

神經調整通氣輔助在新生兒的運用

新光吳火獅紀念醫院 小兒科 蔡立儀 陳怡伶 穆淑琪

前言

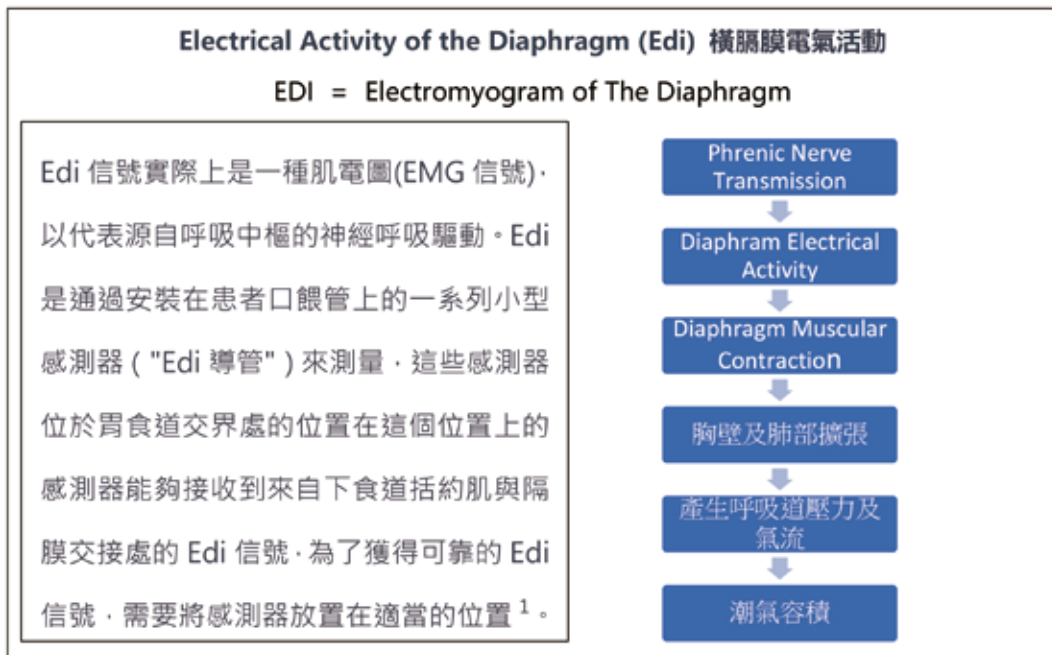
橫膈膜電位導管(electrical activity of the diaphragm, Edi)是一種用於測量橫膈膜肌肉電位的裝置，它通過檢測中樞呼吸輸出的橫膈膜肌肉電位(Edi)波形來提供即時的呼吸活動信息，以監測患者呼吸活動。神經調整通氣輔助(neurally adjusted ventilator assist, NAVA)則是一種新型的神經調控通氣模式，利用監測Edi波形同步調控通氣的時間和通氣量大小，讓病人及機械通氣能有更好的配合。目前健保署於112/7起將橫膈膜電位導管納入健保給付，提供給小於兩歲早產兒，患有支氣管發育不全且符合插管天數大於14天無法拔管的患者。本篇文章將介紹目前神經調整通氣輔助(NAVA)的相關原理及目前在新生兒加護病房照護早產兒的相關運用。

嬰兒呼吸器使用的獨特特點

傳統機械通氣在同步協助和準確監測呼吸驅動方面有些限制，尤其運用在嬰兒中更為挑戰，因嬰兒呼吸潮氣容積小、呼吸頻率高，再加上嬰兒多使用無cuff氣管內管漏氣嚴重，以上嬰兒呼吸生理特性都會影響通氣控制和調整病人與呼吸器同步，而漏氣也會使呼吸頻率監測不可靠。此外，早產兒具有強烈的迷走反射並易呈現中樞呼吸暫停和週期性間歇呼吸，且肺表面張力素缺乏和具有彈性的胸壁，早產兒這些因素，都增加了呼吸器使用的困難。

神經調整通氣輔助的相關原理

Edi波形具有周期性模式，Edi波形上升代表神經性吸氣力量(phasic Edi)，而當波形減少回到基線時代表吸氣後活動(tonic Edi)，每次



呼吸都可以量化達到的最高值 (Edi最大值) 和最低值 (Edi最小值)。此外，監測Edi波形還可正確監測神經呼吸頻率以及中樞呼吸暫停 (平坦的Edi波形)²。

神經調整通氣輔助呼吸器

在NAVA模式中，Edi波形被用作控制信號。當Edi發生閾值變化時 (通常為 $0.5\mu\text{V}$)，呼吸器就會啟動通氣且會根據整個神經吸氣過程中Edi的變化以比例提供輔助壓力。在Edi達到峰值後減少了30%時呼吸器就會結束通氣。因此在NAVA模式下呼吸器可以同步和固定比例的方式提供輔助。

在NAVA使用中，必須由臨床醫生設定NAVA level，NAVA level決定了在吸氣階段期間Edi和呼吸器吸器峰值吸氣壓力 (Peak Inspiratory Pressure, PIP) 之間的比例關係。如呼吸器吸氣壓力目標值為 $10\text{ mm-H}_2\text{O}$ 而Edi為 12 ，NAVA level將設定為 $0.8\text{ mm-H}_2\text{O}/\mu\text{V}$ ($10\text{ mm-H}_2\text{O}/12\text{ }\mu\text{V}$)，隨著病患每次呼吸的神經訊號Edi不同，呼吸器給予的吸氣壓力也隨之調整。此外，吐氣末正壓 (positive end expiratory pressure, PEEP) 和吸入氧濃度 (inspired fraction of oxygen, FiO_2) 由臨床醫生設定。在安全方面，設有壓力限制並在無Edi訊號時 (中樞無呼吸或意外導管拔除) 的情況下提供back-up通氣。多項研究已經證明，在NAVA下，患者自發選擇的峰值吸氣壓和潮氣量比傳統呼吸器低。不論侵襲式或非侵襲式呼吸器，都可以選擇使用NAVA模式²。

神經調整通氣輔助呼吸器在早產兒的研究

在2019年review article中，作者納入了十篇研究，提出NAVA在新生兒上的運用，使用NAVA相較於傳統呼吸模式可以降低呼吸器與病人不同步的頻率，且大多數研究觀察到在使用NAVA時，峰值吸氣壓力 (PIP) 和吸入氧濃度 (FiO_2) 均有所降低³。一些研究還觀察到平均氣道壓力的降低、呼吸工作量的減少以及氣體交換的改善。

2020年一篇retrospective study提出在使用過傳統機械式呼吸器4週後且年齡在PMA 30週 (受孕週數postmenstrual age, PMA) 被確診為支氣管肺發育不全 (bronchopulmonary dysplasia, BPD) 的早產兒，改成使用NAVA的呼吸模式，在四個醫學中心中收集了112位早產兒使用NAVA，NAVA療法在67%的嬰兒中被評估為成功，定義為能夠在較低的呼吸支持下達到呼吸穩定，包括拔管至非侵入性正壓通氣或使用家用呼吸氣器進行支持。此篇研究結論認為NAVA在特定患有BPD的嬰兒中可以安全且有效地使用⁴。

2021年Shetty等作者的研究，收集18名接受NAVA/NIV-NAVA (非侵襲性呼吸器Non-Invasive Ventilation, NIV) 的早產兒的平均出生週數GA: 25.3 wks (Gestational Age)，與36名歷史對照組GA: 25.2 wks 進行比較。在接受NAVA/NIV-NAVA的早產兒組中，拔管失敗率較低 ($p=0.002$); 有較短的侵入性呼吸器使用期間 (median: $30.5\text{ VS. }40.5\text{ days}$, $p=0.046$); 以及有較短的使用侵入性呼吸器加上NIV使用到出

院轉至當地區域醫院的總時間(median:80 VS. 103.5 days, $p=0.026$)。在產生BPD及居家用氧率則兩者沒有顯著差異，此篇研究結果認為對於發展中/已發展成BPD的早產兒，使用結合NAVA/NIV-NAVA相較於傳統的侵入性呼吸模式加上NIV可能有其好處⁵。

2022年台灣的本土前瞻性研究，招募了GA<32wks早產兒，然後隨機分配接受NAVA或conventional intermittent mandatory ventilation(CIMV)支持。結果顯示NAVA組有26名早產兒，CIMV組有27名早產兒。NAVA組的28天時使用補充氧氣的嬰兒明顯較少(人數[百分比]: 12 [46%] vs. 21 [78%], $p = 0.0365$)，而且他們需要的侵入性通氣支持時間明顯較短(CIMV使用天數,平均值(±標準差): 7.73(± 2.39) vs. 17.26(± 3.65), $p = 0.0343$)。此篇研究結果發現與CIMV相比，NAVA似乎允許更快地從侵入性通氣中撤離，並減少支氣管肺發育不良的發生率，特別是對於以肺表面活性劑治療的嚴重呼吸窘迫綜合症的早產兒⁶。

結語

神經調整通氣輔助(NAVA)是一個新的呼吸支持模式，過去的文獻上提供證據可以使用於加護病房中的早產兒，特別是高風險演變成支氣管肺發育不全(BPD)的早產兒，希望能改善呼吸器與早產兒之間通氣的同步性及適切性，提供對於早產兒最佳的呼吸支持，期待進一步能縮短侵入式呼吸器使用時間及住院天數，降低未來產生支氣管肺發育不全的機

率。未來可能需更大型的隨機對照研究來證實NAVA在早產兒呼吸照護上的運用。

參考文獻

1. Aldrich TK, Sinderby C, McKenzie DK, et al: Electrophysiological techniques for the assessment of respiratory muscle function. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166(4): 548–58.
2. Beck J, Sinderby C: Neurally adjusted ventilatory assist in newborns. *Clin Perinatol* 2021; 48(4): 783-811.
3. Kadivar M, Sangsari R, Soltanalian H: Clinical application of neurally adjusted ventilatory assist in neonates with respiratory distress: a systematic review. *J Compr Ped* 2019; 10(2): e62634
4. McKinney RL, Keszler M, Truog WE, et al: Bronchopulmonary dysplasia collaborative. multicenter experience with neurally adjusted ventilatory assist in infants with severe bronchopulmonary dysplasia. *Am J Perinatol*. 2021; 38(S01): e162-6.
5. Shetty S, Evans K, Cornuau P, et al: Neurally adjusted ventilatory assist in very prematurely born infants with evolving/established bronchopulmonary dysplasia. *AJP Rep* 2021; 11(4): e127-31.
6. Fang SJ, Su CH, Liao DL, et al: Neurally adjusted ventilatory assist for rapid weaning in preterm infants. *Pediatr Int* 2023; 65(1): e15360. 