

La Sobrecarga Ventilatoria en pacientes pediátricos: el aporte del concepto de Balance – Desbalance.

“Ventilatory Overload in Pediatric Patients:
The Contribution of The Concept of Balance – Imbalance.”

Fernanda Montecinos T.¹, Edgardo Valenzuela F.¹, Juan Ignacio Sepúlveda A.¹, Rocío Mora G.¹ y Máximo Escobar C.².
1. Diplomantes en Razonamiento Profesional, Universidad Católica del Maule (UCM).
2. Laboratorio de Función-Disfunción Ventilatoria, Departamento de Kinesiología, UCM.

Título Abreviado: Sobrecarga Ventilatoria en pacientes pediátricos

Información del Artículo

Recepción: 29 de Julio de 2022

Aceptación: 9 de Agosto de 2022

RESUMEN

El presente comunicado tiene el propósito de analizar algunos scores utilizados para clasificar la sobrecarga ventilatoria en niños, bajo el modelo de balance-desbalance descrito por Theodoros Vassilakoupoulos. La permanencia del uso de los scores en el tiempo se explica tanto por razones que objetivan una condición medida con herramientas clinimétricas las cuales favorecen la toma de decisiones rápidas y de bajo costo, pero también porque en sus diseños opera el constructo del balance descrito con posterioridad. Los scores al poner el énfasis en la caracterización de los niveles de gravedad que pudieran desencadenar las disfunciones ventilatorias, demostraron su utilidad transversal para los profesionales sanitarios, no obstante, el presente trabajo destaca la enriquecida variabilidad de los diferentes perfiles que se pueden obtener a partir de las múltiples variantes expresadas como la carga de trabajo, que infrecuentemente es específica en su patrón. De esta manera hacer las consideraciones de la mecánica ventilatoria a partir de la inspiración, la espiración, el ciclo ventilatorio el rendimiento sistémico junto con agruparlas por cargas, asistencias y traductores agrega valor al análisis de la función ventilatoria presente en un niño con un contexto de balance o desbalance.

Palabras Claves: Balance-Desbalance, Carga de Trabajo, Score Ventilatorios.

SUMMARY

The purpose of this communication is to analyze scores used to classify ventilatory overload in children, under the balance-imbalance model described by Theodoros Vassilakoupoulos. The permanence use of scores over time is explained both by reasons that objectify a condition measured with clinimetric tools which favor quick and low-cost decision-making, and also because in their designs operates the balance construct described later. The scores, by emphasizing the characterization of the severity levels that could trigger ventilatory dysfunctions, demonstrated their cross-sectional utility for health professionals; however, the present work highlights the enriched variability of the different profiles that can be obtained from multiple variants expressed as workload, which is infrequently specific in its pattern. In this way, making considerations of ventilatory mechanics based on inspiration, expiration, the ventilatory cycle, and systemic performance, grouped together by loads, assistance, and translators, adds value to the analysis of the ventilatory function present in a child with a context of balance or imbalance.

Keywords: Balance-Imbalance, Workload, Ventilatory Score.

Desarrollo

Desde un punto de vista mecánico cualquier desequilibrio entre la carga que enfrentan los músculos ventilatorios y su capacidad neuromuscular para satisfacer las demandas impuestas por el contexto, podría interpretarse como un análisis poco denso a primera vista ya que estos factores no necesariamente están relacionados. Sin embargo, articulando sus atributos y utilizando un modelo que incorpore las diversas determinantes del suministro, la demanda de energía y la competencia neuromuscular, pareciera configurar una tesis más que razonable para interpretar la carga de trabajo ventilatorio en la medida que se precisen los alcances de las variables involucradas y sus categorizaciones¹.

Si estas variables que inherentes a la clínica por su sintomía fina son sensibles a la captura de los desbalances entre las necesidades ventilatorias y las capacidades neurorespiratorias del paciente, posibilitan una tributación a la toma de decisiones. Se entiende la relevancia que traduce la facultad de conocer estos comportamientos para sostener una ventilación eficiente², tanto a nivel teórico como desde el punto de vista empírico, de ahí que su principal aporte es la demostración de cómo un desequilibrio o desbalance de ellas, expresadas como cargas de trabajo pueden conducir a la detección oportuna de un deterioro o fallo en la función ventilatoria³.

La utilidad del concepto de balance-desbalance como modelo se validó en torno al proceso de destete o *weaning* en las unidades de cuidado crítico pediátrico, pero hubo una derivada colateral que permitió transferir conceptualmente el balance-desbalance de la función ventilatoria hacia una nomenclatura que por medio de tablas o *scores*, se hicieron sensibles a la categorización clinimétrica de la carga de trabajo ventilatorio⁴. Puesto que, a inicios del siglo XX las enfermedades respiratorias en niños eran la principal causa de mortalidad y morbilidad en todo el mundo, los lactantes y principalmente los niños pequeños fueron especialmente favorecidos con la subsidiaridad clasificatoria de estos *scores*. Sea que el espectro de enfermedades fuese desde infecciones agudas hasta enfermedades crónicas no transmisibles, en su totalidad parecían estar aceptablemente representadas por estos modelos de balance-desbalance que se complementaban con los análisis de laboratorio de la ventilación pulmonar, cuyos componentes físicos, orgánicos, fisiológicos y biomecánicos sirvieron y sirven como un adecuado traductor del estado de la funcionalidad ventilatoria⁵.

Bajo esta interpretación conceptual fueron organizándose modelos de análisis cuyo balance-desbalance se representaba por una serie de variables ponderadas desde la normalidad de sus valores hasta la apreciación clínica de sus mayores compromisos. Es decir, por un lado, se establecía una idea representativa del equilibrio o el reposo basal del sistema ventilatorio al cual se le asignaba una condición de normalidad o neutralidad y que según su comportamiento, fuera cualitativo (ausente, sincronizado, sin aporte, no requiere, espontáneo, no presente, etc.) o cuantitativo (\leq ó \geq que un valor de referencia acorde a la edad), confirmaba el *status* del trabajo ventilatorio en balance. Por el otro lado, en la medida que el costo de ventilar sumaba la modificación progresiva de las variables clínicas, se traducían una evidencia en el cambio de su comportamiento cualitativo o cuantitativo que era posible de estimar al incrementar el desbalance de la carga de trabajo ventilatorio.

Así fue como se extendió el uso de estas aplicaciones graduadas y jerarquizadas que orientaban las conductas de intervención según se dieran los perfiles en las cargas de trabajo ventilatorio. Las primeras herramientas apoyadas en criterios estadísticos (sensibilidad/especificidad), para ver su estabilidad y precisión, mientras que posteriormente se analizó la aplicabilidad, la experticia y los niveles de validez que permitieron incorporar cambios y modificaciones para optimizarlas, pero que a la base siempre mantuvieron el modelo original del balance-desbalance. Algunos de ellos fueron creados para valorar la dificultad respiratoria de neonatos, dando cuenta de una tendencia principalmente de cuadros de carácter restrictivo⁶. Los requerimientos específicos y situados como la bronquiolitis fueron abordados por la interpretación valorativa de cuadros mixtos⁷. Mientras que sucesivas modificaciones de la escala de Bierman y Pearson derivaron al conocido *score* de Tal⁸, el cual reforzó un constructo para lactantes que destacó con mayor énfasis el perfil obstructivo de los cuadros virales. Perfil que inclusive llagaron a construir hipótesis comparativas con la escala de Wood Dones modificada por Ferres⁹ para estratificar niveles de gravedad de una particular enfermedad.

Con frecuencia fueron aprovechados con el solo propósito de observar la magnitud cuantitativa de la disfunción ventilatoria sin reparar en la distribución asimétrica del análisis cualitativo de los componentes obstructivos, restrictivos, secretores o mixtos. Las aproximaciones objetivistas, buscaban conocer la magnitud del compromiso ventilatorio y por tal razón el

Tabla 1. Graduación de la Carga de Trabajo Ventilatorio.

Presenta Graduación del Score	0	1	2	3	Puntaje Máximo del Score	N°	Categorización del Score
Silverman-Andersen, (1956).	Si	Si	Si	No	10	3	Sin dificultad respiratoria: 0 Dificultad respiratoria leve: 1-3 Dificultad respiratoria moderada: 4-6 Requiere soporte respiratorio: 7-10
Bierman y Pearson, (1974). Modificada por Tal, (1983).	Si	Si	Si	Si	12	4	Leve: 0-5 Moderado: 6-8 Severo: 9-12
Wood-Downes, (1972). Modificada por Ferres (1988).	Si	Si	Si	Si	14	4	Leve: 1-3 Moderada: 4-7 Grave: 8-14
Wang's, (1992).	Si	Si	Si	Si	12	4	No encontrada
IKCTV, (2000).	Si	Si	Si	Si	27	9	Leve: 0-9 Moderado: 10-14 Severo: > 15

SI: El score presenta ese puntaje; NO: Ausente. Los diferentes scores analizados, ofrecen una graduación para la condición de balance o función ventilatoria normal que se reconoce en la posibilidad de la asignación del puntaje cero (0). Mientras que desde la primera graduación (1) hasta 2 ó 3, se entiende la presencia de un incremento en la carga de trabajo ventilatorio, con las diferentes categorizaciones del desbalance en la función ventilatoria. IKCTV: Índice Kinésico de la Carga de Trabajo Ventilatorio. N°: número de variables. Elaboración Propia.

énfasis estaba dado por la estratificación del valor cuya expresión categorizaba al sujeto evaluado por lo general en compromiso leve, moderado o severo (Tabla 1). Desplegándose protocolizaciones de manejo y conductas terapéuticas normativas por medio de diagramas de flujo que daban cobertura frente a la presión asistencial, más no siempre se atendía a la capacidad discriminativa del score.

Un aspecto más controversial asociado a la versatilidad de los scores, pero no derivado del incremento de la calificación de gravedad dado que ahí son altamente confiables y válidos. Sino que referida a la presentación combinada de las variables o la gradualidad específica en la que pudiesen expresarse cada una de ellas. Condición que con frecuencia se visualiza en cuadros de similar diagnóstico médico donde a pesar de la variabilidad en el compromiso de la carga de trabajo ventilatorio, se opta por reducir el análisis a la sola magnitud de la gravedad, privándose de la rica información que otorga un perfil. Es un hecho asumir que la sumatoria de puntos asignados a través de valores objetivos como la oximetría de pulso, frecuencia ventilatoria, frecuencia cardiaca son de fácil medición y no resulta aleatorio, respecto de otros signos que dependen clínicamente de una mayor subjetividad como la cianosis, el uso de la musculatura accesoria, o la permeabilización de la vía aérea, los cuales exigen una experticia lograda en años

de exploración periférica para su correcta discriminación. Lo que es razón atendible y suficiente para explicar la falta de concordancia entre novatos y expertos en el uso del score.

De esta manera situaciones tales como la presencia variable de sibilancias en los cuadros obstructivos con aumento del tiempo espiratorio que terminaba en quejidos espiratorios o las retracciones infra, sub y supracostales presentes en los compromisos restrictivos que llegaban al aleteo nasal, muchas veces hacían la diferencia para regular los abordajes terapéuticos complementarios. A ello se agregaba la valoración de la cinemática costal con el aumento de la movilidad torácica en inspiración, o la participación del compartimento abdominal que comenzaba en la intensidad de la sincronía bi-compartimental pudiendo alcanzar hasta movimientos abdomino-torácicos de carácter paradójico, se constituyeron en elementos fundamentales para la caracterización y el manejo de la carga de trabajo ventilatorio. Es en esta perspectiva de análisis por medio de la sumatoria ordenada y atingente de las variables constituyentes del balance-desbalance que se vuelve a señalar la necesidad de recurrir a un modelo representativo de análisis para esos contextos (Tabla 2).

Así la categorización del balance-desbalance de la función ventilatoria mediante los fenómenos mecánicos

Tabla 2. Ejercicio de comparación cinemática de la Carga de trabajo Ventilatorio según scores.

SCORE	Fase inspiratoria	Fase espiratoria	Ciclo ventilatorio	Signo sistémico	Asistencias
Silverman-Andersen.	Aleteo Nasal, Tiraje Intercostal, Retracción Externa	Quejido Espiratorio	Disociación Toraco-abdominal	No posee	No considera
Bierman y Pearson modificada por Tal.	Uso musculatura subcostal, Uso musculatura subcostal e Intercostal, Uso musculatura supraesternal, subcostal e Intercostal	Sibilancia al final de la espiración con Fonendoscopio	Sibilancia espiratoria-inspiratoria con fonendoscopio, Sibilancia espiratoria-inspiratoria sin fonendoscopio	Frecuencia Ventilatoria < > a 6 meses, Cianosis peri oral con el llanto, Cianosis peri oral en reposo, Cianosis generalizada en reposo	No considera
Wood-Downes modificada por Ferres.	Entrada de aire, Tiraje Subcostal-Intercostal Inferior, Más Tiraje Supraclavicular + Aleteo Nasal, Más Tiraje Intercostal Inferior + Supraesternal	Sibilancia fin de espiración, Sibilancia toda la espiración	Sibilancia Inspiración + Espiración	Frecuencia Ventilatoria > 30 x' Frecuencia Cardíaca > 120 x' Cianosis	No considera
Wang's.	Solo retracción Intercostal, Retracción Traqueo externo, Retracción severa con Aleteo Nasal	Sibilancia Espiratoria final o con Fonendoscopio, Sibilancia en toda la espiración o audible sin Fonendoscopio	Sibilancia en Inspiración y espiración sin Fonendoscopio	Frecuencia Ventilatoria > 30 x' Condición General	No considera
IKCTV.	Murmullo Pulmonar, Uso musculatura Subcostal, Uso musculatura Subcostal + Supraclavicular, Umbral de la Tos < o Volumen de reserva inspiratorio <	Fase Espiratoria Aumentada, Sibilancia Espiratoria, Fase compresiva o expulsiva <	Uso musculatura accesoria Inspiratoria y Espiratoria, Sibilancia Espiratoria e Inspiratoria	Frecuencia Ventilatoria < y > a 6 meses, Oximetría	Aporte de O2, Dosis de Broncodilatación, Frecuencia de la Permeabilización de la Vía Aérea, Ausencia mecanismo de Tos

La relevancia de una correcta discriminación del compromiso de una variable cinemática en el contexto del aumento de la carga de trabajo, determina decisiones de intervención complementaria de trascendencia para la estabilidad del compromiso de la función ventilatoria. Elaboración Propia.

internos o externos que alteran el movimiento, utiliza traductores; los cuales actúan como sensores de la expresión del movimiento, sean cualitativos o cuantitativos. Bajo el mismo concepto existirán cargas y asistencias cuyo rol será incrementar o disminuir el costo de ventilar. La necesidad de analizar estas variables involucradas en el trabajo ventilatorio bajo un modelo de balance-desbalance proporcionará información adicional que impacta de manera positiva en el paciente, construyendo un tipo de razonamiento particular para el actuar profesional (Figura 1).

Si bien las herramientas o scores de valoración de la carga de trabajo ventilatorio inspirados en los modelos de balance-desbalance poseen una utilidad diagnóstica de la magnitud del compromiso que es indiscutible. Es importante señalar, que las posibilidades emergentes desde la desagregación de los componentes del modelo balance-desbalance bajo un perfil que las agrupe en cargas, traductores y asistencias, proporcionan un recurso adicional complementario de insospechada utilidad no tan solo en el diagnóstico, monitoreo y resultados de las intervenciones. Sino que además en la

Figura 1. Ejemplo de un modelo de análisis en desbalance ventilatorio.

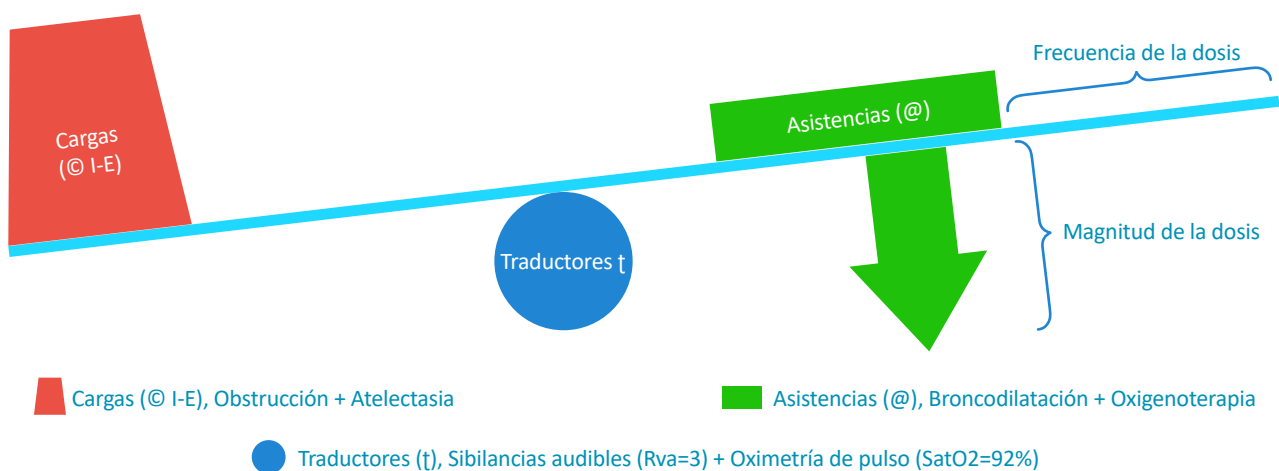


Figura 1. En la imagen de ejemplo se observa una determinada situación específica, que expresa un desbalance donde a pesar de las asistencias @ (Broncodilatación y la oxigenoterapia con sus respectivas dosis) no se logran equilibrar las cargas © (Obstrucción y Atelectasia) dado que los traductores † (sibilancias y oximetría) indican un sistema en desequilibrio. En este contexto un profesional debe valorar las posibilidades de su intervención para revertir el cuadro sin que se tenga que incrementar la cantidad de @. Cabe destacar que tanto la frecuencia de administración como la magnitud de la dosis (llaves), son dimensiones que se articulan con el nivel de las asistencias. Mientras que las cargas a su vez podrían desagregarse en © Internas o © Externas. Elaboración Propia.

Tabla 3. IKCTV: Incorporación de variables Subjetivas y Objetivas bajo el mismo criterio de puntajes incrementales acorde se comporten como una traducción de mayor carga de trabajo para el sistema ventilatorio.

Variables	Índice Kinésico de Carga de Trabajo Ventilatorio en Pediatría			
	Puntaje Asignado			
	0	1	2	3
FV < 6 meses	40	41 - 55	56 – 70	>70
FV > 6 meses	30	31 - 35	36 – 60	>60
Aporte de oxígeno	sin O ₂	22% - 29%	30% - 49%	≥50%
Saturación de O ₂	98 – 100%	95 – 97%	94 – 92%	<91%
Broncodilatación	Sin	Cada 4 – 8 hrs.	Cada 3 o < hrs	Set cada 20 min
Asignación de cuadrantes de Murmullo Pulmonar o Rx-AP de Tórax	Normal (0)	Solo Hiperinflación (1 – 7)	HI+1/3 radio-opaco (8 -14)	HI+ 2/3 radio-opaco (15 -20)
Uso Musculatura accesoria	Sin	Diafragmática y Subcostal	DI+SC+ Supraclavicular	DI+ SC + SPC + Abdominal
Permeabilización de la Vía Aérea	No requiere	Se logra con 2 intentos	Se logra con 3-4 intentos	Requiere 5 o + intentos
Resistencia de la Vía Aérea	Sin	Fase espiratoria >	Sibilancia Espiratoria	Sibilancia Espiratoria+Inspiratoria
Mecanismo de Tos	Espontáneo	Umbral < o VRI <	Fase Compresiva o Expulsiva <	Sin Mecanismo

En negrita se destacan aquellas variables de interés para el análisis de la carga de trabajo ventilatorio bajo el mismo criterio del modelo de balance-desbalance que incorpora aspectos relevantes en el manejo de la función respiratoria del paciente. Abreviaciones= **FV**: Frecuencia Ventilatoria; **O₂**: Oxígeno; **>**: Mayor que; **<**: Menor que; **Rx-AP**: Radiografía antero-posterior; **HI**: Hiperinflación; **DI**: Diafragmática; **SC**: Subcostal; **SPC**: Supraclavicular; **VRI**: Volumen de Reserva Inspiratoria.

incorporación de un mayor número de variables bajo el mismo criterio del balance-desbalance, incrementado la complejidad del análisis y otorgando la posibilidad de una mayor oferta de intervención (Tabla 3) para el equilibrio. Un aspecto adicional al uso informado de los *scores*, es la posibilidad de realizar investigaciones que tengan por objetivo observar el comportamiento del balance-desbalance de la función ventilatoria en el ámbito clínico pediátrico⁹.

De esta manera un *score* enriquecido con variables cinemáticas y que se complemente con toda la experiencia recogida por la asignación de graduaciones derivadas de la variedad de cuadros de predominio obstructivo, restrictivo o secretor, solo puede ampliar el escenario de su aplicabilidad.

Conclusión

La utilidad de los modelos interpretativos se ve puesta en tensión en la medida que estos resuelven problemas, así dependiendo de la clinimetría, asertividad, confiabilidad y validez con que se usen estas herramientas, estaremos en condiciones de reclamar un derecho a configurar un problema bajo un objeto de estudio propio. De esta manera el éxito o fracaso que se demuestre en la operacionalización de la actuación profesional, determinará la necesidad de incrementar la autoregulación de los procedimientos asumidos.

Referencias:

1. T. Vassilakopoulos, S. Zakyntinos, Ch. Rousos. (1996). Respiratory muscles and weaning failure *Eur Respir J*, 1996, 9, 2383–2400 DOI: 10.1183/09031936.96.09112383
2. Laghi, F., Cattapan, S., Jubran, A., Parthasarathy, S., Warshawsky, P., Choi, Y. & Tobin, M. (2003). Is Weaning Failure Caused by low frequency fatigue of the diaphragm? *Am J Respir Crit Care Med.*, 167, 120-127.
3. Mathew, L., Friedman, MD., Mara E. Nitu. (2018). Acute respiratory failure in Children. *Pediatrics Annals*. Vol 47 N° 7: 268-273. doi:10.3928/19382359-20180625-01
4. Escobar Cabello M, Perret A, Guerrero C. A, Gomolán P, Pinochet Urzúa R. (2000) Uso del Índice Kinésico de la Carga de Trabajo Ventilatorio en el Area de Gestión Clínica del niño del Hospital Padre Hurtado. *Kinesiología* [Internet]. [citado el 27 de noviembre de 2022];78–84.
5. Zahr HJ, Ferkol TW. (2014) The global burden of respiratory disease-impact on child health: The Global Burden of Respiratory Disease. *Pediatr Pulmonol* [Internet] 49(5):430–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.23030>

6. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas (2012). *Atenção à saúde do recém-nascido: guia para os profissionais de saúde. Problemas respiratórios, cardiocirculatorios, metabólicos, neurológicos, ortopédicos e dermatológicos*. 2ª ed. v. 3. Brasília: Ministério da Saúde.
7. Wang EE, Milner RA, Navas L, Maj H. (1992) Observer agreement for respiratory signs and oximetry in infants hospitalized with lower respiratory infections. *Am Rev Respir Dis*;145(1):106-9.
8. Tal A, Bavilski C, Yohai D, Bearman JE, Gorodischer R, Moses S. (1983) Dexamethasone and salbutamol in the treatment of acute wheezing in infants. *Pediatrics*; 71(1):13-8.
9. Puerta J. (2018). Utilidad de los scores de severidad para predecir hospitalizaciones en pacientes con SOB en emergencia pediátrica del Hospital Regional de Loreto. Tesis para optar al título profesional de médico cirujano. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. *Facultad de Medicina Humana*. IQUITOS, PERÚ.

Conflicto de Interés

Ninguno

Correspondencia

Email: mescobar@ucm.cl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5780-207X>