



facciamo il punto su

Migliaro

Ecografia polmonare "High Tech": dagli ultrasuoni agli algoritmi con l'Intelligenza Artificiale

pag. 6

GdS Trasporto Neonatale

Rodriguez Perez, Bellini, Gente, Minghetti, Riso

Ventilatori utilizzati durante il trasporto di emergenza neonatale in Italia: risultati della survey del GdS Trasporto Neonatale, anno 2025

pag. 11

GdS Neonato Chirurgico

Ottaviano, Menzella, Capolupo, Costa

Chilotorace neonatale: quando il sistema linfatico sfida i primi respiri

pag. 15

dalle Regioni/ Puglia-Basilicata

Maffei, Pesce, Schettini

Weaning respiratorio nel neonato

pag. 18

dalle Regioni/ Abruzzo-Molise

Osmelli, Sacrini, Carlone, Carinci, Chiavaroli, Di Credico, Di Valerio

Update sull'iperinsulinismo congenito

pag. 22

LA GESTIONE DEL LATTANTE CRITICO O AD ALTO RISCHIO IN TERAPIA INTENSIVA NEONATALE: IL FUTURO È OGGI?

Decembrino, Pozzi, Spagnuolo, Fedeli, Mallamace, Tiralongo, Gitto, Biban

pag. 3



PRESIDENTE
Massimo Agnoli
PROVVEDENTE
Roberto Di Girolamo

XXXII CONGRESSO NAZIONALE
SOCIETÀ ITALIANA DI
NEONATOLOGIA

VIII CONGRESSO NAZIONALE
SOCIETÀ ITALIANA DI NEONATOLOGIA
INFERMIERISTICA



Fiera del Levante
Bari

28 - 30 Ottobre
2026



SIN
Società Italiana di
Neonatologia

PRESIDENTE
Massimo Agosti

PROVIDER N.° 556

XXXII CONGRESSO NAZIONALE SOCIETÀ ITALIANA DI NEONATOLOGIA

VIII CONGRESSO NAZIONALE
SOCIETÀ ITALIANA DI NEONATOLOGIA
INFERMIERISTICA



Fiera del Levante
Bari

28 - 30 Ottobre
2026

LA GESTIONE DEL LATTANTE CRITICO O AD ALTO RISCHIO IN TERAPIA INTENSIVA NEONATALE: IL FUTURO È OGGI?



Ninni Decembrino¹
Nicola Pozzi²
Ferdinando Spagnuolo³
Tiziana Fedeli⁴
Raffaella Mallamace⁵
Venera Tiralongo⁵
Eloisa Gitto⁵
Paolo Biban⁶

¹Terapia Intensiva Neonatale, A.O.U. Policlinico "G. Rodolico-San Marco", Catania

²Terapia Intensiva Neonatale, A.O. San Pio, Benevento

³Terapia Intensiva Neonatale, A.O.U. "Luigi Vanvitelli", Napoli

⁴Terapia Intensiva Neonatale, Fondazione Monza e Brianza per il Bambino e la sua Mamma, ASST Monza

⁵Terapia Intensiva Neonatale e Pediatrica, A.O.U. "G. Martino", Messina

⁶Terapia Intensiva Pediatrica, Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona

È ampiamente riconosciuto che il ricovero di bambini critici in reparti di rianimazione dell'adulto non costituisca la soluzione ideale. I bambini non sono piccoli adulti, presentando peculiarità tipiche dell'età evolutiva, sia in termini di patologie specifiche, sia di risposta ai vari interventi terapeutici. Tali caratteristiche richiedono una gestione personalizzata e ad alta specializzazione, elargibile in maniera ottimale da operatori con competenze specifiche e routinariamente coinvolti clinicamente su questi pazienti. In effetti, vari dati

di letteratura dimostrano che i bambini critici ricoverati nei reparti di Terapia Intensiva Pediatrica (TIP) ricevono una qualità di cure più elevata, hanno esiti migliori e una mortalità più bassa, rispetto a quelli ricoverati nelle terapie intensive dell'adulto¹⁻³. Il modello di gestione ottimale consisterebbe nella centralizzazione dei bambini con necessità di cure intensive in TIP a medio-alto volume di attività, prevedendo un sistema di trasporto dedicato

al bambino critico, che ne consenta la stabilizzazione nel centro spoke e un trasferimento in sicurezza al centro di riferimento⁴⁻⁶. Ciononostante, ancora oggi sono troppo pochi gli ospedali in Italia in cui è possibile accogliere adeguatamente un bambino critico, con distribuzione disomogenea dei reparti di TIP lungo la penisola. Come riportato su *Lancet*⁷ da alcuni colleghi affiliati alla SARNePI (Società di

continua a pag. 4 >>

segue da pag. 3

Anestesia e Rianimazione Neonatale e Pediatrica Italiana), in Italia i posti letto di TIP sono solo 273 per una popolazione di 9.788.622 bambini di età 1-18 anni, equivalenti ad 1 letto ogni 35.856 pazienti, ben lontano dagli standard raccomandati dall'UE di 1 letto ogni 20.000-30.000 bambini. La carenza di posti letto di TIP è del 2.2% al nord, del 42.3% al centro e del 67.3% al sud e isole, con la Sardegna addirittura priva di posti letto di TIP, creando disparità di assistenza tra le diverse regioni e difficoltà di trasferimento dei bambini critici (Figura 1).

Ogni anno in Italia vengono ricoverati in TIP oltre 8.500 bambini per cure intensive mediche, post-chirurgiche e traumi. Questi dati sottostimano però il numero dei bambini critici realmente ricoverati negli ospedali, poiché ad oggi circa 1 bambino su 4 è ricoverato in strutture dedicate a pazienti adulti (circa l'85% dei pazienti tra 15 e 17 anni è ricoverato in condizioni di promiscuità con adulti e anziani) o, impropriamente, in reparti di Pediatria generale o in alcune Terapie Intensive Neonatali (TIN). Auspicabilmente, l'imminente introduzione di un codice ministeriale per la disciplina che prevede l'istituzione di posti letto

dedicati di Terapia Intensiva Pediatrica potrà migliorare la situazione attuale in un prossimo futuro.

Nel frattempo, da anni la SIN sta attenzionando questa problematica, in quanto la carenza di posti letto TIP ha spesso comportato un forte impatto assistenziale su alcune TIN italiane, specie nei periodi epidemici e nelle stagioni con più alta incidenza di patologie respiratorie e non solo. Tale fenomeno è legato sia alla maggiore e più uniforme distribuzione delle TIN rispetto alle TIP sul territorio nazionale (118 TIN e 26 TIP), sia al fatto che una quota rilevante dei ricoveri in TIP è rappresentato da lattanti con patologie acute o patologie croniche insorte nel periodo perinatale, grazie anche all'aumentata sopravvivenza di bambini affetti da BPD, patologie neurologiche secondarie ad asfissia perinatale e/o prematurità, malformazioni congenite, spesso con necessità di presidi e tecnologie di supporto delle funzioni vitali⁸⁻¹⁰. Alcuni di questi lattanti, medicalmente complessi e con un maggior rischio di mortalità, vengono trasferiti direttamente dalla TIN alla TIP, spesso dopo degenze prolungate^{8,11,12}. In altri casi, i lattanti complessi possono presentare quadri di riacutizzazione o altre

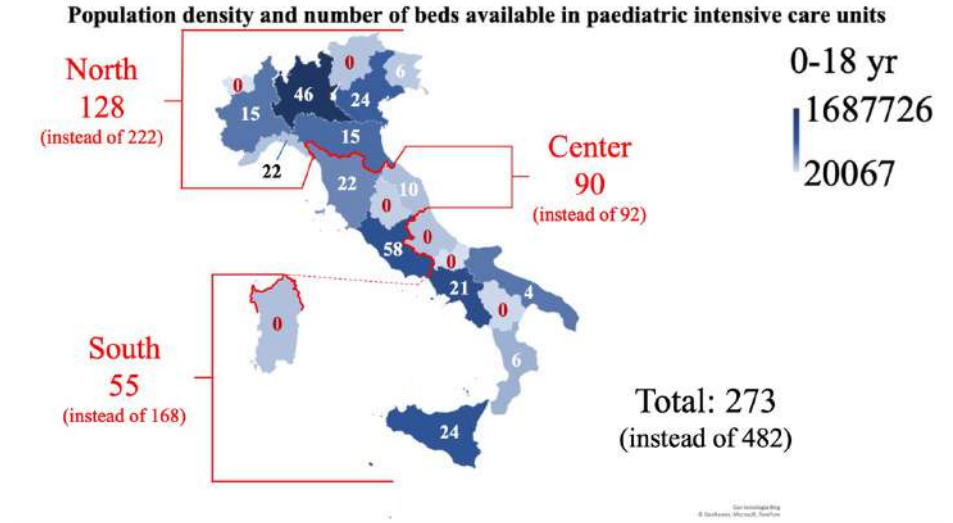


Figura 1. Numero di posti letto di Terapia Intensiva Pediatrica in Italia
Lancet 2023 doi:10.1016/S0140-6736(23)01791-9

patologie con necessità di cure intensive, ben dopo la dimissione e, in caso di carenza di posti letto TIP, alcune TIN possono essere chiamate a dare una risposta assistenziale. Nonostante alcune condizioni possano essere già "familiari" ai medici ed infermieri delle TIN, numerose patologie presentate da lattanti medicalmente complessi, oltre che da lattanti precedentemente sani, possono richiedere ai neonatologi competenze proprie dell'intensivista pediatrico. Per tale motivo la SIN ha costituito un gruppo di studio dedicato ad approfondire e diffondere tra i neonatologi le conoscenze e le skills necessarie alla cura del lattante critico (GdS

Terapia Intensiva della Prima Infanzia-TIPI)¹³. Tra le diverse attività, il GdS-TIPI ha monitorato nel tempo il numero di lattanti ricoverati in TIN. Alla prima survey condotta nell'anno solare 2019 hanno risposto l'86% delle TIN intervistate. Il 79% delle TIN aveva ricoverato o gestito bambini di età superiore ai 30 giorni di vita e/o le 44 settimane di età post-concezionale. Dato analogo è stato confermato da un update relativo al tasso di ricovero per bronchiolite da VRS nell'anno 2021¹⁴. Da questo lavoro è emersa la dispersione di questi lattanti nelle varie TIN, indipendentemente dalla dimensione della stessa (il 54% sono ricoverati in TIN con <5 posti letto) e dalla collocazione geografica, a conferma che in particolari momenti epidemici, la necessità di ricovero, e quindi di posti letto in TIP, cresce ben oltre la disponibilità abituale. Nasce dunque un problema di competenze, poiché il 40% delle TIN ricovera tra 1 e 10 lattanti/anno, un numero insufficiente per l'acquisizione e il mantenimento delle skills necessarie per garantire un'adeguata qualità di cure.

Tra le soluzioni possibili

per sopperire alla carenza di posti letto in TIP, la proposta della SIN, in parte già operativa, è quella di un modello ibrido che prevede l'individuazione di TIN allargate alla gestione del lattante/bambino critico, collocate in macro-aree territoriali secondo bacino di popolazione, specie nelle zone con carenza di posti letto di TIP, selezionandole per competenze e disponibilità di ultra-specialità (es. disponibilità di chirurgia e/o cardiocirurgia e/o neurochirurgia pediatrica) (Figura 2)¹⁵.

Questo modello di cure miste, in cui a reparti esclusivi di TIP e di TIN si affiancano reparti misti di TIN allargate, è già presente in Paesi come Germania, Francia e Spagna, che hanno una territorialità e una popolazione simile alla nostra. Altri Paesi, invece, come Olanda, Svizzera e Israele, mantengono una netta separazione tra TIP e TIN. Nel modello proposto dalla SIN i lattanti critici complessi potrebbero essere gestiti in continuità da neonatologi che ben conoscono la patologia da cui sono affetti, mentre i lattanti critici precedentemente sani sarebbero assistiti da medici ed infermieri altamente spe-

La nostra proposta organizzativo-assistenziale

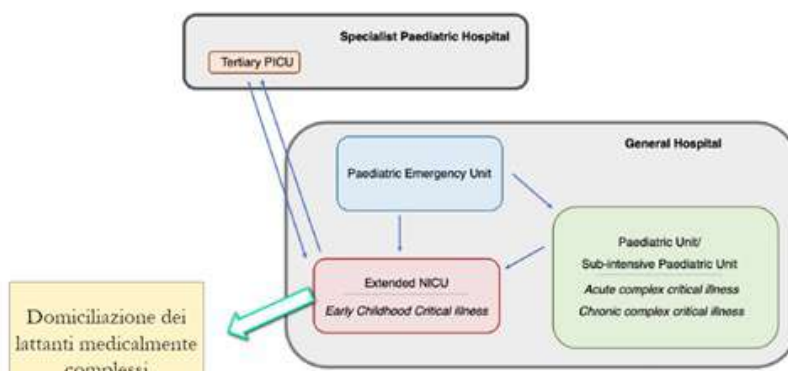


Figura 2. Il modello della TIN allargata proposto dal GdS TIPI
Eur J Ped 2022 doi:10.1007/s00431-021-04349-9

cializzati e con familiarità nella gestione delle apparecchiature, dei sistemi di monitoraggio, degli accessi vascolari, dei presidi per la ventilazione meccanica invasiva e non invasiva, delle terapie farmacologiche, e così via. Inoltre, tale modello organizzativo potrebbe mantenere un tasso sostenibile di occupazione dei posti letto in TIP, utile qualora si rendesse necessario ampliarne improvvisamente la dotazione in situazioni di emergenza (nuove ondate pandemiche come quella recente da COVID-19, o per epidemie da virus respiratori)¹⁶.

La TIN allargata richiede un percorso formativo ad hoc sulle cure intensive pediatriche, focalizzato sulla prima infanzia, allo stesso tempo individuando criteri stringenti di tipo tecnico, assistenziale ed organizzativo¹⁷. A tale scopo il GdS-TIPI sta progettando uno studio prospettico multicentrico con l'obiettivo di raccogliere dati certi sulla prevalenza di ricoveri di lattanti nelle TIN italiane e sul fabbisogno strutturale e formativo del personale medico ed infermieristico. Tali informazioni potranno supportare il decisore pubblico nell'individuazione dei centri dove realizzare le TIN allargate su base regionale, definendo i criteri di ricovero e l'organizzazione interna, realizzando un sistema di centralizzazione con trasporto pediatrico dedicato, in stretta collaborazione con i centri TIP già operativi.

Tenendo conto anche dell'attuale quadro demografico, siamo convinti che

questo modello rappresenti non solo una opportunità, ma una necessità di riorganizzazione del sistema assistenziale pediatrico, a tutto vantaggio dei pazienti più piccoli e vulnerabili.

Bibliografia

1. Cogo PE, Poole D, Codazzi D, et al. Outcome of children admitted to adult intensive care units in Italy between 2003 and 2007. *Intensive Care Med.* 2010;36(8):1403-1409. doi:10.1007/s00134-010-1914-5.
2. Peltoniemi OM, Rautiainen P, Kataja J, Alakokko T. Pediatric Intensive Care in PICUs and Adult ICUs: A 2-Year Cohort Study in Finland. *Pediatric Critical Care Medicine.* 2016;17(2):e43-e49. doi:10.1097/PCC.0000000000000587.
3. Larsson Viksten J, Engeström L, Steinvall I, et al. Children aged 0-16 admitted to Swedish intensive care units and paediatric intensive care units showed low mortality rates. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics.* 2019;108(8):1460-1466. doi:10.1111/apa.14708.
4. Harrison A, Rowan KM, Ramnarayan P, et al. Articles Effect of specialist retrieval teams on outcomes in children admitted to paediatric intensive care units in England and Wales: a

retrospective cohort study. *Lancet.* 2010;376:698-704. doi:10.1016/S0140.

5. Tilford JM, Simpson PM, Green JW, Lensing S, Fiser DH. Volume-Outcome Relationships in Pediatric Intensive Care Units. Vol 106; 2000. <http://pediatrics.aapublications.org/Downloadedfrom>.

6. Marcin JP, Song J, Leigh JP. The impact of pediatric intensive care unit volume on mortality: A hierarchical instrumental variable analysis. *Pediatric Critical Care Medicine.* 2005;6(2):136-141. doi:10.1097/01.PCC.0000154962.73861.66.

7. Minardi C, Conti G, Moscatelli A, Tesoro S, Bussolin L. Shortage of paediatric intensive care unit beds in Italy. *The Lancet.Elsevier B.V.* 2023;402(10412):1525. doi:10.1016/S0140-6736(23)01791-9.

8. O'Brien S, Nadel S, Almosawi O, Inwald DP. The Impact of Chronic Health Conditions on Length of Stay and Mortality in a General PICU. *Pediatric Critical Care Medicine.* 2017;18(1):1-7. doi:10.1097/PCC.0000000000000976.

9. Edwards JD, Houtrow AJ, Vasilevskis EE, et al. Chronic conditions among children admitted to U.S. pediatric intensive care units: Their prevalence and impact on risk for mortality and prolon-

ged length of stay. *Crit Care Med.* 2012;40(7):2196-2203. doi:10.1097/CCM.0b013e31824e68cf.

10. Van Hasselt TJ, Webster K, Gale C, Draper ES, Seaton SE. Children born preterm admitted to paediatric intensive care for bronchiolitis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatrics.* 2023;23(1). doi:10.1186/s12887-023-04150-7.

11. Mahdally S, Krawiec C. Neonatal Intensive Care Unit to Pediatric Intensive Care Unit Transfers: A Critical Juncture in the Trajectory of Neonatal Critical Illness. *Journal of Pediatrics: Clinical Practice.Elsevier Inc.* 2025;17. doi:10.1016/j.jpeds.2025.200162.

12. Cohen PD, Gontasz MM, Bernier M, et al. Intrafacility Neonatal Intensive Care Unit to Pediatric Intensive Care Unit Transfer in the United States: A Pediatric Health Information Systems Registry Study. *Journal of Pediatrics: Clinical Practice.* 2025;17. doi:10.1016/j.jpeds.2025.200154.

13. Pozzi N, D'Angelo G, Gitto E. Why is "early childhood intensive care" an Italian association of neonatology study group? *Ital J Pediatr.* 2019;45(1). doi:10.1186/s13052-019-0626-x.

14. Decembrino N, Leonardi R, Fedeli T, et al. Admission rate for bronchiolitis of new-

borns and infants in Italian neonatal intensive care units in 2021: a survey of the Italian Society of Neonatology - Intensive Care of Early Childhood Study Group. *Ital J Pediatr.* 2025;51(1). doi:10.1186/s13052-025-01977-x.

15. Pozzi N, Cogo P, Moretti C, et al. The care of critically ill infants and toddlers in neonatal intensive care units across Italy and Europe: our proposal for healthcare organization. *Eur J Pediatr.* Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. 2022;181(4):1385-1393. doi:10.1007/s00431-021-04349-9.

16. Decembrino N, Gitto E, Fedeli T, et al. Where PICU Beds Are Lacking, the Model of "Extended NICU" May Help to Treat Infants and Small Toddlers Who Are Critically Ill, Even During the COVID-19 Pandemic. *Chest.Elsevier Inc.* 2022;162(5):e289-e290. doi:10.1016/j.chest.2022.07.022.

17. Biban P, Spaggiari S. "Cohabitation" between NICU and PICU. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine.* 2011;24(sup1):91-93. doi:10.3109/14767058.2011.607561.

proteggersi dagli interferenti endocrini

la SIN sostiene il Progetto Europeo LIFE MILCH

clicca qui e scarica il materiale della campagna di prevenzione

[clicca qui](#)



ECOGRAFIA POLMONARE "HIGH TECH": DAGLI ULTRASUONI AGLI ALGORITMI CON L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE



Fiorella Migliaro
U.O.C. di Neonatologia e
Terapia Intensiva Neonatale,
Azienda Ospedaliera
Universitaria Federico II di
Napoli

L'introduzione dell'Intelligenza Artificiale (IA) in ambito medico ha subito un'enorme implementazione negli ultimi 5 anni e

le sue applicazioni riguardano soprattutto la diagnostica per immagini e la chirurgia robotica nella popolazione adulta. Nel panorama della diagnostica per immagini del neonato sicuramente l'ecografia polmonare (LU) si è affermata in modo crescente come strumento "point-of-care" ed è sempre più utilizzata al

posto della radiografia del torace, avendo l'enorme vantaggio di fornire immagini in tempo reale, senza l'esposizione a radiazioni ionizzanti. L'IA nell'ambito della LU potrebbe supportare sia l'acquisizione che l'interpretazione delle immagini, riducendo la dipendenza dall'esperienza dell'operatore e aumentando l'accuratezza

diagnostica, con un potenziale impatto sull'espansione dell'uso della LU in contesti con risorse limitate.

Le parole chiave dell'IA

L'IA sta ridefinendo le conoscenze necessarie per i professionisti sanitari, creando un'interessante fusione tra le "tradizionali" competenze cliniche e le "nuove" capacità digitali. Questo

processo parte dal prendere confidenza con il linguaggio dell'IA.

Features: sono le caratteristiche quantitative estratte dal "frame" (singola immagine statica in una sequenza video) e possono essere tradotte in numeri; esse vanno dalle più semplici

segue da pag. 6

basate sull'intensità dei pixels, a quelle più complesse legate alla forma o alle caratteristiche di texture o trama¹.

Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL):

sono i modelli che combinano le features estratte dalle immagini per generare algoritmi in grado di interpretarle. Questi algoritmi vengono "allenati" con dati di input già categorizzati (per esempio una serie di immagini che sono già state etichettate con la relativa patologia), per poi riuscire a riconoscere quella patologia anche su immagini nuove che l'algoritmo non ha mai "visto". Gli algoritmi imparano dagli esempi forniti imitando i processi di apprendimento umano e migliorando l'accuratezza nel tempo attraverso l'esperienza. Il DL, sottocategoria del ML, utilizza reti neurali profonde quali le reti neurali convoluzionali (CNN) utilizzate nell'analisi di immagini mediche, le reti neurali ricorrenti (RNN) e le Long Short-Term Memory (LSTM), che sono ottimizzate per l'analisi di sequenze temporali^{2,3}.

L'analisi delle scansioni ecografiche da parte dell'IA viene applicata ai video acquisiti sia in modalità *Brightness (B-mode)* che in *Motion-mode (M-mode)*, ottenendo così una enorme quantità di dati che possono essere elaborati dagli algoritmi per superare così i limiti dell'occhio umano. La tecnologia è ora pronta per la validazione clinica dei diversi algoritmi di IA e gli studi pubblicati sul neonato hanno mostrato risultati incoraggianti in termini di accuratezza diagnostica.

Il primo studio di tipo monocentrico condotto da Raimondi⁴ e collabo-

ratori su 75 neonati ha dimostrato l'alto grado di concordanza tra modello di ML e operatore esperto nel classificare il grado di insufficienza respiratoria. L'ampliamento del *database* su base multicentrica e la nuova analisi eseguita nel successivo studio di Gravina⁵ e collaboratori utilizzando un modello di DL, hanno dato risultati anche migliori. Perri⁶ e collaboratori hanno pubblicato i buoni risultati di un algoritmo di DL capace di predire la necessità di assistenza respiratoria (nCPAP) e di prevedere la terapia con surfattante in maniera paragonabile a quanto accadeva per lo score attribuito dal clinico esperto. Fatima⁷ e collaboratori hanno, invece, studiato due diverse strategie di DL per l'assegnazione automatizzata dei punteggi dello score ecografico, utilizzando video o *frame* derivanti da scansioni ecografiche di 34 neonati affetti da patologia respiratoria, che sono stati confrontati poi con i punteggi attribuiti da operatori esperti.

L'implementazione dei sistemi di IA integrati ci pone davanti prove impegnative: dalla verifica clinica alla gestione dei cambiamenti organizzativi legati all'integrazione tecnologica, per non dimenticare gli aspetti della sicurezza e della formazione. È necessaria la collaborazione tra varie figure professionali quali medici, infermieri, ingegneri informatici, ma anche amministratori delle strutture ospedaliere, responsabili della formazione e gli enti regolatori. Di particolare rilevanza saranno la nuova regolamentazione delle responsabilità medico-legali nell'era digitale e quella degli aspetti etici volti a garantire il rispetto dei diritti dei pazienti, della *privacy* dei dati e dei princi-

pi fondamentali della pratica medica.

La sfida principale consisterà nel governare un processo tecnologico in rapidissima evoluzione, senza che interferisca nel rapporto medico-paziente.

Bibliografia

1. Reddy S, Rogers W, Mäkinen VP, Coiera E, Brown P, Wenzel M et al (2021). *Evaluation framework to guide implementation of AI systems into healthcare settings. BMJ health & care informatics*, 28(1).
2. Tonni G, Grisolia G. (2023). *Simulator, machine learning, and artificial intelligence: Time has come to assist prenatal ultrasound diagnosis. Journal of Clinical Ultrasound*, 51(7), 1164-1165.
3. Shiferaw KB, Roloff M,

Waltemath D, Zeleke AA. (2023). *Guidelines and standard frameworks for AI in medicine: protocol for a systematic literature review. JMIR Research Protocols*, 12(1), e47105.

4. Raimondi F. et al. (2018). *Visual assessment versus computer-assisted gray scale analysis in the ultrasound evaluation of neonatal respiratory status. PLoSOne* 13, (2018).

5. Gravina, M. et al. (2020). *Deep learning in the ultrasound evaluation of neonatal respiratory status. Proceedings International Conference on Pattern Recognition* 10493- 10499 doi:10.1109/ICPR48806.2021.9412732.

6. Perri A, Sbordone A, Patti ML, Nobile S, Tirone C, Giordano L, Tana M, D'Andrea V, Priolo F, Serrao F, Riccardi

R, Prontera G, Lenkovicz J, Boldrini L, Vento G. (2023). *The future of neonatal lung ultrasound: Validation of an artificial intelligence model for interpreting lung scans. A multicentre prospective diagnostic study. Pediatric Pulmonology*. 2023; 58:2610-2618.

7. Fatima N, Khan U, Xi Han, Zannin E, Rigotti C, Cattaneo F, Dognini G, Ventura ML, Demi L. (2024). *Deep learning approaches for automated classification of neonatal lung ultrasound with assessment of human-to-AI inter-rater agreement. Computers in Biology and Medicine* 183, 109315.

SAVE the DATE

XXVI UPDATE DI NEONATOLOGIA

FIRENZE, 21-22 maggio 2026
Grand Hotel Mediterraneo

22 maggio 2026
Workshop
LE INFEZIONI NEONATALI
Tra evidenze e nuove strategie

un evento organizzato da **BioMedia**
La Conoscenza Alimenta

● [clicca qui per il programma completo](#)

CALL FOR ABSTRACT



PRESIDENTE
Massimo Agosti

PROVIDER N.° 556

XXXII CONGRESSO NAZIONALE SOCIETÀ ITALIANA DI NEONATOLOGIA

VIII CONGRESSO NAZIONALE
SOCIETÀ ITALIANA DI NEONATOLOGIA
INFERMIERISTICA

INVIA IL TUO ABSTRACT
NON PERDERE QUESTA OPPORTUNITÀ!



Fiera del Levante
Bari

28 - 30 Ottobre
2026

● [clicca qui](#)



MAI SOTTOVALUTARE UN CEFALOEMATOMA

Dall'errore alla conoscenza: sicurezza clinica e vulnerabilità organizzative nei centri di primo livello

Tonia Palmara
Patrizia Garzia
Stefano Rizzollo
Francesco M. Risso

per il GdS Rischio Clinico e Simulazione ad Alta Fedeltà

Introduzione

"*To err is human*" non è un alibi, ma un presupposto culturale. Nel governo del rischio clinico questa affermazione ricorda che l'errore è una possibilità intrinseca dei sistemi complessi e che solo la sua analisi strutturata consente un reale miglioramento della sicurezza delle cure.

In continuità con i precedenti contributi della rubrica "*Sarà capitato anche a voi*", presentiamo un caso verificatosi in un punto nascita di primo livello, in cui un evento apparentemente benigno si è rivelato espressione di una condizione clinica potenzialmente grave. Il caso consente di riflettere non solo sugli aspetti clinici, ma anche sulle criticità organizzative dei centri *spoke* e sull'importanza dell'integrazione con i centri *HUB*.

Descrizione dell'evento

Una neonata a termine nasce da gravidanza fisiologica e parto eutoci-

co, con buon adattamento alla vita extrauterina. A circa 24 ore di vita, in seguito a una caduta accidentale dalle braccia del padre, viene evidenziato un cefaloematoma in sede parieto-occipitale.

La neonata viene ricoverata presso il Nido e sottoposta a monitoraggio clinico. Le condizioni generali risultano buone, con parametri vitali stabili e comportamento adeguato. Viene eseguita un'ecografia transfontanellare che non evidenzia alterazioni significative.

Alla luce del quadro clinico rassicurante e dell'esame strumentale nei limiti, viene adottato un atteggiamento di osservazione. Tuttavia, il giorno successivo, in occasione di una rivalutazione da parte di un neonatologo proveniente dal centro *HUB*, viene sollevato il sospetto di una frattura cranica.

Si decide pertanto di attivare il trasporto neonatale (STEN) e trasferire la paziente presso il centro *HUB*, dove una TAC encefalo documenta la presenza di un esteso ematoma epidurale con effetto compressivo sul parenchima cerebrale, rendendo necessario un intervento neurochirurgico urgente.

L'evento può essere classificato come evento avverso con riconoscimento tardivo, caratterizzato da un elevato potenziale di danno (Tabella 1).

Analisi delle cause superficiali e profonde

L'analisi dell'evento evidenzia come l'accaduto non sia riconducibile a una singola azione, ma a una combinazione di fattori prossimali e latenti, sia di natura clinica che organizzativa.

Cause superficiali (fattori prossimali):
- Sottovalutazione iniziale del trauma cranico
- Affidamento al buon quadro clinico generale
- Interpretazione rassi-

curante dell'ecografia iniziale

- Ritardo nell'esecuzione di approfondimenti diagnostici
- Errore cognitivo di fissazione (ancoraggio al primo giudizio clinico).

Cause profonde (fattori di sistema):

- Limiti strutturali dei centri *spoke* di primo livello
- Carenza di personale medico e infermieristico
- Assenza di protocolli condivisi per il trauma cranico neonatale
- Mancanza di criteri chiari per *escalation* diagnostica
- Integrazione *HUB-spoke* non strutturata
- Affidamento prevalente

all'esperienza individuale (Tabella 2).

Breve RCA dell'accaduto

L'analisi secondo i principi della *Root Cause Analysis* evidenzia come l'evento sia il risultato di una concatenazione di fattori, piuttosto che di un singolo errore individuale.

Catena causale:

1. Trauma cranico neonatale
2. Apparente stabilità clinica
3. Sottostima del rischio
4. Mancata *escalation* diagnostica precoce
5. Diagnosi tardiva di ematoma epidurale (Tabella 3).

continua a pag. 10 >>

Tipo evento	Evento avverso con riconoscimento tardivo
Evento iniziale	Trauma cranico con cefaloematoma
Evento evolutivo	Ematoma epidurale
Rischio	Danno neurologico grave
Gravità potenziale	Elevata

Tabella 1. Classificazione dell'evento

Cause superficiali	Cause profonde
Sottovalutazione; fissazione; ritardo diagnostico	Limiti <i>spoke</i> ; protocolli; personale; integrazione <i>HUB</i>

Tabella 2. Cause superficiali e profonde

Fattore	Ruolo
Errore cognitivo + assenza protocolli	Vulnerabilità sistemica

Tabella 3. Sintesi RCA



sarà capitato anche a voi

segue da pag. 9

Action plan e proposta indicatori

Azioni correttive immediate:

- Rivalutazione clinica tempestiva
- Attivazione STEN
- Trasferimento presso centro HUB.

Azioni strutturali:

- Definizione di protocolli condivisi per trauma cra-

nico neonatale

- Criteri chiari per *imaging* e trasferimento
- Rafforzamento integrazione HUB-spoke
- Standardizzazione delle competenze minime nei punti nascita.

Azioni formative:

- Formazione sui bias cognitivi
- *Training* sul trauma neonatale
- Promozione cultura *no-blame* (Tabella 4).

Area	Azioni	Indicatori
Clinica	Protocolli trauma cranico	Tempo diagnosi
Organizzazione	Integrazione HUB-spoke	Trasferimenti tardivi
Formazione	<i>Training</i> bias cognitivi	% personale formato
Sicurezza	Audit periodici	Eventi avversi

Tabella 4. Action plan e indicatori

Conclusioni

Questo caso dimostra come un evento apparentemente benigno possa nascondere condizioni cliniche gravi e come l'errore sia spesso espressione di vulnerabi-

lità sistemiche.

Nei centri di primo livello, la sicurezza del paziente deve essere supportata da protocolli chiari, integrazione con i centri HUB e formazione continua.

Promuovere una cul-

tura *no-blame* significa trasformare l'errore in occasione di apprendimento.

Perché, ancora una volta, dagli errori si può — e si deve — migliorare.



"*To err is human*" è una frase che conosciamo bene nel mondo del rischio clinico. Non nasce per giustificare gli errori, ma per ricordarci che il vero fallimento è non imparare da essi.

Questa rubrica nasce proprio con questo spirito: condividere eventi avversi, *near miss* e criticità organizzative, affinché diventino occasioni di crescita per tutta la comunità neonatologica.

Ogni episodio è riportato in forma anonima, seguendo lo schema delle RCA (*Root Cause Analysis*) previsto dalle linee guida ministeriali, con l'obiettivo di valorizzare il potenziale formativo dell'errore e consolidare una cultura "*no blame*", orientata al miglioramento continuo.

Se hai un caso da segnalare, che potrebbe essere trattato in uno dei prossimi numeri e condiviso con la nostra comunità neonatologica, scrivi a: francesco.risso@asst-spedalivicivili.it; dott.stefano.rizzollo@gmail.com; patrizia.garzia@asst-settelaghi.it.

I PRIMI SEI ANNI DI VITA

Il Follow-up del Neonato PRETERMINE

A CURA DI

Francesca Gallini
Monica Fumagalli
Domenico M. Romeo

LEGGI DI PIÙ



GdS Trasporto Neonatale

VENTILATORI UTILIZZATI DURANTE IL TRASPORTO DI EMERGENZA NEONATALE IN ITALIA: RISULTATI DELLA SURVEY DEL GDS TRASPORTO NEONATALE, ANNO 2025

Carmen Rodriguez Perez¹
Carlo Bellini²
Maurizio Gente³
Diego Minghetti²
Francesco Maria Risso¹

¹SC Neonatologia e Terapia Intensiva Neonatale, Ospedale dei Bambini, ASST Spedali Civili, Brescia

²Terapia Intensiva Neonatale, Dipartimento della Madre e del Bambino, IRCCS Giannina Gaslini, Genova

³Servizio di Trasporto di Emergenza Neonatale, Dipartimento di Emergenza 118 della Regione Lazio, Roma

per il GdS Trasporto Neonatale della Società Italiana di Neonatologia

Il servizio di trasporto di emergenza neonatale (STEN) è una pratica consolidata in molti paesi occidentali, supportata da quadri normativi e linee guida, in particolare per la gestione del distress respiratorio¹⁻⁵. Nonostante la scarsità di dati precisi, si stima che circa un terzo dei neonati trasportati necessiti di assistenza ventilatoria⁶⁻⁷. La fornitura di un supporto respiratorio efficace e

appropriato è cruciale, poiché il trasporto stesso può rappresentare un fattore di rischio aggiuntivo per esiti avversi a breve e a lungo termine nei neonati critici⁸.

L'obiettivo di questa indagine, condotta dal Gruppo di Studio di Trasporto Neonatale della Società Italiana di Neonatologia, è fornire informazioni precise sui ventilatori attualmente in uso nel trasporto neonatale in Italia. I risultati mirano a guidare e supportare futuri miglio-

ramenti nella qualità dell'assistenza respiratoria di emergenza in ambito neonatale.

Materiali e Metodi

La survey si è svolta nel mese di gennaio 2025, con un questionario conciso composto da 3 domande chiave ed è stato inviato tramite e-mail ai direttori dei 55 STEN italiani attivi.

Le domande principali riguardavano:

1. Quali modelli di ventilatore sono utilizzati?
2. Quanti ventilatori sono

montati su ciascuna incubatrice di trasporto in uso?

3. Quante incubatrici di trasporto sono attualmente in uso nel vostro STEN?

Alle ultime due domande è stata aggiunta un'ulteriore richiesta specifica circa la possibilità di trasportare gemelli simultaneamente. La raccolta dati è stata perfezionata tramite contatto telefonico personale con i direttori degli STEN, per garantire l'accuratezza e la

chiarezza delle risposte. È stato confermato che tutte le unità di trasporto neonatale utilizzano sia modalità di ventilazione invasiva che non invasiva. Lo studio si è concentrato sull'uso delle attrezzature, senza analizzare l'impatto delle diverse modalità di ventilazione sugli esiti clinici.

Risultati

a) Variabilità del Parco Ventilatori di Trasporto Neonatale Italiano

continua a pag. 12 >>

Nome Commerciale	Totale/115	Alim. Elettrica	Modalità Ventilatorie	Certificazioni Trasporto	Bombole	Autonomia (h)	Peso (kg)	Prezzo
MVP-10	2/115	No	IMV, CPAP	No	Aria/O2	//	2.5	+
Crossvent-2i+	6/115	Sì	A/C, SIMV, CPAP	No	Aria/O2	6	4.8	+
pNeuton mini	1/115	No	IMV, CPAP	MDD 93/42/EEC, RTCA DO-160G	Aria/O2	//	4	++
Stephan F120 mobile	16/115	Sì	SIMV, CPAP, HFV	No	Compressore e Aria/O2	1	12	++
Stephan EVEneo	2/115	Sì	SIMV, SIPPV, CPAP, duoPAP, HFNC, VG	DIN EN: 794-3, 1789, 60601-1, 60601-1-2, DIN EN ISO: 14971, 80601-2-12, EVE _{TR} : RTCA / DO160G, ISO 10651-3:1997	Turbina per aria/bombola per O2	4	6,3	+++
Bronchotron F0038-1	1/115	No	HFPV	No	Aria/O2	//	6	++
Fabian HFO	24/115	Sì	S-IPPV, SIMV, HFO, CPAP, duoPAP, HFNC	No	Aria/O2	2.5	20	++++
Hamilton T1	61/115	Sì	IPPV, SIMV, CPAP, HFNC	EN 794-3, ISO 10651-3, EN 1789, EN 13718-1, RTCA/DO-160G	Turbina O2	9	6.5	+++
Leoni Plus	2/115	Sì	S-IPPV, SIMV, CPAP, VG, HFOV	RTCA/DO-160G, EN 1789, EN 13718-1	Aria/O2	3 (1.5 HFOV)	22	+++++

// : Non richiede batteria. + : Economico (2.000-3.000 €) | ++ : Prezzo Basso (max 5.000-7.000 €) | +++ : Prezzo Alto (15.000-25.000 €) | ++++ : Costoso (25.000-50.000 €) | +++++ : Molto Costoso (>50.000 €)

Tabella 1. Ventilatori neonatali in uso negli STEN italiani (anno 2025)

segue da pag. 11

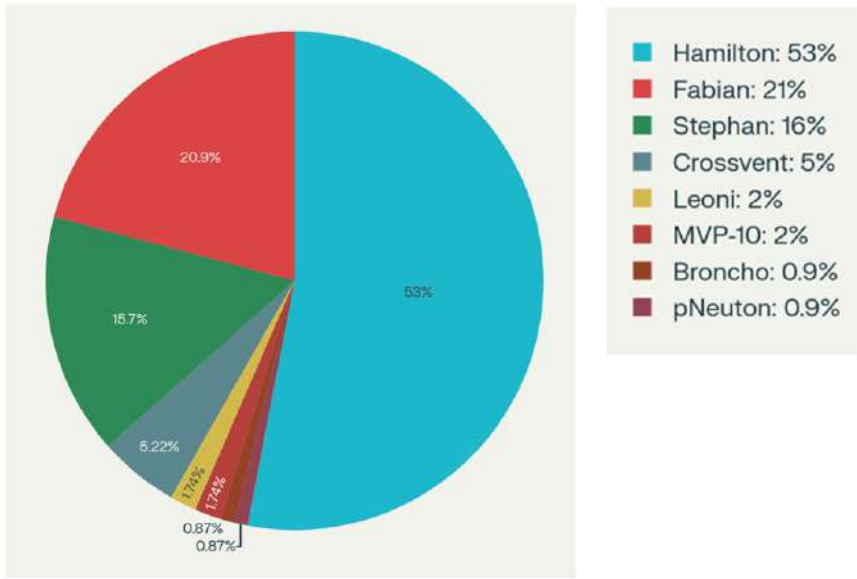


Figura 1. Distribuzione dei Ventilatori Neonatali negli STEN italiani (Survey 2025)

Ventilatori di trasporto: L'indagine, che ha coinvolto i 55 STEN italiani, ha rivelato una grande variabilità nei ventilatori impiegati (Tabella 1). Il totale dei ventilatori in uso per il trasporto di emergenza neonatale è risultato 115.

Il modello dominante è l'Hamilton T1, che costituisce la maggioranza assoluta, 61 su 115 ventilatori totali (circa 53%, Figura 1). Gli altri modelli significativi rilevati includono:

- Fabian (senza HFV): 24 su 115.

- Stephan F 120: 18 su 115.
- Crossvent-2i+: 6 su 115.
- Leoni Plus (con HFV): 2 su 115.
- MVP-10: 2 su 115.
- Bronchotron F00038-1: 1 su 115.
- pNeuton mini NEO: 1 su 115.

Moduli di trasporto neonatale: Il numero totale dei moduli di trasporto in uso è 104 (Figura 2). Dal punto di vista organizzativo, la disponibilità più comune è l'utilizzo di 2 moduli di trasporto (spesso uno di riserva), adottata da 36 su 55 STEN.

Peculiarità di alcuni STEN:

- **Trasporto Aereo:** Soltanto 5 su 55 STEN effettuano il trasporto aereo e tutti utilizzano esclusivamente l'Hamilton T1, certificato per questo tipo di trasporto (Figura 3).

- **Ossido Nitrico Inalato (iNO):** 27 su 55 STEN sono in grado di fornire ventilazione con ossido nitrico inalato durante il trasferimento.

b) Le Scelte Tecnologiche
La storia e l'evoluzione della Neonatologia e lo sviluppo dello STEN sono inestricabilmente legati all'evoluzione tecnologica dei ventila-

tori neonatali.

Scelta maggioritaria. La prevalenza dell'Hamilton T1 (53%) riflette probabilmente la sua versatilità, la certificazione per il trasporto (inclusi gli standard RTCA/DO-160G e EN 13718-1) e la familiarità degli operatori nel suo utilizzo. Si tratta di un dispositivo relativamente nuovo, originariamente progettato per uso militare e successivamente convertito a uso civile, con una versione neonatale disponibile dal 2020 (Tabella 1).

La sua caratteristica tecnica distintiva è la turbina interna, che genera il flusso necessario e rende il ventilatore indipendente dalla bombola ad aria compressa. È robusto, compatto, impermeabile, resistente agli urti e presenta una lunga autonomia a batteria (circa 6-9 ore). L'Hamilton T1, con il *software* neonatale, può erogare volumi correnti molto piccoli (fino a 2 ml) e offre buone capacità di sincronizzazione, inclusa la ventilazione a volume target.

Ventilatori Pneumatici Storici. L'indagine ha rilevato che modelli pneumatici più datati ma robusti, come il MVP-10 (solo 2/115 in uso) e il Crossvent-2i+ (6/115 in uso), hanno svolto un ruolo pionieristico nel trasporto neonatale. L'MVP-10, in particolare, è un ventilatore a flusso continuo a gas pressurizzato, senza alimentazione elettrica né possibilità di sincronizzazione, ma estremamente portatile, economico e leggero (< 2,5 kg). Può essere utilizzato senza interruzioni durante il traspor-



Un numero ridotto di unità STEN porta doppio ventilatore per trasporto gemelli

Figura 2. Moduli di trasporto neonatale

continua a pag. 13 >>

segue da pag. 12

to ed è molto utile in aree con risorse limitate. Questi modelli, tuttavia, dipendono dalla disponibilità di aria compressa. Alcuni STEN italiani, pur avendoli sostituiti con modelli più recenti, li conservano ancora come dispositivi di salvataggio.

Ventilazione ad Alta Frequenza (HFOV). L'uso della ventilazione oscillatoria ad alta frequenza (HFOV) è risultato limitato nel trasporto neonatale italiano. Solo 2 su 115 ventilatori (entrambi modelli Leoni Plus) sono utilizzati specificamente per questo scopo. Sebbene anche i 24 ventilatori Fabian siano potenzialmente in grado di fornire HFOV, tutti sono utilizzati prevalentemente in modalità di ventilazione meccanica convenzionale. Questa limitazione di utilizzo della HFOV in trasporto è multifattoriale:

1. Costo e Certificazione: I ventilatori capaci di HFOV e certificati



Figura 3. Trasporto neonatale su ambulanza e trasporto neonatale in elicottero

per STEN (come il Leoni Plus) sono molto costosi rispetto a modelli ad alta versatilità come l'Hamilton T1, privilegiando l'aspetto economico nella scelta.

2. Competenza: L'HFOV è considerata ingombrante, potenzialmente pericolosa e richiede competenze aggiuntive da parte del personale STEN.

3. Adattamenti Tecnici: Il Leoni Plus ha richiesto significative modifiche (come servomeccanismi

interni) dal produttore per ridurre le interferenze da vibrazioni in corso di trasporto e ottenere la certificazione STEN specifica per l'HFOV.

L'indagine ha anche rilevato che un solo STEN possiede un Bronchotron F00038-1, capace di ventilazione percussiva ad alta frequenza (HFPV), una modalità scarsamente utilizzata nel territorio italiano.

I risultati della nostra

indagine suggeriscono che la maggior parte degli STEN italiani utilizza ventilatori specificamente progettati e realizzati per il trasporto. Soltanto in pochi casi, vengono utilizzati ventilatori progettati per l'uso ospedaliero, in Terapia Intensiva Neonatale, e poi adattati per il trasporto. Nella tabella 2 sono elencate alcune caratteristiche che consideriamo possano definirsi "ideali" per un ventilatore di trasporto neonatale.

Un aspetto peculiare analizzato dalla survey è l'approccio al trasporto dei gemelli. Tra i 55 STEN:

- 23 dichiarano di avere la possibilità di trasportare gemelli simultaneamente.

- Di questi, 3 STEN utilizzano incubatrici con due ventilatori indipendenti (es. doppio Stephan F 120 o doppio Hamilton T1) per garantire un trasferimento simultaneo e sicuro.

- Altri 3 di questi 23 STEN utilizzano un singolo ventilatore con un raccordo a "Y" per dividere il flusso e ventilare entrambi i gemelli.

- La maggioranza, 50 su 55 STEN, utilizza 2 incubatrici e 2 ambulanze diverse, trasportando i gemelli separatamente. Rivelandosi questa la strategia più frequente degli STEN italiani.

Per scegliere il ventilatore da trasporto più adatto, ogni *team* STEN dovrebbe rispondere ad alcune semplici domande, come le seguenti:

- Quanto dura in media un trasporto?

- I trasporti durano in media più o meno di 3

○ Compatto, leggero e impermeabile
○ Resistente agli urti (certificato EN 1789 in caso di ambulanza e RTCA/DO-160G per aeromobili)
○ Prestazioni paragonabili ai ventilatori TIN
○ Soddisfa gli standard per interferenza elettromagnetica
○ Display con facile visualizzazione dei parametri respiratori (touch screen)
○ Impostazione veloce e semplice degli allarmi
○ Funzionamento della batteria a lungo termine
○ Indipendente dall'aria compressa
○ Ventilazione pressometrica invasiva sincronizzata a volume target
○ Ventilazione ad alta frequenza
○ Ventilazione non invasiva con possibilità di sincronizzazione
○ Controllo rapido del sistema e del circuito
○ Capacità di passare rapidamente e facilmente tra modalità invasiva e non invasiva
○ Attivazione sensibile e veloce, anche per piccoli volumi tidal
○ Minimamente influenzato delle vibrazioni
○ Compensazione delle perdite sia in modalità invasiva che non invasiva
○ Possibilità di umidificare e riscaldare i gas durante il trasporto (sia 220 V che con batteria)
○ Possibilità di utilizzare iNO in modo sicuro e semplice durante il trasporto
○ Resistente ai cambiamenti di temperatura e pressione (certificati RTCA/DO-160G)

Tabella 2. Caratteristiche da valutare per scegliere un ventilatore ideale per il trasporto neonatale e del piccolo lattante

continua a pag. 14 >>

segue da pag. 13

ore?

- Utilizzo principalmente veicoli terrestri o anche barche, elicotteri o aerei?

- Che tipo di pazienti trasporto?

- Principalmente neonati prematuri o a termine?

- Di quali risorse finanziarie dispongo?

Contestualizzando la risposta a queste domande al *setting* di utilizzo, è possibile individuare il ventilatore di trasporto più adatto alle necessità assistenziali in corso di trasferimento (Tabella 3)¹⁰.

Conclusioni

La survey ha messo in luce una vasta gamma di ventilatori disponibili per il trasporto neonatale in Italia. Tuttavia, non esistono protocolli nazionali definiti che obblighino all'uso di un modello specifico; la scelta è prevalentemente guidata dal mercato e influenzata da fattori locali, logistici, clinici e, soprattutto, economici. Nonostante il ventilatore di trasporto neonatale ideale non esista ancora, la conoscenza del proprio equipaggiamento è fondamentale. In definitiva, sebbene un ventilatore ad alte prestazioni sia importante, l'esperienza e la formazione del personale STEN restano l'elemento cruciale per il successo del trasporto del neonato critico. Comprendere le limitazioni e le capacità del proprio ventilatore consente di ottimizzarne l'uso e migliorarne gli esiti.

Bibliografia

1. Hohlagschwandtner M, Husslein P, Klebermass K, et al. Perinatal mortality and morbidity. Comparison between maternal transport, neonatal transport and

Tipo di trasporto	Caratteristiche del ventilatore richieste
Per Trasporto frequente di neonati prematuri o di basso peso alla nascita	Ventilazione invasiva pressometrica a volume-controllato Ventilazione oscillatoria ad alta frequenza (opzionale: percussiva) Ventilazione non-invasiva Possibilità di sincronizzare le modalità di ventilazione, almeno in invasiva Possibilità di riscaldare e umidificare i gas Ventilatore con bias di flusso significativo Sistema di compensazione delle perdite Sistema di sincronizzazione con sensore di flusso a Y
Per trasporto frequente su lunghe distanze (>3 ore)	Batteria ad elevata autonomia Indipendenza dall'aria compressa (turbine) Possibilità di umidificare e riscaldare i gas Ventilazione sincronizzata in modalità invasive e non invasive Sistema di compensazione delle perdite in modalità invasive e non invasive
Per trasporto frequente aereo o marittimo	Compatto, robusto e impermeabile Resistente ai cambi di temperatura e pressione e a qualsiasi azione correttiva richiesta per i cambiamenti di altitudine, con la disponibilità di una tabella di regolazione FiO2 (percentuale di ossigeno equivalente a diverse altitudini) Utilizzare solo il sensore interno per limitare artefatti e autotrigger Attivo a 12 o 24-26 V
Per trasporti prevalente di neonati a termine o piccoli lattanti	Ventilazione sincronizzata, anche in non invasiva Interfacce confortevoli e facilmente applicabili Possibilità di erogare alti flussi riscaldati e umidificati Sistema di compensazione delle perdite Sistema di sincronizzazione con sensore a volume o pressione Somministrazione iNO
Per trasporto frequente di neonati con patologia cardiocirurgica	Possibilità di eseguire HFOV Somministrazione iNO

Tabella 3. Come scegliere un ventilatore per il trasporto neonatale

inpatient antenatal treatment. *Arch Gynecol Obstet.* 2001;265:113-118. <https://doi.org/10.1007/S004040100197>.

2. Trevisanuto D, Cavallin F, Loddo C, et al. Trends in neonatal emergency transport in the last two decades. *Eur J Pediatr.* 2021;180:635-641. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03908-w>.

3. Chien LY, Whyte R, Aziz K, et al. Improved outcome of preterm infants when delivered in tertiary care centers. *Obstetrics and Gynecology.* 2001;98:247-252. [https://doi.org/10.1016/S0029-7844\(01\)01438-7](https://doi.org/10.1016/S0029-7844(01)01438-7).

4. Jourdain G, Simeoni U, Schlembach D, et al. Neonatal transport. *ESCNH - European Standards of Care for Newborn Health.* Available at: <https://newborn-health-standards.org/standards/standards-english/birth-transfer/neonatal-transport/>.

5. Bellini C., Gente M.,

Minghetti D. Neonatal Emergency Transport Organisation and Activities in Italy—The Nationwide 2023 Survey by the Neonatal Transport Study Group of the Italian Society of Neonatology. *Children.* 2025;12:162.

6. Diehl BC. Neonatal Transport: Current Trends and Practices. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 2018;30:597-606.

7. Iványi Z, Radermacher P, Kuhlen R, et al. How to choose a mechanical ventilator. *Curr Opin Crit Care.* 2005;11:50-55.

8. Risso FM, Ruggiero J, Bellù R, et al. Impact of Adverse Events on Neonatal Emergency Transport: Italian Experience. *Acta Paediatr.* 2025 Jan 15. <https://doi.org/10.1111/apa.17581>.

9. Delavoria-Papadopoulos M, Swyer P. Assisted ventilation in terminal hyaline membrane disease. *Arch Dis Child.* 1964;39:481-484.

10. Rodriguez Perez C., Bellini C., Gente M., et al.

Ventilators Currently Used in Emergency Neonatal Transport: Italian National Survey, Year 2025. *Air Med J.* 2025;44(4):291-301. <https://doi:10.1016/j.amj.2025.04.003>. Epub 2025 May 13.



● [Clicca qui per il nuovo opuscolo informativo per i genitori: "Proteggi il tuo bambino"](#)
Tradotto in 7 lingue

GdS Neonato Chirurgico

CHILOTORACE NEONATALE: QUANDO IL SISTEMA LINFATICO SFIDA I PRIMI RESPIRI

Carla Ottaviano¹
Nicoletta Menzella²
Irma Capolupo³
Simonetta Costa⁴
**e il Direttivo del Gruppo
 di Studio Neonato Chi-
 rurgico**

¹Azienda Ospedaliera San Camillo Forlanini, Roma

²Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma

³Ospedale Pediatrico Bambino Gesù IRCCS, Roma

⁴Ospedale Policlinico Casilino, Roma

Il chilotorace è la causa più frequente di versamento pleurico nel neonato e consiste nell'accumulo di linfa in una o entrambe le cavità pleuriche, a seguito di una perdita dai linfatici toracici. La diagnosi è confermata dall'analisi del liquido pleurico che mostra più del 70%-80% di linfociti e, nei pazienti alimentati per via enterale, una concentrazione di trigliceridi superiore a 110 mg/dl (1.1 mmol/L)¹. Nel periodo neonatale, la maggior parte degli autori distingue il chilotorace in congenito e acquisito. Il chilotorace congenito è una condizione rara (1/10.000-1/24.000 nati vivi) causata da disordini primitivi del flusso linfatico polmonare e pleurico¹. È spesso osservato in bambini con sindromi genetiche associate a malformazioni

del sistema linfatico, tra cui le più frequenti sono le sindromi di Noonan, Down, Turner, Ehlers-Danlos e Costello^{2,3}.

Il chilotorace fetale può compromettere la crescita polmonare, causando ipoplasia polmonare e alterazioni emodinamiche, fino allo scompenso cardiaco e all'idrope fetale⁴. Nei casi gravi può essere necessario il trattamento in utero.

Le opzioni terapeutiche prenatali includono toracentesi evacuative seriali e il posizionamento di *shunt* toraco-amniotico, che consente il drenaggio continuo del liquido pleurico nella cavità amniotica, riducendo la compressione polmonare e il rischio di ipoplasia polmonare. Tali procedure devono essere eseguite in centri di riferimento e comportano un rischio non trascurabile di rottura prematura delle membrane e parto pretermine^{5,6}. L'intervento precoce nei casi selezionati può ridurre il rischio di ipoplasia polmonare e migliorare la sopravvivenza neonatale⁴.

Il chilotorace acquisito nel periodo neonatale è essenzialmente una complicanza iatrogena di interventi di chirurgia toracica e cardiovascolare, mentre le forme acquisite non traumatiche, dovute a ostruzione del drenaggio linfatico per tumore mediastinico o trombosi venosa, sono rare².



La mortalità conseguente al chilotorace neonatale varia significativamente in base alla gravità clinica, con percentuali riportate tra il 10% e il 50% nei casi associati a idrope fetale, bilateralità del versamento o prematurità. La presenza di tali fattori prognostici richiede un monitoraggio intensivo e un approccio terapeutico tempestivo⁴. La linfa contiene componenti cellulari (principalmente linfociti), proteine (albumina, anticorpi, fattori del complemento e della coagulazione, enzimi, ormoni), glucosio, elettroliti, oligoelementi (zinco e rame), chilomicroni, bicarbonato, vitamine liposolubili e liquidi. La perdita significativa di tali elementi espone il paziente al rischio di ipovolemia, ipotensione, malnutrizione, ipopro-

tidemia, squilibri elettrolitici, coagulopatia, deplezione linfocitaria, ipogammaglobulinemia, con conseguente immunodeficienza e aumento del rischio di infezioni nosocomiali³.

Recenti studi sullo sviluppo del sistema linfatico hanno evidenziato il ruolo centrale del gene PROX1 (*Prospero homeobox 1*) nella differenziazione delle cellule endoteliali linfatiche, a partire dalla vena cardinale embrionale. Alterazioni dei meccanismi di gemmazione e maturazione valvolare possono contribuire alla fisiopatologia delle forme congenite di chilotorace, spiegando l'associazione con altre anomalie linfatiche sistemiche⁷.

Nei neonati con patologie linfatiche sono state, inoltre, individuate va-

rianti patogenetiche nei geni delle vie PI3K/AKT/mTOR e RAS/MAPK/MEK, responsabili della regolazione della proliferazione cellulare e della linfoangiogenesi⁸.

Negli ultimi anni, l'introduzione di tecniche di *imaging* linfatico avanzato, come la risonanza magnetica del sistema linfatico, ha consentito una migliore caratterizzazione delle anomalie del flusso linfatico nei neonati. Questa metodica può essere utile nella valutazione diagnostica dei casi complessi o refrattari. Durante procedure toracoscopiche, l'utilizzo del verde di indocianina può, inoltre, facilitare la visualizzazione delle perdite del dotto toracico e permetterne così l'approccio chirurgico⁹.

Queste metodiche per-



segue da pag. 15

mettono di distinguere il chilotorace isolato dalle forme più complesse di disordine centrale del flusso linfatico, con rilevanti implicazioni prognostiche e terapeutiche⁹.

Gestione del drenaggio toracico

Il drenaggio toracico è indicato nei neonati con compromissione respiratoria o instabilità emodinamica secondaria al versamento pleurico. La gestione deve essere guidata dalla quantificazione giornaliera del drenato (ml/kg/die), parametro fondamentale per distinguere forme a basso flusso (≤ 10 ml/kg/die), da forme ad alto flusso (> 10 ml/kg/die), e orientare le successive decisioni terapeutiche².

Si suggerisce la rimozione del drenaggio quando la perdita è ≤ 2 ml/kg/die in assenza di terapia farmacologica.

Per minimizzare le complicanze legate alle forme ad elevato flusso o alla lunga durata del chilotorace, si raccomanda un monitoraggio stretto e la somministrazione di albumina (albumina 20%, 1 g/kg/dose) solo in caso di ipoalbuminemia con edema periferico, e di immunoglobuline endovena (IGIV 400 mg/kg) solo in caso di ipogammaglobulinemia e sepsi, poiché la correzione può peggiorare il volume del drenaggio a causa del significativo carico di liquidi. PT/aPTT/INR, fibrinogeno e antitrombina devono essere controllati per monitorare lo sviluppo di coagulopatia².

Nei casi di chilotorace refrattario non responsivo alla terapia conservativa (persistenza del drenaggio per almeno 3-4 settimane dalla diagnosi nonostante modifiche

dietetiche e/o terapia farmacologica, oppure flusso così elevato da mettere in pericolo la vita), possono essere necessari interventi chirurgici secondari per ottenere la risoluzione^{2,10,12}.

Gestione nutrizionale

L'obiettivo della terapia nutrizionale è minimizzare il flusso linfatico, per consentire la riparazione o la formazione dei vasi linfatici, garantendo al contempo un adeguato apporto nutrizionale per supportare la crescita e lo sviluppo del neonato. La riduzione del carico di trigliceridi a catena lunga (LCT) è fondamentale poiché questi, una volta assorbiti come chilomicroni, entrano nel sistema linfatico intestinale, aumentando il flusso nel dotto toracico². Le opzioni includono la sospensione dell'alimentazione enterale e la nutrizione parenterale esclusiva, oppure l'utilizzo di formule contenenti come

fonte lipidica trigliceridi a catena media (MCT) o latte materno scremato e fortificato.

Non esistono evidenze solide per preferire una strategia rispetto all'altra. Si suggerisce il digiuno con nutrizione parenterale nei casi ad alto flusso (produzione di chilo > 10 ml/kg/die), mentre nei casi a basso flusso (≤ 10 ml/kg/die) o asintomatici può essere iniziata l'alimentazione enterale.

Durante la dieta a ridotto contenuto di LCT è necessario monitorare attentamente la crescita ponderale e garantire supplementazione di acidi grassi essenziali e vitamine liposolubili, al fine di prevenire deficit nutrizionali nelle fasi prolungate di restrizione lipidica².

La durata della dieta modificata in lipidi dopo la risoluzione del chilotorace è controversa. Tradizionalmente si raccomanda di proseguire la

formula a base di MCT per 4-6 settimane dopo la risoluzione del versamento pleurico, ma una durata prolungata può determinare alterazioni nutrizionali e aumentato rischio di esiti neuroevolutivi sfavorevoli. È, quindi, necessario bilanciare benefici e rischi. Alcuni autori non hanno riportato recidive nei lattanti trattati con una dieta modificata per 2 settimane dopo la risoluzione del chilotorace⁸. Si suggerisce, pertanto, che la dieta a base di MCT abbia una durata di almeno 2-3 settimane dalla rimozione del drenaggio toracico.

Terapie farmacologiche

L'obiettivo del trattamento farmacologico è ridurre la durata del drenaggio toracico e favorire il ritorno a una dieta normale.

L'octreotide, analogo della somatostatina, è il farmaco più comunemente utilizzato per

ridurre il volume del versamento chilosio. Agisce presumibilmente inducendo vasocostrizione splancnica, riducendo il flusso venoso epatico e le secrezioni pancreatiche e gastriche. Nonostante alcuni studi ne abbiano descritto possibili benefici¹², ad oggi non vi sono *trial* sufficienti a dimostrarne sicurezza ed efficacia, e una revisione Cochrane non ha trovato evidenze robuste per raccomandarne l'uso routinario¹³.

Nei casi di chilotorace congenito refrattario al trattamento standard, il propranololo è recentemente emerso come alternativa non invasiva e ben tollerata, con un profilo di sicurezza già studiato in età neonatale e pediatrica per il trattamento degli angiomi. Il meccanismo d'azione probabilmente include riduzione dei fattori proinfangio genetici circo-

continua a pag. 17 >>





segue da pag. 16

lanti, incremento della funzione di pompa dei vasi linfatici, vasocostrizione splancnica, riduzione dei livelli di VEGF e induzione dell'apoptosi delle cellule endoteliali dei linfatici malformati. Controindicazioni all'utilizzo sono alterazioni cardiologiche quali bradicardia, blocchi di conduzione e intervallo PR prolungato. In letteratura è riportato anche l'impiego nel chilotorace fetale, somministrando il farmaco alla gestante a dosi di 20-40 mg/kg/die suddivise in 4 somministrazioni^{14,15}. Nei casi molto gravi o refrattari al trattamento standard, sono state utilizzate terapie mirate con inibitori di mTOR come il Sirolimus o inibitori MEK come il Trameetinib, con risultati incoraggianti⁸.

Bibliografia

1. Resch B, Sever Yildiz G, Reiterer F. Congenital Chylothorax of the Newborn: A Systematic Analysis of Published Cases between 1990 and 2018. *Respiration*. 2022;101(1):84-96. doi: 10.1159/000518217.
2. Rocha G, Arnet V, Soares P, Gomes AC, Costa S, Guerra P, Casanova J, Azevedo I. Chylothorax in the neonate-A stepwise approach algorithm. *Pediatr Pulmonol*. 2021 Oct;56(10):3093-3105. doi: 10.1002/ppul.25601.
3. Nakano TA, Dori Y, Gumer L, Liptzin DR, Hill LRS, Kulungowski AM. How we approach pediatric congenital chyloous effusions and ascites. *Pediatr Blood Cancer*. 2022 Aug;69 Suppl 3:e29246. doi: 10.1002/pbc.29246.
4. Attar MA, Donn SM. Congenital chylothorax. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2017 Aug;22(4):234-

239. doi: 10.1016/j.siny.2017.03.005.

5. Walsh J, Mahony R, Higgins S, McParland P, Carroll S, McAuliffe F. Thoraco-amniotic shunting for fetal pleural effusion--a case series. *Ir Med J*. 2011 Jul-Aug;104(7):205-8.

6. White SB, Tutton SM, Rilling WS, Kuhlmann RS, Peterson EL, Wigton TR, Ames MB. Percutaneous in utero thoracoamniotic shunt creation for fetal thoracic abnormalities leading to nonimmune hydrops. *J Vasc Interv Radiol*. 2014 Jun;25(6):889-94. doi: 10.1016/j.jvir.2014.02.009.

7. Dulmovits BM, Taha DK. Neonatal perspective on central lymphatic disorders. *Semin Pediatr Surg*. 2024 Jun;33(3):151424. doi: 10.1016/j.sempedsurg.2024.151424. Epub 2024 May 22. PMID: 38830311.

8. Van den Brink VC, Kleimeier LER, Leenders EKSM, Klein WM, de Boode WP, Fuijkschot J, Vrancken SLAG. Molecular targeted treatment in infants with central conducting lymphatic anomalies. *Eur J Pediatr*. 2025 Aug 21;184(9):567. doi: 10.1007/s00431-025-06376-2. PMID: 40835771; PMCID: PMC12367942.

9. Rabinowitz D, Dysart K, Itkin M. Neonatal lymphatic flow disorders: central lymphatic flow disorder and isolated chylothorax, diagnosis and treatment using novel lymphatic imaging and interventions technique. *Curr Opin Pediatr*. 2022 Apr 1;34(2):191-196. doi: 10.1097/MOP.0000000000001109. PMID: 35102115.

10. Winder M, Bailly D. Pediatric chylothorax: where we've been and where we're going. *J Thorac Dis*. 2023 Apr 28;15(4):1526-1529. doi: 10.21037/jtd-23-7.

11. Takahashi Y, Kinoshita Y, Kobayashi T, Arai

Y, Ohyama T, Yokota N, Saito K, Sugai Y, Takano S. Management of refractory chylothorax in the neonatal intensive care unit: A 22-year experience. *Pediatr Int*. 2022 Jan;64(1):e15043. doi: 10.1111/ped.15043.

12. Bellini C, Cabano R, De Angelis LC, Bellini T, Calevo MG, Gandullia P, Ramenghi LA. Octreotide for congenital and acquired chylothorax in newborns: A systematic review. *J Pediatr Child Health*. 2018 Aug;54(8):840-847. doi:

10.1111/jpc.13889.

13. Das A, Shah PS. Octreotide for the treatment of chylothorax in neonates. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Sep 8;(9):CD006388. doi: 10.1002/14651858.CD006388.pub2.

14. Handal-Orefice R, Miodura D, Wu JK, Parravicini E, Miller RS, Shawber CJ. Propranolol Therapy for Congenital Chylothorax. *Pediatrics*. 2023 Feb 1;151(2):e2022058555. doi: 10.1542/peds.2022-058555.

15. Courteau B, Zarlenga G, Narciso-Owen SP, Nemec li EC, Rose SJ. Propranolol As a Treatment Option for Chylous Effusions and Chylous Ascites in Fetuses and Neonates: A Systematic Review. *J Pediatr Pharmacol Ther*. 2024 Oct;29(5):468-474. doi: 10.5863/1551-6776-29.5.468.



segui la pagina
e partecipa alla
community

- eventi/corsi/congressi
- ricerca in neonatologia
- approfondimenti tematici
- ...e molto altro



● [clicca qui per il link alla pagina](#)

WEANING RESPIRATORIO NEL NEONATO

Gianfranco Maffei
Simona Pesce
Federico Schettini

Sezione Regionale Puglia
e Basilicata SIN

Introduzione

Il *weaning* respiratorio nel neonato è una fase critica dell'assistenza intensiva: uno svezzamento inadeguato aumenta il rischio di fallimento dell'estubazione, prolungamento della ventilazione meccanica e morbidità a breve e lungo termine (displasia broncopolmonare). La ventilazione meccanica è spesso salvavita, ma il suo uso prolungato espone i neonati, in

particolare i pretermine, a complicanze significative. Il processo di *weaning* richiede, quindi, un approccio personalizzato, basato su parametri clinici, ventilatori e strumentali.

Fisiopatologia respiratoria del neonato pretermine e implicazioni per il *weaning*

Nel neonato pretermine, le peculiari caratteristiche del sistema respiratorio (riassunte in **Tabella 1**) determinano un aumento del lavoro respiratorio e una ridotta capacità di mantenere adeguati scambi gassosi. Durante il *weaning* l'obiettivo è trasferire progressivamente il lavoro respiratorio dal ventilatore al neonato,



Puglia/
Basilicata

Caratteristiche respiratorie del neonato pretermine

	<p>↓ Compliance polmonare</p> <p>Surfattante ↓ → Atelectasie</p>
	<p>↓ CFR</p> <p>Instabilità alveolare → Desaturazioni</p>
	<p>↑ Lavoro respiratorio</p> <p>Compliance ↓ + Resistenze ↑ → Affaticamento</p>
	<p>↑ Resistenze vie aeree</p> <p>Vie aeree piccole → Pressioni ↑</p>
	<p>Controllo respiratorio immaturo</p> <p>Drive instabile → Apnee</p>
	<p>Debolezza muscolare</p> <p>Muscoli immaturi → Ventilazione inefficace</p>

Tabella 1. Caratteristiche fisiopatologiche del sistema respiratorio nel neonato pretermine e implicazioni cliniche

senza indurre affaticamento o compromissione degli scambi gassosi. La riduzione del supporto ventilatorio aumenta il carico respiratorio: se il neonato non è in grado di sostenerlo, possono insorgere fatica respiratoria, ipercapnia e ipossiemia, con conseguente fallimento dello svezzamento¹.

Gran parte dei grandi prematuri (23-25 wks di età gestazionale) richiede ventilazione meccanica nei primi giorni di vita, con incremento del rischio di complicanze a breve e lungo termine, tra cui la compromissione dello sviluppo neurologico². Per tale ragione, l'attenzione si è focalizzata sull'accelerare il processo di svezzamento dalla ventilazione meccanica invasiva. In questa fascia di prematuri il tasso di successo dell'estubazione

è piuttosto basso, con rischio di instabilità clinica e ripetuti episodi ipossiemicici-iperapnici³. È chiaro, quindi, che sia una estubazione precoce quanto il prolungamento inutile della ventilazione meccanica invasiva risultano essere dannosi⁴. L'*endpoint* dello svezzamento è ridurre gradualmente il supporto ventilatorio fino a raggiungere le "controverse" impostazioni ventilatorie minime.

Strategie ventilatorie e *weaning*

Ventilazione A/C a controllo pressorio
Modalità storica in neonatologia; mirava a generare pressioni sufficienti per aprire le vie aeree e garantire ventilazione alveolare. La ventilazione alveolare dipende dalla *compliance* del sistema respiratorio, dalla PIP, dal tempo

inspiratorio, dal flusso e dalla sincronizzazione ventilatore-paziente. Durante il *weaning* si agisce su *Rate* (fino a 20 cpm) e PIP per mantenere un volume corrente adeguato (circa 4-5 ml/kg).

Il passaggio alla SIMV (ventilazione mandatoria intermittente sincronizzata), ormai in disuso, comportava volumi correnti indesiderati ed un eccessivo aumento del lavoro respiratorio, cosa critica nei neonati ELBWI con tubi endotracheali particolarmente piccoli e resistivi. Per questi motivi alcuni neonatologi aggiungevano una pressione di supporto alla SIMV per agevolare lo svezzamento⁵.

Ventilazione con target di volume

Le modalità a target di volume adattano la

continua a pag. 19 >>>

segue da pag. 18

pressione per raggiungere il volume corrente impostato, migliorando la *compliance* e riducendo il lavoro ventilatorio. Le evidenze indicano una riduzione della durata della ventilazione meccanica rispetto alle modalità a target pressorio; durante lo svezzamento è prudente non ridurre il V_t al di sotto di 4-5 ml/kg per evitare un aumento eccessivo del lavoro respiratorio⁶. Una Cochrane del 2017 ha dimostrato che le modalità ventilatorie con target di volume riducono significativamente la durata della ventilazione meccanica rispetto alle modalità con target pressorio⁷.

SIMV con Target di volume + Delta support (Δ support)

La riduzione progressiva del Δ support rappresenta un elemento centrale del *weaning*, perché permette di diminuire gradualmente l'assistenza ventilatoria fornita dal ventilatore. La diminuzione del Δ support riflette il trasferimento del lavoro respiratorio dal ventilatore al neonato, che deve contribuire in misura crescente alla generazione del volume corrente. Nella ventilazione a volume target (VTV), il Δ support può ridursi automaticamente quando la *compliance* migliora, poiché il ventilatore abbassa la PIP per mantenere il volume target. Questo adattamento automatico non sostituisce, comunque, la riduzione intenzionale del supporto prevista nel processo di svezzamento.

Ventilazione ad alta frequenza oscillatoria

Lo svezzamento dalla HFOV è spesso guida-

to da criteri empirici: si riducono progressivamente ampiezza e pressione media delle vie aeree, in funzione del miglioramento della ventilazione e dell'ossigenazione. La frequenza non viene ridotta, tranne che in HFOV+VG, dove viene mantenuto un V_{Thf} stabile. Alcuni studi suggeriscono che l'estubazione diretta dalla HFOV può ridurre la durata della ventilazione invasiva e l'incidenza di BPD^{8,9}.

Estubazione: criteri, rischi e predittori

Il fallimento dell'estubazione (necessità di reintubazione nei primi 2-7 giorni) viene riportato da Masry A. et al¹⁰ variabile dal 10 all'80% nelle diverse popolazioni di neonati di peso molto basso (VLBWI).

Identificare la prontezza all'estubazione è complesso: la reintubazione espone a instabilità emodinamica, lesioni delle vie aeree, episodi ipossici prolungati associati a retinopatia della prematurità e possibili compromissioni neurologiche¹¹⁻¹³; d'altro canto, ogni giorno aggiuntivo di ventilazione invasiva aumenta il rischio di lesioni polmonari indotte dal ventilatore, polmonite associata al ventilatore, BPD e compromissione neurologica a lungo termine¹⁴⁻¹⁶.

Prevedere l'esito dell'estubazione è un processo complesso che dipende da segnali neurali validi, adeguate sinapsi neuromuscolari, adeguata funzionalità dei muscoli respiratori e soprattutto dalla patologia di base del polmone. Sono stati studiati modelli univariati e multivariati con scarsi risultati⁵. Certamente quando si è raggiunto un adeguato scambio gas-



so con basse pressioni e FiO_2 , in un neonato emodinamicamente stabile e con un valido *drive* ventilatorio, è possibile ipotizzare che il neonato sia pronto ad interrompere la ventilazione invasiva.

Sarebbero necessari "predittori certi" in grado di identificare la prontezza dei neonati all'estubazione, in base al profilo di rischio individuale, per ridurre l'esposizione alla ventilazione meccanica invasiva non necessaria, massimizzando le possibilità di successo.

Per quanto riguarda la valutazione clinica, diversi studi hanno evidenziato che i neonati estubati con successo erano quelli più pesanti, più maturi, con una richiesta di O_2 inferiore, più bassi livelli di $PaCO_2$, pH nel range accettabile e più basse pressioni medie nelle vie aeree prima dell'estubazione^{17,18}.

Per quanto riguarda i parametri ventilatori pre-estubazione nello studio APEX non sono state riportate diffe-

renze statisticamente significative nel successo dell'estubazione per differenti livelli di MAP, FiO_2 e $PaCO_2$ ¹⁹, rendendo necessaria una valutazione clinica globale del neonato.

Mentre per gli adulti le prove di respirazione spontanea (30-120 minuti) si sono dimostrate valide per identificare la prontezza all'estubazione, non altrettanto è possibile affermare in epoca neonatale^{20,21}.

Kaczmarek J. Et al²² hanno dimostrato che una variabilità della frequenza cardiaca bassa nei neonati estubati si associava ad un fallimento dell'estubazione.

Recentemente sono stati introdotti indici ecografici polmonari che valutano l'aerazione polmonare per identificare la prontezza all'estubazione, ancora però in fase di validazione.

Fattori associati a successo dell'estubazione includono peso e maturità maggiori, minori esigenze di ossigeno,

$PaCO_2$ più basso, pH adeguato e basse pressioni medie delle vie aeree. Tuttavia, i modelli predittivi tradizionali hanno mostrato capacità discriminante limitata. In conclusione, strumenti emergenti come la variabilità della frequenza cardiaca (HRV) e parametri ecografici polmonari sono promettenti per migliorare la predizione del successo nell'estubazione; i dati attuali sono incoraggianti ma non ancora sufficienti per sostituire il giudizio clinico. Sono necessari studi prospettici multicentrici per la validazione di questi indici e per definire precise soglie operative.

Gestione post-estubazione

I prematuri possono avere un *drive* ventilatorio ed una forza muscolare inadeguati a mantenere una sufficiente capacità funzionale residua (CFR), senza contare anche un eventuale edema dell'a-

continua a pag. 20 >>

segue da pag. 19

ditus laringeo conseguenza dell'intubazione. Accettare livelli più elevati di PaCO₂ nel post-estubazione è stato studiato²³. Tuttavia, i limiti sicuri dell'ipercapnia non sono stati definitivamente stabiliti²⁴, anche se pratica comune è l'associazione con un pH >7,20.

Per quanto riguarda l'ossigenazione, lo studio NeOProm consiglia di evitare intervalli di saturazione molto bassi (83-87%) e molto alti (95-98%), poiché sono associati a maggior rischio di mortalità o disabilità, supportando strategie di ossigenazione bilanciate²⁵.

Riguardo all'uso della Caffaina, alcuni studi hanno dimostrato che una somministrazione precoce può associarsi ad uno svezzamento più rapido^{26,27}.

Diverse recensioni si sono interessate all'impiego di corticosteroidi post-natali sistemici (idrocortisone e desametasone ad alte e basse dosi)^{28,29}. Attualmente si è concordi nell'affermare che i medici devono usare il proprio giudizio clinico per ogni paziente per decidere quando iniziare, quali steroidi usare e quanto dare, bilanciando gli effetti di una ventilazione meccanica prolungata, con i potenziali fenomeni avversi dei trattamenti.

Due studi relativi all'apporto di liquidi post-natale hanno dimostrato che il monitoraggio del bilancio idrico può essere una strategia non invasiva appropriata per favorire lo svezzamento dalla ventilazione meccanica^{30,31}. È comunque un dato consolidato che mantenere i neonati in ventilazione meccanica per facilitare l'aumen-

to di peso è una pratica obsoleta che dovrebbe essere abbandonata. Anche l'impiego di diuretici va attenzionato tra quelli che sono gli apparenti benefici e il profilo degli effetti avversi, soprattutto se usati per lungo termine.

Negli ultimi anni revisioni sistematiche e meta-analisi hanno confrontato NCPAP, NIPPV sincronizzata NHFOV, NIV-Nava e HFT come supporto post-estubazione nei neonati pretermine. Le principali implicazioni pratiche e raccomandazioni operative sono riassunte in **Tabella 2** e **Tabella 3**.

Conclusioni

Il weaning respiratorio nel neonato resta un processo complesso e non completamente standardizzabile. Le evidenze suggeriscono che protocolli flessibili, adattati alle caratteristiche individuali del paziente, siano preferibili a schemi rigidi. L'esperienza clinica, il giudizio multidisciplinare e l'adozione di strumenti emergenti validati rimangono elementi chiave per ottimizzare gli esiti. Forse è possibile riprendere una frase di Milic-Emili che molti anni addietro affermava che il "weaning respiratorio rimaneva un misto fra arte e scienza"³⁶.

Bibliografia

1. Razieh Sangsari, Maryam Saeedi et al.: *Weaning and extubation from neonatal mechanical ventilation: an evidenced based review*. *BMC Pulmonary Medicine* (2022) 22:421.
2. Walsh MC, Morris BH, Wraga LA, et al. *Extremely low birthweight neonates with protracted ventilation: mortality and 18-month neurodevelopmental outcomes*. *J Pediatr*. 2005;146(6):798-804.

Supporto Post-Estubazione nei Neonati Pretermine	
 NIV-NAVA	<ul style="list-style-type: none"> Buona tollerabilità, miglior sincronizzazione Supporto proporzionale allo sforzo respiratorio Riduzione delle asincronie Potenziale riduzione del fallimento rispetto a CPAP/bi-level [32]
 NIPPV Sincronizzata	<ul style="list-style-type: none"> Riduce la probabilità di reintubazione rispetto alla sola CPAP Prima scelta nei neonati ad alto rischio di fallimento [33]
 NHFOV	<ul style="list-style-type: none"> Può ridurre la necessità di reintubazione in contesti con ipercapnia persistente [34] Eterogeneità metodologica e campioni limitati. [34]
 HFT (HFNC)	<ul style="list-style-type: none"> Possibile, ma con rischio di fallimento superiore alla CPAP [35] Maggiore comfort, meno traumi nasali. [35]

Tabella 2. Modalità di supporto respiratorio non invasivo post-estubazione nel neonato pretermine

Raccomandazioni operative nel weaning respiratorio neonatale	
Ventilazione durante weaning  Vt ≥ 4-5 ml/kg Evitare aumento del lavoro respiratorio	Supporto post-estubazione  NIPPV Preferire NIPPV sincronizzata nei pazienti ad alto rischio Riduzione del rischio di fallimento
Gestione dei fallimenti  NHFOV Considerare NHFOV in caso di ipercapnia persistente Opzione dopo CPAP / NIPPV / HFNC inefficaci	Strumenti di supporto decisionale  HRV, Ecografia polmonare Integrazione al giudizio clinico
Organizzazione clinica  Definire protocolli locali Criteri di transizione e soglie di reintervento	Monitoraggio  FiO₂ PaCO₂ pH Valutazione continua e dinamica

Tabella 3. Approccio operativo al weaning respiratorio nel neonato pretermine

Jun.
3. Shalish W, Kanbar L, Keszler M, et al. *Patterns of reintubation in extremely preterm infants: a longitudinal cohort study*. *Pediatr Res*. 2018;83(5):969-975. May.
4. Vliegenthart RJ, Van Kaam AH, Aarnoudse-Moens CS, Van Wassenaer AG, Onland W. *Duration of mechanical ventilation*

and neurodevelopment in preterm infants. *Arch Dis Childhood-Fetal Neonatal Ed*. 2019;104(6):F631-F5.
5. Guilherme Sant'Anna,, Wissam Shalish: *Weaning from mechanical ventilation and assessment of extubation readiness*. *Seminars in Perinatology* 48 (2024) 151890.
6. Hatch LD, Clark RH, Carlo WA, Stark AR, Ely

EW, Patrick SW. *Changes in use of respiratory support for preterm infants in the US, 2008-2018*. *JAMA Pediatr*. 2021; 175(10):1017-1024. Oct 1.
7. Klingenberg C, Wheeler KI, McCallion N, Morley CJ, Davis PG. *Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in neonates*. *Cochrane Database*

continua a pag. 21 >>

segue da pag. 20

Syst Rev. 2017;(10).

8. Clark RH, Gerstmann DR, Null DM, et al. Prospective randomized comparison of high-frequency oscillatory and conventional ventilation in respiratory distress syndrome. *Pediatrics*. 1992;89(1):5-12.

9. Courtney SE, Durand DJ, Asselin JM, et al. High-frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med*. 2002;347(9):643-652.

10. Masry A, Nimeri NAMA, Koobar O, Hammoudeh S, Chandra P, Elmalik EE, Khalil AM, Mohammed N, Mahmoud NAM, Langtree LJ, Bayoumi MAA. Reintubation rates after extubation to different non-invasive ventilation modes in preterm infants. *BMC Pediatr*. 2021;21(1):281.

11. Jensen EA, Whyte RK, Schmidt B, et al. Association between intermittent hypoxemia and severe bronchopulmonary dysplasia in preterm infants. *Am J Respir Crit Care Med*. 2021;204(10):1192-1199.

12. Di Fiore JM, Bloom JN, Orge F, et al. A higher incidence of intermittent hypoxemic episodes is associated with severe retinopathy of prematurity. *J Pediatr*. 2010;157(1):69-73.

13. Poets CF, Roberts RS, Schmidt B, et al. Association between intermittent hypoxemia or bradycardia and late death or disability in extremely preterm infants. *JAMA*. 2015;314(6):595-603.

14. Walsh MC, Morris BH, Wrage LA, et al. Extremely low birthweight neonates with protracted ventilation: mortality and 18-month neurodevelopmental outcomes. *J Pediatr*.

2005;146(6):798-804. Jun.

15. Miller JD. Pulmonary complications of mechanical ventilation in neonates. *Clin Perinatol*. 2008;35(1):273-281.

16. Keszler M. Novel ventilation strategies to reduce adverse pulmonary outcomes. *Clin Perinatol*. 2022;49(1):219-242. Mar.

17. Chawla S, Natarajan G, Shankaran S, Carper B, Brion LP, Keszler M, et al. Markers of successful extubation in extremely preterm infants, and morbidity after failed extubation. *The Journal of pediatrics*. 2017;189(113-9):e2.

18. Shalish W, Latremouille S, Papenburg J, Sant'Anna GM. Predictors of extubation readiness in preterm infants: a systematic review and metaanalysis. *Arch Dis Childhood-Fetal Neonatal Edition*. 2019;104(1):F89-97.

19. Bhat P, Peacock JL, Rafferty GF, Hannam S, Greenough A. Prediction of infant extubation outcomes using the tension-time index. *Arch Dis Childhood-Fetal Neonatal Edition*. 2016;101(5):F444-F7.

20. Teixeira RF, Carvalho ACA, de Araujo RD, Veloso FCS, Kassab SB, Medeiros AMC. Spontaneous breathing trials in preterm infants: systematic review and metaanalysis. *Respiratory Care*. 2021;66(1):129-37.

21. Nakato AM, de Fc RD, Simão AC, Da Silva RP, Nohama P. Impact of spontaneous breathing trials in cardiorespiratory stability of preterm infants. *Respiratory Care*. 2021;66(2):286-91.

22. Kaczmarek J, Kamlin COF, Morley CJ, Davis PG, Sant'Anna GM. Variability of respiratory parameters and extubation readiness in ventilated neonates. *Arch Dis Childhood-Fetal Neonatal*

Ed. 2013;98(1):F70-F3.

23. Ambalavanan N, Carlo WA, Wrage LA, et al. PaCO₂ in surfactant, positive pressure, and oxygenation randomised trial (SUPPORT). *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2015;100(2):F145-F149. Mar.

24. Travers CP, Carlo WA, Nakhmani A, et al. Late permissive hypercapnia and respiratory stability among very preterm infants: a pilot randomised trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2023;108(5):530-534. Sep.

25. Askie LM, Darlow BA, Finer N, et al. Neonatal oxygenation prospective metaanalysis (NeOProm) collaboration. association between oxygen saturation targeting and death or disability in extremely preterm infants in the neonatal oxygenation prospective meta-analysis collaboration. *JAMA*. 2018;319(21):2190-2201. Jun 5.

26. Schmidt B, Roberts RS, Davis P, et al. Caffeine therapy for apnea of prematurity. *N Engl J Med*. 2006;354(20):2112-2121.

27. Davis PG, Schmidt B, Roberts RS, et al. Caffeine for apnea of prematurity trial: benefits may vary in subgroups. *J Pediatr*. 2010;156(3):382-387.

28. Doyle LW, Cheong JL, Ehrenkranz RA, Halliday HL. Early (< 8 days) systemic postnatal corticosteroids for prevention of bronchopulmonary dysplasia in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;10, CD001146. Oct 21.

29. Doyle LW, Cheong JL, Ehrenkranz RA, Halliday HL. Late (>7 days) systemic postnatal corticosteroids for prevention of bronchopulmonary dysplasia in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;11, CD001145. Nov 11.

30. Starr MC, Griffin R, Gist KM, et al. Association of fluid balance with short- and long-term respiratory outcomes in extremely premature neonates: a secondary analysis of a randomized clinical trial. *JAMA Netw Open*. 2022;5(12), e2248826. Dec 1.

31. Soullane S, Patel S, Claveau M, Wazneh L, Sant'Anna G, Beltempo M. Fluid status in the first 10 days of life and death/bronchopulmonary dysplasia among preterm infants. *Pediatr Res*. 2021;90(2):353-358. Aug.



32. Ana C Yagui, Paula A Gonçalves et al.: Is noninvasive neurally adjusted ventilatory assistance (NIV-NAVA) an alternative to NCPAP in preventing extubation failure in preterm infants? *J Matern Fetal Neonatal Med* 2021 Nov;34(22):3756-3760.

33. Markus Waitz, Lars Mense, Haresh Kirpalani, Brigitte Lemyre. Nasal Intermittent Positive Pressure Ventilation for Preterm Neonates: Synchronized or Not? *Clin Perinatol* 43 (2016) 799-816.

34. Wang K et al, Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation versus nasal intermittent positive pressure ventilation for preterm infants as an extubation support: A systematic review and meta-analysis *Pediatr Pulmonol* 2023 Mar; 58(3): 704-711.





35. Hodgson KA, Wilkinson D, De Paoli AG, Manley BJ. Nasal high flow therapy for primary respiratory support in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023 May 5;5(5):CD006405.

36. Milic-Emili J., Grunstein M.: Drive and timing components of ventilation. *Chest* 1976; 70:131-133.

Kangaroo Care

Le Indicazioni Nazionali della SIN

A CURA DI

C. Artese, M. Carlino, P. Cavicchioni, M. Ceccatelli, C. Dani, V. Fortuna, F. Ferrari, G. Paterlini, S. Perugi, L. Reghin, R. Sabatini, P. Strola

[● clicca qui](#)

UPDATE SULL'IPERINSULINISMO CONGENITO

Jacopo Osmelli
Lorenza Sacrini
Giorgia Carlone
Silvia Carinci
Valentina Chiavaroli
Simona Di Credico
Susanna Di Valerio

UOC Terapia Intensiva Neonatale e Neonatologia, Ospedale Santo Spirito, Pescara

Sezione Regionale Abruzzo e Molise

G. nasce da parto eutocico a 36 settimane di gestazione. Diabete gestazionale in dieta. Adattamento regolare. Alla nascita: peso 3.810 g (100° percentile), lunghezza 51 cm (99° percentile), CC 34 cm (92° percentile). Per ipoglicemia neonatale avviate alimentazione e infusione di glucosata. Per ipoglicemia persistente, somministrati boli di glucosata con incremento del fabbisogno glucidico (fino a 17 mg/kg/min), senza risoluzione. All'ecocardiogramma ipertrofia ventricolare sinistra. Eseguiti esami durante ipoglicemia: insulina e peptide C rilevabili (rispettivamente 13.33

ulU/ml e 2.2 ng/ml) e chetonemia negativa, configurando un quadro di ipoglicemia iperinsulinemica ipochetotica. Avviata in 15ª giornata di vita terapia con diazossido (da 5 a 11 mg/kg/die) e idroclorotiazide (1 mg/kg/die), con progressiva normalizzazione delle glicemie e riduzione del glucosio ev fino a sospensione. G. veniva dimessa al 25° giorno di terapia, senza successive ipoglicemie e dosaggio di diazossido invariato; genetica in corso.

Discussione

L'iperinsulinismo congenito (CHI), disturbo del metabolismo glucidico caratterizzato da disregolazione della secrezione insulinica, determina ipoglicemia iperinsulinemica ipochetotica e costituisce la causa più comune di ipoglicemia persistente in neonati e lattanti. L'incidenza è di 1:20.000-50.000 nati vivi, mentre in Finlandia e Arabia Saudita è di 1:2.500-3.000 nati vivi.

Nel CHI il canale K_{ATP} delle β cellule reagisce all'aumentata concentrazione di ATP (causata



dal metabolismo glucidico) chiudendo il canale, con depolarizzazione di membrana e apertura del canale del Ca^{2+} voltaggio-dipendente. L'aumento del Ca^{2+} intracellulare determina la secrezione di insulina. Il canale K_{ATP} è costituito da quattro subunità recettoriali della sulfonilurea (SUR1), codifi-

cate dal gene ABCC8, e quattro subunità formanti il canale ionico del potassio codificate dal gene KCNJ11. Le mutazioni più comuni sono varianti inattivanti dei geni ABCC8 o KCNJ11, responsabili fino al 70% dei casi^{1,2}. La maggior parte è a trasmissione autosomica recessiva, causando la perdita funzionale del gene; sono stati comunque descritti casi a trasmissione autosomica dominante. Mutazioni del gene HNF4A sono associate a CHI transitoria nella prima infanzia e diabete ad esordio precoce (MODY 1). Nel restante 40-50% di casi non esiste una causa genetica nota. Provocando ipoglicemia, l'iperinsulinismo può causare gravi danni cere-

brali³. I sintomi includono inappetenza, tremori, letargia, irritabilità, fino a convulsioni e coma. Possono coesistere macrosomia, cardiomiopatia ipertrofica e/o epatomegalia. La diagnosi si basa su glicemia plasmatica <50 mg/dL, insulina elevata, peptide C rilevabile e chetonemia indosabile o bassa. Essenziale è il dosaggio durante l'ipoglicemia; qualora non sia possibile, è indicato il test del digiuno; la diagnosi differenziale include gli-cogenosi, difetti della gluconeogenesi e ipoglicemia chetotica idiopatica ed il test al glucagone è utile per valutare la riserva epatica di glicogeno (Figura 1).

Il trattamento di prima

SOSTANZA/ORMONE/AA	LIVELLO EMATICO
ACIDO LATTICO E AMMONIO (P)	N
INSULINA E/O C-PEPTIDE IN IPOGLICEMIA	DOSABILI
AA RAMIFICATI (ISOLEUCINA, LEUCINA, VALINA)	↓
IBROSSIBUTIRILLCARNITINA (P)	N
CHETONI ACIDO BOH-BUTIRRICO	↓ vs INDOSABILE
NEFA	↓ vs INDOSABILE

Figura 1. Segni evocativi di CHI

P, plasmatico; N, nella norma; AA, aminoacidi; NEFA, acidi grassi liberi plasmatici

***** Incremento della glicemia dopo somministrazione di glucagone (una risalita dei valori di glicemia >30mg/dl nei successivi 15-45 minuti viene considerata positiva per CHI)

segue da pag. 22

linea è il diazossido, che agisce sulla subunità SUR1 dei canali K_{ATP} . Si raccomanda una dose iniziale di 5 mg/kg/die in 2-3 somministrazioni, fino a 15 mg/kg/die; dosaggi superiori espongono a maggiori effetti collaterali, come ipertricosi, ipertensione polmonare, neutropenia, piastrinopenia, iperuricemia. Inoltre, il diazossido determina ritenzione di sodio/cloruro e riduce l'eliminazione di bicarbonato e acqua; pertanto, sono consigliati la restrizione dei liquidi (130-150 ml/kg/die nei neonati a termine, 120 ml/kg/die nei prematuri) e diuretici come l'idroclorotiazide (1-2 mg/kg/die in 1-2 somministrazioni). Prima di avviare il diazossido, eseguire ecocardiogramma, con follow-up a 10-14 giorni; il farmaco è controin-

dicato nelle cardiopatie severe e/o ipertensione polmonare preesistente. La posologia del diazossido viene modulata in base al profilo glicemico (ripetuti valori <70 mg/dl richiedono un aumento del dosaggio; se il profilo è adeguato si prosegue pur riducendosi il dosaggio/kg con la crescita)⁴. Oltre l'anno di vita, si può tentare la sospensione del diuretico, soprattutto se il dosaggio del diazossido è < 5 mg/kg/die. In base alla durata, si distingue una forma transitoria (risoluzione entro 4-8 settimane) e una persistente; in base alla risposta al diazossido, si distingue una forma sensibile e una resistente, quest'ultima definita come mancata risposta nonostante dosaggio di 15 mg/kg/die da almeno 5 giorni. Nelle forme sensibili è indicata l'analisi completa dei geni per CHI

CHI: PANNELLO GENETICO FORME DIAZOSSIDO-SENSIBILI			
ABCCC8	FOXA2	INSR	PGM1
CACNA1D	GCK	KCNJ11	PMM2
HADH	GLUD1	KDM6A	SLC16A1
HFN1A	HK1	KMT2D	UCP2

Tabella 1. Pannello genetico delle forme di CHI diazossido-sensibili

(Tabella 1), per le forme resistenti è indicata l'analisi dei geni ABCC8/KCNJ11, responsabili del 90% dei casi^{1,4}. Nelle forme resistenti, l'octreotide è il farmaco di seconda linea; altre opzioni includono lanreotide, glucagone, acarbiosio, sirolimus, everolimus. La chirurgia (lesionectomia/pancrealettomia) è indicata nelle forme refrattarie, sebbene complicata da insufficienza pancreatica esocrina e diabete.

Bibliografia

1. De Franco E, Saint-Martin C, Brusgaard K,

et al. Update of variants identified in the pancreatic β -cell KATP channel genes KCNJ11 and ABCC8 in individuals with congenital hyperinsulinism and diabetes. *Hum Mutat.* 2020 May;41(5):884-905.

2. Demirbilek H, Hussain K. Congenital Hyperinsulinism: Diagnosis and Treatment Update. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2017 Dec 30;9(Suppl 2):69-87.

3. Giri D, Hawton K, Senniappan S. Congenital hyperinsulinism: recent updates on molecular mechanisms, diagnosis and management. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2021

Sep 21;35(3):279-296.

4. Percorso Diagnostico, Terapeutico e Assistenziale (PDTA) relativo a: Iperinsulinismi congeniti. Rete regionale per la prevenzione, la sorveglianza, la diagnosi, la terapia delle malattie rare; Regione Lombardia.



LA RICERCA IN NEONATOLOGIA



LA FORMAZIONE CHE ANTICIPA LA REALTÀ: ADDESTRARE CON L'AUSILIO DELLA REALTÀ VIRTUALE



Fabrizio Faina

Azienda Ospedaliera di Perugia

La formazione in ambito neonatologico è una sfida complessa a causa dell'elevata criticità clinica, della bassa tolleranza all'errore e della limitata partecipazione diretta alle procedure. Poiché molti neonati necessitano di assistenza respiratoria o rianimazione avanzata alla nascita, è essenziale che gli operatori acquisiscano competenze tecniche e decisionali elevate prima della pratica reale (Aydin et al., 2025). Data l'incidenza della mortalità neonatale su quella infantile globale, spesso legata a condizioni gestibili, la formazione assume un ruolo centrale per la sicurezza delle cure (Alruwaili et al., 2025).

Tradizionalmente, la didattica si è basata su lezioni teoriche, osser-

vazione e simulazione su manichino. Tuttavia, l'accesso a scenari reali è limitato da vincoli etici, mentre la simulazione tradizionale richiede infrastrutture costose e personale dedicato. Inoltre, la scarsa immedesimazione nei manichini riduce il coinvolgimento cognitivo ed emotivo (Trinh & McAdams, 2025). A ciò si aggiunge il rapido decadimento delle competenze rianimatorie *post-training*, che richiederebbero una pratica ripetuta difficilmente realizzabile con i metodi convenzionali (Aydin et al., 2025).

In questo scenario, la realtà virtuale (VR) emerge come strumento per creare ambienti immersivi e interattivi dove esercitarsi senza rischi. Attraverso simulazioni realistiche di *distress* respiratorio o arresto cardiaco, la tecnologia permette di allenare il ragionamen-

to clinico e il processo decisionale (Alruwaili et al., 2025). Il valore pedagogico risiede nella possibilità di ripetere le procedure ricevendo *feedback* immediati (Aydin et al., 2025).

Il rationale educativo della VR si fonda sulle teorie di Kolb (apprendimento esperienziale) e sul *situated learning*. L'ambiente virtuale permette di completare il ciclo di esperienza, riflessione, concettualizzazione e sperimentazione attiva, inserendo lo studente in contesti autentici non altrimenti accessibili (Alruwaili et al., 2025; Yu & Mann, 2021).

Elemento chiave è il senso di "presenza": una maggiore immersione psicologica correla a *performance* migliori. La simulazione VR produce un coinvolgimento superiore rispetto ai video a 360°, aumentando la fiducia nelle proprie abilità (Aydin et al., 2025), fattore determinante nella gestione dello stress e nella rapidità decisionale neonatale.

Studi condotti su infermieri di Terapia Intensiva Neonatale dimostrano che il *training* VR aumenta le abilità procedurali e l'accuratezza decisionale, riducendo i tempi di stabilizzazione e gli eventi avversi (Alruwaili et al., 2025). Anche la ventilazione a pressione positiva

risulta più efficace dopo un *training* immersivo (Aydin et al., 2025).

Un ulteriore vantaggio riguarda la *retention* delle competenze. La VR, accessibile anche via mobile, abilita il modello *low-dose high-frequency* (LDHF): sessioni brevi e frequenti che mantengono elevate le *performance* nel tempo, superando i limiti dei corsi periodici tradizionali (Umoren et al., 2025).

Oltre alle abilità tecniche, la VR favorisce le competenze non tecniche come comunicazione e coordinamento del *team*. I video a 360° facilitano la comprensione delle dinamiche ambientali e del *crisis resource management* (Tachejian & Moussa, 2024). La tecnologia si applica anche al controllo delle infezioni e all'assistenza neonatale di base, permettendo agli studenti di esercitare il *problem solving* in modo attivo e flessibile (Yu & Mann, 2021; Umoren et al., 2025).

Nonostante i benefici, permangono criticità come l'affaticamento visivo o la *motion sickness*, sebbene in diminuzione con l'evoluzione tecnologica (Trinh & McAdams, 2025). Sono, inoltre, necessari ulteriori studi sugli *outcome* clinici reali, poiché gran parte della letteratura attuale valuta competenze simulate (Alruwaili et al., 2025).

La VR non sostituisce la pratica clinica, ma la integra in un *continuum* educativo composto da teoria, simulazione tradizionale e assistenza reale. In questo paradigma, funge da ponte verso l'esperienza clinica, garantendo un contatto con il paziente più sicuro e consapevole. L'integrazione sistematica della VR nei programmi educativi rappresenta un'innovazione promettente per standardizzare la formazione e migliorare gli esiti neonatali.

Bibliografia

- Alruwaili, A. N., et al. (2025). *Virtual reality simulation for high-risk neonatal emergency nursing training*. BMC Nursing.
- Aydin, M. Y., et al. (2025). *Extended reality simulation in neonatal resuscitation training*. *Advances in Simulation*.
- Tachejian, S., & Moussa, A. (2024). *360-degree virtual reality video to teach neonatal resuscitation*. *Scientific Reports*.
- Trinh, G., & McAdams, R. M. (2025). *Virtual reality-based simulation platform for NRP training*. *Journal of Perinatology*.
- Umoren, R. A., et al. (2025). *Essential newborn care virtual simulations*. *JAMA Network Open*.
- Yu, M., & Mann, J. S. (2021). *VR simulation program for neonatal infection control education*. *Clinical Simulation in Nursing*.



PIANO FORMATIVO 2026

DATA	MODALITÀ	REGIONE / GRUPPO DI STUDIO	TITOLO
MAGGIO			
05/05/2026 14/05/2026	Webinar	GDS NEUROLOGIA E FOLLOW-UP	L'ecografia cerebrale in TIN
12/05/26	Webinar	SIN INF	Gestione del Rischio Infettivo nelle Neonatologie
28/05/26	Residenziale NAPOLI	GDS RIANIMAZIONE NEONATALE	Corso di Rianimazione Neonatale per Esecutori
28/05/26	Webinar	GDS QUALITÀ DELLE CURE	Guida al miglioramento della qualità in neonatologia: primi passi