoxemia, registrándose en este estudio en 3 (16%) del total de pacientes, los cuales registraron, ángulos severos de curvatura torácica ($>50^\circ$), un mayor tiempo quirúrgico de 336 min, y un número de niveles instrumentados en promedio de 7, la relación no tuvo significancia estadística por el tamaño de la muestra.

La frecuencia de complicación ocurrió en 6 (33.3%) pacientes del total de la población, entre las cuales se encuentra la inestabilidad hemodinámica, y con mayor frecuencia el dolor en el área de UCIP, correspondiendo a lo reportado en la literatura que refiere una incidencia del 24-75% ³⁷.

El tiempo de estancia en UCIP promedio fue de 22 hrs, encontrando como dato más importante, que los pacientes que tuvieron alteraciones radiográficas son los pasan un mayor número de horas en esta unidad.

Las ventajas de este trabajo fueron, que la incidencia de reintubación del paciente sometido a cirugía correctiva de escoliosis fue muy baja, lo cual puede traducir a que la gran mayoría de estos pacientes puede salir extubado de la sala de operaciones. Demuestra la utilidad del uso de las pruebas de función pulmonar como parte de la valoración preanestésica, pues estos valores pueden hacer diferencia en el manejo de la ventilación intra y postoperatoria, y confirma que el paciente entra a sala con un comórbido de tipo pulmonar, el cual sería ignorado de no ser realizado el estudio. Demuestra que no solo los ángulos de curvaturas severas generan cambios en la función pulmonar, por lo que no es un punto de corte para indicar la realización de la pletismografía y espirometría. Los puntos más débiles del estudio fueron el tamaño de la muestra, que no permitió que se demostrara su significancia estadísticamente y dio cabida a numerosos sesgos,

así como el impedimento de realizar el valor diagnóstico que tienen las pruebas de función pulmonar en este tipo de pacientes.

El estudio deja abierta la puerta a un seguimiento de un mayor número de pacientes, para estratificar riesgos, y establecer un protocolo de manejo anestésico, que incluye desde los requerimientos de una valoración preanestésica, manejo hídrico, ventilatorio y manejo de analgesia postoperatorio.

CONCLUSIÓN.

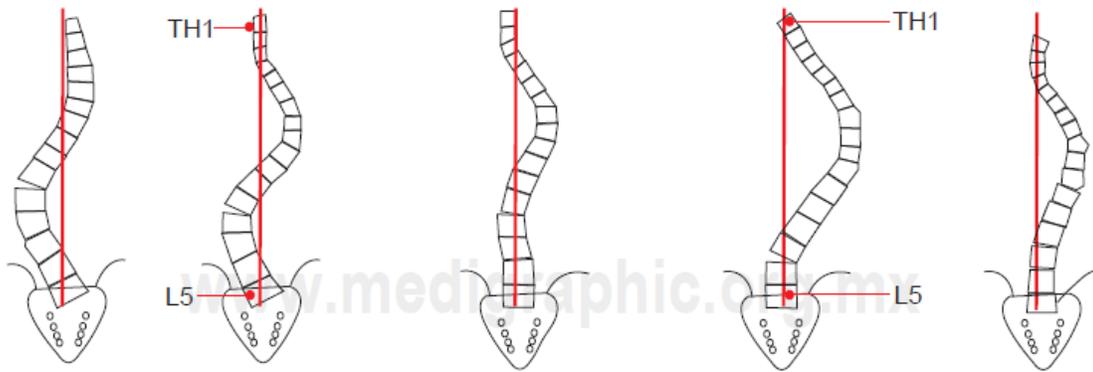
Del estudio realizado en población pediátrica con diagnóstico de escoliosis sometidos a cirugía correctiva en el hospital de pediatría de CMNO concluimos lo siguiente:

- A pesar de que no se encontró un valor preciso de la capacidad pulmonar total medida por pletismografía como predictor de extubación temprana, los pacientes que presentan una disminución de este valor (menores de 79% del predicho) son diagnosticados ya, con un patrón de restricción pulmonar, así como otros parámetros de importancia como la capacidad vital y el volumen residual, los cuales, pueden orientar al evaluador (anestesiólogo) en el manejo anestésico y ventilatorio intraoperatorio lo cual modifica los resultados postoperatorios.
- Se registraron ángulos de curvatura torácica en 11.11% de 40-50°, (tipo moderado), en 88.8% mayores de 50° (tipo severo) mientras que para la curvatura lumbar se encontraron, 12.5% de 20-40° (tipo leve), 44.4% de 40-50° (tipo moderado) en y 61.11% mayores de 50° (tipo severo)
- Se obtuvo una incidencia del 89% de escoliosis de etiología idiopática, 5% de etiología neuromuscular, 5% de etiología congénita.
- Se determinó que el tiempo promedio entre el final de la cirugía y la extubación del paciente es de 30 minutos.
- La incidencia de reintubación en nuestra población fue de 11.1%, lo cual nos sugiere que la práctica de una extubación en quirófano es relativamente segura y puede realizarse con mayor frecuencia.
- La pletismografía es un estudio requerido en la valoración preanestésica ya que diagnostica el patrón restrictivo pulmonar en un gran número de pacientes sometidos a la cirugía.
- El patrón restrictivo pulmonar, guarda relación con el desarrollo de alteraciones radiográficas en el postoperatorio de pacientes con escoliosis.

- La magnitud del ángulo de curvatura torácica y lumbar no funge como una indicación para realizar las pruebas de función pulmonar, ya que los grados varían de moderados a severos, y el daño pulmonar puede o no desarrollarse.
- La espirometría tiene utilidad en la valoración de estos pacientes, sin embargo no capta la totalidad de pacientes con alteración restrictiva.
- La incidencia de complicación postoperatoria fue de 33.3%, y están relacionadas a la inestabilidad hemodinámica y a dolor por lo que es pauta para hacer correcciones en el manejo de ambas durante y fuera de la cirugía.

ANEXO 1

Imagen 1. Clasificación de escoliosis idiopática King (grados I, II, III, IV Y V)



ANEXO 2

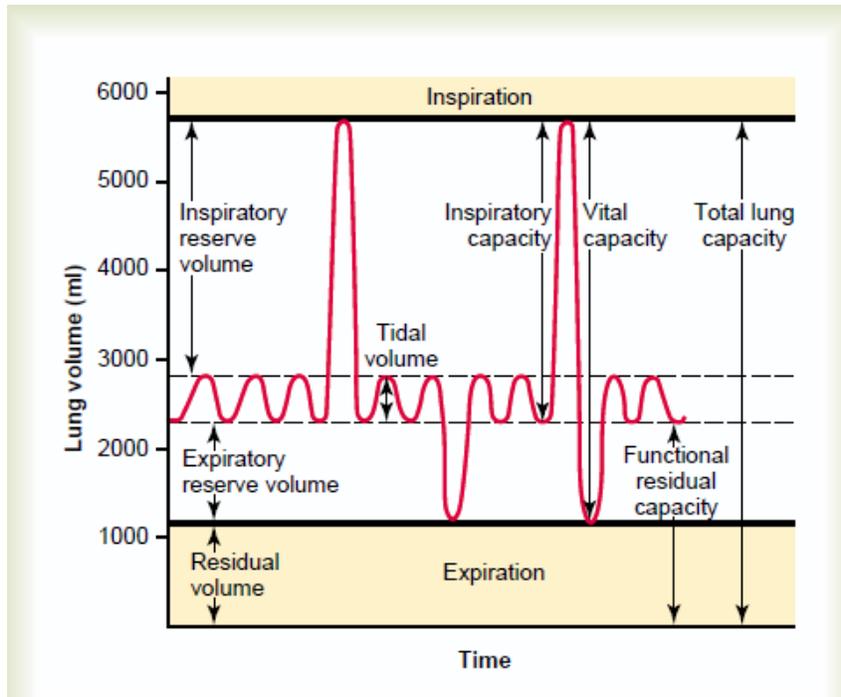
Imagen2. Clasificación del índice de Risser (grado de madurez ósea)

Tabla I. Índice de Risser ^(4,13)	
Risser 0	Sin aparición de núcleo de osificación de la cresta ilíaca
Risser 1	Inicio de la osificación desde lateral, hasta 25%
Risser 2	Id hasta 50%
Risser 3	Id hasta 75%
Risser 4	100% de osificación, aún sin fusión completa
Risser 5	Núcleo de osificación completamente fusionado



ANEXO 3

Curvas de capacidades y volúmenes pulmonares.





UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA

CMNO.

Evaluación de la Capacidad Pulmonar Total determinada por pletismografía como predictor de extubación temprana en el paciente pediátrico sometido a cirugía correctiva de escoliosis.

ANEXO 4

Valores de referencia espirométricos para niños y adolescentes mexicanos entre 8-20 años, 110 cm y 190 cm, hombres y mujeres de la asociación latinoamericana del tórax.

Talla cm	Varones				Mujeres			
	FEV ₁ ml	FVC ml	FEV ₁ /FVC%	PEFR l/s	FEV ₁ ml	FVC ml	FEV ₁ /FVC%	PEFR l/s
110	1159	1423	85	2.75	1115	1291	87	2.59
111	1184	1452	85	2.80	1140	1319	87	2.64
112	1210	1482	85	2.86	1165	1347	87	2.70
113	1236	1512	85	2.92	1191	1375	87	2.75
114	1263	1543	85	2.98	1218	1404	87	2.81
115	1291	1574	85	3.04	1245	1434	87	2.87
116	1319	1606	85	3.11	1272	1465	87	2.93
117	1347	1639	86	3.17	1301	1496	87	3.00
118	1377	1673	86	3.24	1330	1528	87	3.06
119	1407	1707	86	3.30	1359	1560	87	3.13
120	1437	1741	86	3.37	1389	1593	88	3.19
121	1468	1777	86	3.44	1420	1627	88	3.26
122	1500	1813	86	3.51	1452	1662	88	3.33
123	1533	1850	86	3.58	1484	1697	88	3.40
124	1566	1888	86	3.66	1517	1733	88	3.47
125	1600	1926	86	3.73	1551	1770	88	3.55
126	1635	1966	86	3.81	1585	1807	88	3.62
127	1671	2006	86	3.89	1621	1846	88	3.70
128	1707	2047	86	3.97	1657	1885	88	3.78
129	1744	2088	86	4.05	1693	1925	88	3.86
130	1782	2131	86	4.13	1731	1966	88	3.94
131	1821	2174	87	4.22	1770	2007	88	4.02
132	1861	2219	87	4.31	1809	2050	89	4.11
133	1901	2264	87	4.40	1849	2094	89	4.20
134	1942	2310	87	4.49	1890	2138	89	4.29
135	1985	2357	87	4.58	1932	2184	89	4.38
136	2028	2405	87	4.67	1975	2230	89	4.47
137	2072	2454	87	4.77	2019	2277	89	4.57
138	2117	2504	87	4.87	2064	2326	89	4.66
139	2163	2556	87	4.97	2110	2375	89	4.76
140	2210	2608	87	5.07	2157	2425	89	4.87
141	2258	2661	87	5.18	2205	2477	89	4.97
142	2307	2715	87	5.28	2254	2530	89	5.07
143	2358	2770	87	5.39	2304	2583	89	5.18
144	2409	2827	87	5.50	2355	2638	90	5.29
145	2461	2885	88	5.62	2407	2694	90	5.41
146	2515	2943	88	5.73	2461	2751	90	5.52
147	2569	3003	88	5.85	2516	2810	90	5.64
148	2625	3065	88	5.97	2572	2870	90	5.76
149	2682	3127	88	6.10	2629	2931	90	5.88
150	2741	3191	88	6.22	2687	2993	90	6.01
151	2800	3256	88	6.35	2747	3056	90	6.13
152	2861	3322	88	6.48	2808	3121	90	6.26
153	2924	3390	88	6.62	2870	3188	90	6.40
154	2987	3459	88	6.75	2934	3255	90	6.53
155	3052	3530	88	6.89	2999	3324	90	6.67
156	3119	3602	88	7.04	3066	3395	91	6.82
157	3186	3675	88	7.18	3134	3467	91	6.96
158	3256	3750	88	7.33	3204	3541	91	7.11
159	3326	3827	88	7.48	3275	3616	91	7.26
160	3399	3905	89	7.63	3348	3693	91	7.42
161	3473	3984	89	7.79	3422	3771	91	7.57
162	3548	4066	89	7.95	3498	3851	91	7.73
163	3625	4149	89	8.12	3576	3933	91	7.90
164	3704	4233	89	8.29	3656	4017	91	8.07
165	3785	4319	89	8.46	3737	4102	91	8.24
166	3867	4408	89	8.63	3820	4189	91	8.41
167	3951	4497	89	8.81	3905	4278	91	8.59
168	4037	4589	89	8.99	3992	4369	92	8.78
169	4125	4683	89	9.18	4081	4462	92	8.96



ANEXO 5

Valores de volúmenes pulmonares en edad pediátrica. ¹⁸

	Infant	Child	Adult
Compliance (cc/cmH ₂ O/kg)	1.5-2.0	2.5-3.0	0.1 L/cmH ₂ O ^d
Resistance (cmH ₂ O/L/s)	20-40	20-40 ^b	1-2
Functional residual capacity (cc/kg)	20-25	20-25 ^c	1.9-2.4L ^a
Tidal volume (cc/kg)	4-8 ^d	4-8	6-8
Respiratory rate (breaths/min)	20-60	20-30	12-20
Minute ventilation (cc/kg/min)	240-480		5-8 ^e

ANEXO 6

Parámetros funcionales propuestos y obtenidos a partir de pletismografía corporal.

Tabla 3. Patrones funcionales propuestos y obtenidos a partir de la pletismografía corporal.

Parámetro	Porcentaje del predicho (%)	Gravedad
CPT	> 120	Obstrucción con hiperinflación
	80-119	Normal
	70-79	Restricción leve
	60-69	Restricción moderada
	50-59	Restricción moderadamente grave
	35-49	Restricción grave
CV	< 35	Restricción muy grave
	80-119	Normal
	70-79	Restricción leve
	60-69	Restricción moderada
	50-59	Restricción moderadamente grave
	35-49	Restricción grave
VR	< 35	Restricción muy grave
	< 119	Normal
	> 120	Atrapamiento aéreo leve
	131-139	Atrapamiento aéreo moderado
	> 140	Atrapamiento aéreo grave



ANEXO 7

Nombre:

No. de afiliación:

Sexo: F M

Edad:

Peso:

Talla:

ASA: I II IIIDiagnóstico: Idiopática Neuromuscular Congénita Traumática

Ángulo de Cobb columna torácica:

Angulo de Cobb Columna lumbar:

Pletismografía	% predicho	Espirometria	%predicho
CPT		CVF	
VR		FEV1	
VR/CPT		FEV1/CVF	
IC		PiMAX	
		PeMAX	

Cirugía Realizada:

Niveles instrumentados:

Tiempo quirúrgico:

Sangrado:

Transfusión: SI NO

Cantidad:

Otros

hemoderivados:

Líquidos infundidos Cristaloides:

Coloide:

Apoyo inotrópico SI NO

Diuresis:

Gasometria preextubación: pH: PO₂: PCO₂: HCO₃⁻: SatO₂:

Tiempo transcurrido entre término de cirugía y extubación:

información que usted nos ha brindado desde el momento en que acepto participar hasta el momento en el cual nos haga saber que ya no desee participar.

Privacidad y confidencialidad. La información que nos proporcione que pudiera ser utilizada para identificarla, será guardada de manera confidencial y por separado al igual que resultados, para garantizar su privacidad. El equipo de investigadores, su médico en la clínica **CMNO HP**, en el servicio de quirófano, y las personas que estén involucradas en el cuidado de su salud sabrán que usted está participando en este estudio. Sin embargo, nadie más tendrá acceso a la información que los estudios arrojen, a menos que usted así lo desee. Sólo proporcionaremos su información si fuera necesario para proteger sus derechos o su bienestar (por ejemplo si llegara a sufrir algún daño físico o si llegara a necesitar cuidados de emergencia), o si lo requiere la ley.

Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias, por ejemplo, no se dará información que pudiera revelar su identidad. Su identidad será protegida y ocultada. Para proteger su identidad le asignaremos un número que utilizaremos para identificar sus datos, y usaremos ese número en lugar de su nombre en nuestras bases de datos.

Personal de contacto para dudas y aclaraciones sobre el estudio Si tiene preguntas o quiere hablar con alguien sobre este estudio de investigación puede comunicarse de 7 a 15 hrs, de lunes a viernes con: Residente Anestesiología Pediátrica Nancy de la O Contreras, con el teléfono celular 3314664616.

Declaración de consentimiento informado. Se me ha explicado con claridad en qué consiste este estudio, además he leído (o alguien me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me han dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato. Al firmar este formato estoy de acuerdo en participar en la investigación que aquí se describe.

SE OTORGA EL CONSENTIMIENTO:

Nombre y firma del Participante

TESTIGO
Nombre y firma

TESTIGO
Nombre y firma

FIRMA DE ANESTESIOLOGO.



ANEXO 8

Cronograma de actividades.

Actividad	FEB 2015	MAR 2015	ABR 2015	MAY 2015	JUN 2015	JUL 2015	AGO 2015
Planeación	😊						
Diseño	😊						
Autorización		😊					
Ejecución			😊	😊	😊	😊	
Análisis						😊	
Redacción						😊	
Entrega							😊

BIBLIOGRAFIA

1. Barreras M.T. **Escoliosis: concepto, etiología y clasificación.** *Ortho-tips.* 2011; 7 (2):75-82
2. Gambrall M.A et al. **Anesthetic implications for surgical correction of scoliosis.** *AANA Journal.* 2007; 75 (4): 277-285
3. Reamy B. V, Slakey J.B. **Adolescent idiopathic Scoliosis:** review and current Concepts. *American family physician.* 2001; 64(1) :111-116
4. Asher M.A, Burton D.C. **Adolescent idiopathic scoliosis:** natural history and long term treatment effects. *Scoliosis.* 2006. 1 (2): 1-10
5. Brassesco M.B, Baumlis I. Della Rosa L. Giacosa S.A, Costamagna C.L, et al. **Escoliosis:** cuando la medición del ángulo de Lippman Cobb no es suficiente. *Anuario fundación Dr JR Villavicencio.* 2011. No. XIX: 65-69
6. Diaz J.J, Schröter C, Schulz R. **Actualización de la evaluación radiológica de la escoliosis.** *Revista chilena de radiología.* 2009; 15 (3): 141-151
7. Álvarez G. L, Núñez A. **Escoliosis idiopática.** *Rev. Pediatr. Aten primaria.* 2011; 13: 135-146
8. Alvarez M. M, Rosales M.E, Valcarce-León J.A. **Manejo de la escoliosis de inicio temprano.** *Acta Ortopédica Mexicana* 2011; 25(3): 188-194
9. Entwistle M, Davandra P. **Scoliosis surgery in children.** *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain.* 2006; 6 (1): 13-16
10. Gibson P.R. **Anaesthesia for Correction of Scoliosis in Children.** *Anaesth Intensive Care* 2004; 32: 548-559
11. Colomina M.J, Godet C. **Anestesia para la cirugía de la escoliosis.** Estudio preoperatorio y de selección de pacientes de riesgo en la cirugía de las deformidades raquídeas. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim.* 2005; 52 (1): 24-43
12. Tsiligiannis T. and Grivas T. **Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis.** *Scoliosis* 2012, 7:7
13. Janicki J.A, Alman B. **Scoliosis: Review of diagnosis and treatment.** *Paediatr Child Health.* 2007; 12 (9): 771-776

14. **NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2011, Para la práctica de la anestesiología.** 2012. Diario oficial de la federación
15. Maruyama T., Takeshita K. **Surgical treatment of scoliosis: a review of techniques currently applied.** *Scoliosis* 2008, 3:6
16. Davis J.P, Cladis F.P, Motoyama E.K, **Smith's Anesthesia for infants and children.** 8a edición. Philadelphia: ELSEVIER. 2011.
17. Gregory A.G & Andropoulos D.B. **Gregory's Pediatric anesthesia.** 5a edición. UK. Wiley-blackwell. 2012.
18. Newton P.O, Faro F.D, Gollogly S, Betz R.R, Lenke L.G et al. **Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis:** A study of six hundred and thirty-one patients. *The journal of bone and joint surgery.* 2005; 87(9): 1937- 1946.
19. Guyton A.C, Hall J.E. **Fisiología médica.** 11ª edición. Philadelphia: ELSEVIER. 2006.
20. Vazquez G.J, Pérez P.R. **Manual para el uso y la interpretación de la espirometría por el médico.** Primera edición. México: edit yoa. 2007
21. Vargas D. C, Gochicoa R.L, Velázquez U.M, Mejía A.M, Vázquez G.J, Pérez P.R **Pruebas de función respiratoria, ¿cuál y a quién?.** *Neumol Cir Torax.* 2011; 70 (2) :101-117
22. Ram J.K. **Spirometry in children.** *Prim Care Respir J* 2013; 22(2): 221-229
23. Rosales O.L, García J, Miramontes M.V, Alpízar A.A, Arenas S.M, Reyes S.A. **Tratamiento quirúrgico de la escoliosis. Control de evolución mínimo de 5 años.** *Cir Ciruj* 2007;75:93-97
24. Liñán C. S, Cobos B.N. Reverté BC. **Exploración Funcional Respiratoria.** Barcelona. Actualización 2008: acceso diciembre 2014. Disponible en: www.aeped.es/protocolos/
25. Cripe L.H, Tobias J.D. **Cardiac considerations in the operative management of the patient with Duchenne or Becker muscular dystrophy.** *Pediatric Anesthesia.* 2013.; 23 (9): 777-784

26. Liu, Xiu P, Li Q, Song Y, Chen R, Zhou C. **Prevalence of Cardiac Dysfunction and Abnormalities in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis Requiring Surgery**. *Orthopedics*. 2010; 33 (12).
27. Li S, Yang J, Zhu L, Lin Y, Li X, Huang Z, Wang H. **Right ventricular function impaired in children and adolescents with severe idiopathic scoliosis**. *Scoliosis* 2013, 8:1
28. Gibson P.R.J. **Anaesthesia for Correction of Scoliosis in Children**. *Anaesth Intensive Care* 2004; **32**: 548-559
29. Marik P.E, Barama M, Vahid B. **Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares**. *Chest*. 2008;134(1):172-8.
30. Edgcombe H, Carter K, Yarrow S. **Anaesthesia in the prone position**. *British Journal of Anaesthesia*. 2008; 100 (2): 165–83.
31. Borgeat A, Blumenthal S. **Postoperative pain management following scoliosis surgery**. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2008, 21:313–316
32. Milbrandt T, Singhal M, Minter C, McClung A, Talwalkar V, Iwinsky H, et al. **A Comparison of Three Methods of Pain Control for Posterior Spinal Fusions in Adolescent Idiopathic Scoliosis**. *SPINE* 2009; 34 (14); 1499–1503
33. Hayes J, Pehora C, Bissonnette B. **The use of NSAIDs in pediatric scoliosis surgery – a survey of physicians’ prescribing practice**. *Pediatric Anesthesia* 2009 19: 756–763
34. Sullivan D.J et al. **Complications in pediatric scoliosis surgery**. *Pediatric Anesthesia*. 2014. (24) 406–411
35. Weiss. H.F, Goodall D. **Rate of complications in scoliosis surgery – a systematic review of the Pub Med literature**. *Scoliosis* 2008, 3:9
36. Yuan N, Skaggs D.L, Dorey F, Keens T.G. **Preoperative Predictors of Prolonged Postoperative Mechanical Ventilation in Children Following Scoliosis Repair**. *Pediatric Pulmonology*. 2005. 40:414–419
37. Seo H.J, Jun K.H, Jin Y.R, Seuk Y.H. **Non-neurologic complications following surgery for scoliosis**. *Korean J Anesthesiol*. 2013;64(1): 40-46

38. Gurajala I, Ramachandran G, Iyengar R, Durga P. **The preoperative and intraoperative risk factors for early postoperative mechanical ventilation after scoliosis surgery: A retrospective study.** Indian Journal of Anaesthesia 2013; 57 (1):14-18
39. Lao L, Weng X, Qiu G, Shen J. **The role of preoperative pulmonary function tests in the surgical treatment of extremely severe scoliosis.** Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2013, 8:32
40. Almenrader R, Patel D. **Spinal fusion surgery in children with non-idiopathic scoliosis: is there a need for routine postoperative ventilation?** British Journal of Anaesthesia. 2006; 97 (6): 851–7
41. Chhabra A, Kumar A.M, Kumar B.D, Talawar P, Mohinder S.P, Jayswal A. **Perioperative concerns in pediatric patients undergoing different types of scoliosis correction surgery: A retrospective observational study.** Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology. 2013; 29 (3).
42. Abu-Kishk, Kozer E. Hod FR, Anekstein Y. Mirovsky Y, Klin B et al. **Pediatric scoliosis surgery – is postoperative intensive care unit admission really necessary?** Pediatric Anesthesia 23 (2013) 271–277
43. Anastasian Z.H, Gaudet J.H, Levitt L.C, Mergeche J.L, Heyer E.J, Berman M.F. **Factors That Correlate With the Decision to Delay Extubation After Multilevel Prone Spine Surgery.** J Neurosurg Anesthesiol 2014;26:167–171