

PRINCIPI DIJAGNOSTIKE I LIJEČENJA RESPIRATORNE INSUFICIJENCIJE U DJECE

MILJEN GAZDIK*

Respiratorna insuficijencija predstavlja stanje u kojemu nije moguće održavati normalnu razmjenu plinova (kisika i ugljičnoga dioksida) u tolikoj mjeri da se zadovolje normalne metaboličke potrebe organizma. Prikazani su patofiziološki mehanizmi njena nastanka kao i moguće mjere liječenja.

Ključne riječi: respiratorna insuficijencija, djeca

Respiratorna insuficijencija (RI) predstavlja stanje u kojemu nije moguće održavati normalnu razmjenu plinova plućima u tolikoj mjeri da se održi homeostaza ugljičnog dioksida (CO₂) i kisika (O₂) neophodna za održavanje života. RI nastaje u stanjima kada je poremećen:

- transport O₂ do alveola
- prijenos O₂ kroz alveolo-kapilarnu membranu,
- prijenos O₂ iz pluća u tkiva (ovisan je o koncentraciji hemoglobina i srčanoj funkciji),
- transport CO₂ iz krvi u alveole, i njegovo izdisanje iz pluća.

Patofiziološki mehanizmi nastanka RI (hiperkapnija, hipoksemija ili obje zajedno) najčešće su posljedice slijedećih stanja:

- poremećaj alveolarne ventilacije: riječ je o hipoventilaciji koja dovodi do respiracijske acidoze (hiperkapnija uz često normalni pO₂), a prouzročena je depresijom respiratornoga vodiča disa-

nja zbog bolesti središnjeg živčanog sustava, ili oboljenjima pluća; pokatkad se može razviti i hiperventilacija sa posljedičnom respiracijskom alkalozom koja, osobito u novorođenačkoj dobi može biti fatalna (poremećaji središnjeg živčanog sustava ili stanja sa smanjenim srčanim udarnim volumenom, odnosno hipovolemijom),

- nesrazmjer između alveolarne ventilacije i plućne perfuzije: smetnje ventilacije najčešće su prouzročene plućnim atalektezama, koje dovode do smanjenja respiracijske površine, te "šantiranja kroz pluća"; smetnje perfuzije najčešće su odraz desno-lijevog srčanog šanta.

○ poremećaj difuzije kroz alveolo-kapilarnu membranu: poremećaj je obično prouzročen plućnim edemom, intersticijskim edemom, ili emfizemom.

- povećan zahtjev tkiva za kisikom ("stagnantna hipoksija"): ovdje do smanjenoga dotoka O₂ u tkiva dolazi zbog poremećaja srčane funkcije ili sindroma "šoknih pluća".

U dječjoj dobi respiratorni zastoj najčešće prethodi srčanom zastoju. Stoga je neobično važno prepoznati znakove početnoga respiratornog poremećaja, te brzinu njegova pogoršanja praćenjem kliničkih i laboratorijskih parametara, uz istovremenu primjenu mjera liječenja (1,2). Respiratorna insuficijencija u djece može biti uzrokovana poremećajem bilo kojega organ-

skog sustava koji sudjeluje u funkciji disanja:

- poremećaji u respiracijskome sustavu
 - obstruktivne smetnje gornjih disajnih putova
 - obstruktivne smetnje donjih disajnih putova
- alveolarni/intersticijski poremećaji u plućima,
- poremećaji središnjeg živčanog sustava sa posljedičnom hipoventilacijom ili hiperventilacijom
- metabolički poremećaji sa posljedičnom acidozom,
- neuromišićni poremećaji sa posljedičnim smetnjama ventilacije.

Fizikalni pregled može pomoći u određivanju tipa smetnji u bolestima disajnoga sustava.

- Dijete sa smetnjama u gornjim disajnim putovima obično sjedi, vrat je blago flektiran, a glava blago ekstenzirana u vratu. Vide se suprasternalne i supraklavikularne retrakcije, uz širenje nosnih krila pri disanju.

○ Dijete sa smetnjama u donjim disajnim putovima najčešće je u "položaju tronošca", uočavaju se interkostalne ili subkostalne retrakcije, uz učešće pomoćne disajne miškulature.

- Tahipneja je najčešće jedan od početnih kompenzacijskih mehanizama u cilju uspostavljanja nužnog minutnog volumena disanja.

* Klinički bolnički centar Rijeka
Klinika za pedijatriju i
Katedra za pedijatriju
Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci

Adresa za dopisivanje:
Doc. dr. Miljen Gazdik
Klinički bolnički centar Rijeka
Klinika za pedijatriju i
Katedra za pedijatriju
Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci
51000 Rijeka, Istarska 43

o Ekspiratorni jecaj ("grunting") obično se uočava u stanjima respiratornog poremećaja prouzročenog izdisajem kod otečenoga epiglotisa, ali češće u stanjima sa intersticijalnom ili alveolarnom bolesti (pneumonija, plućni edem, i sl.) u cilju stvaranja pozitivnog tlaka na kraju ekspirija. Znak je ozbiljnog poremećaja disanja!

o Progresijom respiratornoga poremećaja, kada već nastupi "respiratorni zamor", dolazi do poremećaja svijesti različitoga stupnja uz cijanozu, koja je alarmantni simptom.

Treba istaći da u hipoksemičnoga novorođenčeta i dojenčeta cijanoza ne mora biti uvijek nazočna zbog relativne anemije i sposobnosti za povišenjem udarnoga volumena srca. Psihomotorički nemir, smetenost i glavobolja u većega djeteta znakovi su hipoksemije. Na ozbiljnu RI na upućuju slijedeći laboratorijski parametri ("plinske analize"):

$\text{PaCO}_2 > 8 \text{ kPa (60 mm Hg)}$
 $\text{PaO}_2 < 8 \text{ kPa (60 mm Hg)}$
 $\text{SaO}_2 < 0.90 (90\%)$

U liječenju RI treba odmjeriti sve dostupne podatke: dob djeteta, etiologiju, aktualno kliničko stanje te laboratorijske i Rtg nalaze.

Oksigenoterapiju / umjetnu ventilaciju treba primjenjivati što je moguće kraće, čim jednostavnijim načinom potpomognutoga disanja, uz primjenu najniže nužne koncentracije kisika. Umjetna ventilacija predstavlja samo pomoć, ali ne i etiološko liječenje. Njome se tek održava homeostaza plinova (normoksemija-normokapnija), sve dok se ciljanim liječenjem ne postigne poboljšanje.

U novorođenčeta i maloga djeteta najčešće se RI razvija primarno kao *hipoksija*, kojoj se kasnije pridružuje hiperkapnija. Zbog ograničenih kompenzatornih rezervi i gotovo dva puta većim zahtjevima za kisikom, nužno mu je pružiti takove uvjete u kojima su potrebe za kisikom najniže (termoneutralna okolina, dovoljan kalorijski unos, odnosno smanjivanje utroška energije nužne za mišićni napor), normalizirati odnos ventilacije i perfuzije pluća, plućni edem, te intrapulmonalne ili intrakardijalne šantove.

Obzirom na uvodno navedene činjenice, u planiranju strategije se treba usredotočiti na *tri kruga liječenja, koji se veoma često isprepliću: liječenje hipoksije, liječenje hiperkapnije, te kateholaminsku potporu kardiovaskularnome sustavu.* U posebnim slučajevima nužno je medikamentno rješavanje šantova (zatvaranje indometacinom, ili održavanje prohodnosti prostaglandinima.).

Liječenje hipoksije primjenom kisika, a bez umjetne ventilacije, primjenjuje se u bolesnika sa održanim spontanom disanjem. U pravilu dozvoljena je aplikacija 40% kisika, ne dulje od 4 sata bez provjere koncentracije kisika u arterijskoj krvi, transkutanom praćenjem ili nalazom iz arterijalizirane kapilarne krvi.

Kisik u 100% koncentraciji primjenjuje se tijekom oživljavanja samo kroz kraće vrijeme. Pri tome treba nužno istovremeno pratiti kretanje pCO_2 . Ukoliko se uspije uspostaviti zadovoljavajuću oksigenaciju (PaO_2 iznad 8 kPa = 60 mmHg), uz pCO_2 ispod opasnih vrijednosti, nastavlja se aplikacijom kisika. Ukoliko i dalje opstaje hipoksemija, a posebno ukoliko joj se pridruži i ozbiljnija hiperkapnija, potrebno je pristupiti umjetnoj ventilaciji.

U blažim slučajevima u novorođenčeta je moguće respiratornu potporu (CPAP) primjeniti putem CPAP nazalne kanile (u prva dva do tri tjedna novorođenčeta je "obligatni nosni disač!"), dok je u dojenčeta i većeg djeteta nužna endotrahealna intubacija i priključivanje na respirator.

Intubacija se može uspostaviti nazotrahealnim ili orotrahealnim putem. Intubaciju, za koju se pretpostavlja da će trajati kraće vrijeme, za mnoge je terapeute jednostavnije izvesti orotrahealno. Pri predviđanjima da će intubacija trajati dulje, bolje ju je izvesti nazotrahealno. Ovako je endotrahealni tubus lakše fiksirati, rjeđe dolazi do njegove dislokacije, a lakša je i toaleta usne šupljine.

Uz svaku intubaciju nužno je uspostaviti i *gastričnu drenažu* sondom. Naime, u manje djece endotrahealni tubus zbog manjega promjera nema "cuff" (manžetu), pa je moguća aspiracija želučanoga sadržaja zbog eventualne regurgitacije. Ova se u intubiranoga djeteta postavlja kroz drugu, slobodnu nosnicu. Ako dijete nakon 10 minuta

primjene 60% kisika ne postigne $\text{PaO}_2 > 8 \text{ kPa}$ primjenjuju se složeniji oblici arteficialne ventilacije:

CPAP (Continuous Positive Airway Pressure)
 Kontinuirani pozitivni tlak u disajnim putovima)

Ovdje bolesnik diše samostalno, aparat mu samo pomaže u dovođenju smjese zraka i kisika pod tlakom, ne dozvoljavajući da tlak pri kraju izdisaja opadne ispod 3-5 kPa. Time se postiže sprečavanje kolabiranja alveola na koncu ekspirija, povećanje plućne rastezljivosti, smanjivanje funkcionalnog "desno-lijevog šanta", a time i bolja izmjena plinova. Opasan je zbog mogućeg smanjenog venskog dotoka u srce, te je stoga njegovu primjenu neophodno posebno procijeniti u stanjima hipovolemije i srčane insuficijencije. Također u stanjima sa edemom mozga, te barotraume (pneumotoraks, pneumomediastinum, intersticijski emfizem).

IMV (Intermittent Mandatory Ventilation)
 Intermitentna mandatorna ventilacija.

Primjenjuje se kao pripomoć nedovoljnom samostalnom disanju. Ovdje aparat ubacuje vlastiti udisaj između svakih nekoliko spontanijih udisaja djeteta. SIMV (*Sinkronizirana intermitentna ventilacija*) je bolja opcija, gdje aparat ubacuje udisaj u momentu kada bi bolesnik sam udahnuo, tako da se ne bi poništavao udisaj aparata i izdisaj bolesnika. Neki respiratori imaju mogućnost ostvariti CIMV (*kompjutorizirana intermitentna mandatorna ventilacija*), gdje se kompjutorski utvrđuje koliko je "umetnutih" ventilacija neophodno da bi se postigao minutni volumen.

IPPV
 (Intermittent Positive Pressure Ventilation)
 Ventilacija sa sa intermitentnim pozitivnim tlakom u inspiriju.

Predstavlja oblik strojne ventilacije u kojega respirator potpuno na sebe preuzima funkciju aktivnoga upuhivanja smjese plinova pod zadanim tlakovima u zadanim vremenskim razmacima. Najčešće se kombinira sa primjenom PEEP (*Positive End Expiratory Pressure*) - pozitivnim tlakom na koncu ekspirija, kako bi se alveole održale otvorenima.

U bolesnika pri svijesti, koji se "protive" radu respiratora i time umanjuju uspješnost umjetne ventilacije potrebno je provesti *mišićnu relaksaciju* pankuronijem, pri čemu je neophodan trajni egzaktni monitoring, jer je bolesnik potpuno prepušten aparatima!

Bolju oksigenaciju/ventilaciju moguće je postići mijenjanjem omjera inspiririj:ekspiririj, kao i postavljanjem tzv. "platoa".

Pri normalnome disanju omjer trajanja inspiririja i ekspiririja (I:E ratio) je 1:2. Poboljšana izmjena plinova može se postići produljivanjem inspiratorne na račun ekspiratorne faze, pa čak i obrnutim omjerom. Međutim, time se može ozbiljno dovesti u opasnost kardio-cirkulatorna funkcija, obzirom da je u vrijeme inspiririja vensku utok u srce otežan. Ukoliko je to neophodno, a razviju se znakovi srčane insuficijencije, nužno je intervenirati kateholaminima. Postavljanje "platoa" nakon faze udisaja ne nastaje spontani izdisaj, nego se tlak u plućima kroz zadano vrijeme zadržava na višoj razini.

HFV (High-frequency ventilation)
Visoko-frekventna ventilacija

Rabi se u bolesnika u kojih se konvencionalnom ventilacijom ne postiže zadovoljavajući efekt. Njome je moguće postizanje maksimalne oksigenacije i ventilacije uz manji plućni volumen, uz manji rizik od barotraume, volutraume i toksičnih efekata visokih koncentracija kisika. Svim navedenim metodama zajednička je uporaba neuobičajeno visokih frekvencija disanja, većih od 60/min, i tidal volumena manjih od veličine anatomskog mrtvog prostora (3-5).

HFPPV
(High-frequency positive pressure ventilation)
Visoko-frekventna ventilacija
sa pozitivnim tlakom

Primjenjuje se u frekvenciji od 60-120/min i malim tidal volumenom (3-4 mL/kg) bliskim veličini anatomskog mrtvog prostora.

HFOV (High-frequency oscillatory ventilation)
Visoko frekventna oscilatorna ventilacija

Omogućuje primjenu frekvencije od 180-900/min, tidal volumen je ispod volumena anatomskog mrtvog prostora (1-3 mL/kg), ali uvijek moza biti viši od volumena polovine mrtvog prostora, kako bi prevenirao retenciju CO₂.

HFJV (High frequency jet ventilation)

Posebnim načinom postiže se protok smjese plinova pod visokim tlakom kroz usku cjevčicu ugrađenu uz endotrahealni tubus, preko "soleidnoga ventila - interrupter system". Optimalne frekvencije su između 250-2000 "titraja"/min, uz tidal volumen od 3-4 mL/kg, te omjer inspiririj:ekspiririj 1:6 (Ispiracijska faza:0,02 sek).

HFV i dušični oksid (NO)

Istovremena primjena HFOV i dušičnoga oksida može poboljšati oksigenaciju u stanjima plućne hipertenzije. On je selektivni dilatator plućnih žila, sa minimalnim djelovanjem na sistemnu cirkulaciju. Njegova djelotvornost u stanjima plućne hipertenzije novorođenčeta, plućne hipertenzije u srčanih oboljenja, te plućne hipertenzije nakon akutnog respiratornog distress sindroma (ARDS) još nije nedvojbeno dokazana. Neki autori navode da je primjena *magnezijskoga sulfata* (6,7) relativno sigurnija alternativa u liječenju teške plućne hipertenzije u novorođenčeta.

LV (Liquid ventilation) i ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) predstavljaju moderne, supersofisticirane mjere liječenja respiracijske insuficijencije, ali su rezultati njihove primjene još uvijek dvojbene (8). Obzirom na kompleksnost terapijskih postupaka, i relativno rijetku indiciranost, mogli bi se primjenjivati tek u rijetkim specijaliziranim centrima.

Tijekom provođenja složenih metoda liječenja respiratorne insuficijencije nužan je neprekidan nadzor bolesnika! Ovaj mora biti priključen na monitoring, uz stalnu nazočnost medicinskoga osoblja, neprekidno održavanje toalete disajnih putova, nadzor nad kardio-cirkulacijskom i respiracijskom funkcijom kliničkim pregledom ili uz pomoć laboratorijskih ili radioloških praćenja.

Ne treba zaboraviti važnost adekvatne parenteralne prehrane, održavanje normotermije, fizikalne terapije i sl. (9).

Nakon stabilizacije stanja, te održavanja plinskih analiza u željenome rasponu, bolesnika treba *postupno vraćati sa složenijeg na jednostavniji tip disanja*. Nakon postignute stabilizacije na CPAP-u bolesnik se odvađa od respiratora i još neko vrijeme ostavlja intuibiliran. Ako praćenje plinskih analiza zadovoljava, bolesnika ekstubiramo. Nakon ekstubacije ovaj ne smije najmanje 24 sata uzimati ništa peroralno, kako zbog ev. insuficijencije rime glottidis ne bi došlo do aspiracije.

Komplikacije treba odmah uočiti i znati intervenirati! Najčešće je riječ o opstrukciji ili dislokaciji endotrahealnoga tubusa, razvitku volutraume ili barotraume (pneumotoraks, medijastinalni ili intersticijski emfizem). Od kroničnih komplikacija treba imati na umu prematurnu retinopatiju ("retrolentalna fibroplazija"), te kroničnu plućnu bolest ("bronhopulmonalna displazija").

Kontinuiranim nadzorom treba pravilno provoditi respiratornu terapiju, održavati "termoneutralnu okolinu", adekvatni volumski, kalorijski i proteinski unos (ne zaboravivši lipo- i hidrosolubilne vitamine, minerale i oligoelemente), te provoditi fizikalnu terapiju.

Pravovremeno valja uvesti "empirijsko" ili "ciljano" antibiotsko liječenje, kao i medikamentnu potporu kardio-cirkulacijskome sustavu. Konačno, da li je riječ o "znanosti, umjetnosti ili vještini liječenja" (1). Vjerojatno o svemu istovremeno.

LITERATURA

- Mariani LM, Carlo WA. Ventilatory management in neonates, Clin Perinatol, 1998; 25: 33-47.
- Audy-Kolarić Lj. i sur. Anestezija i intenzivno liječenje novorođenčadi, ISBN 953-0-30525-7. Zagreb, Školska knjiga, 1994.
- Kollef MH, Schuster DP. The acute respiratory distress syndrome, N Engl J Med, 1995; 332(1): 27-35.
- Donn SM, Sinha SK. Controversies in patient-triggered ventilation, 1998; 25(1): 49-60.
- Clark RH. High-frequency ventilation, J Pediatr 1994; 124(5): 661-70.
- Tolsa JF, SekarskiN, Payot M, Micheli JL et al. Magnesium sulphate as an alternative and

- safe treatment for severe persistent pulmonary hypertension of the newborn, Arch Dis Child, 1995; 72:184-7.
7. Kinsella JP, Abman SH. Controversies in the use of inhaled nitric oxide therapy in the newborn. Clin Perinatol, 1988; 25(1): 203-15.
8. Moller JC, Kohl M, Reiss I et al. Saline lavage with substitution of bovine surfactant in term neonates with meconium aspiration syndrome transferred for extracorporeal membrane oxygenation. Crit Care, 1999; 3(1): 19-22.
9. Gazdik M, Peršić M, Zubović I. Parenteralna nadoknada elektrolita, oligoelemenata i vitamina, Gynaecol Perinatol, 1999; 8(suppl 1): 121-4.

Summary

THE PRINCIPLES OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF THE RESPIRATORY FAILURE IN CHILDREN

M. Gazdik

The respiratory failure consists in inability to maintain normal exchange of gases (oxygen and carbon dioxide) in such a way to satisfy the normal metabolic needs of organism. In the review the pathophysiological mechanisms and the therapeutic measures are presented.

Key words: respiratory failure, children