

## AKUTNA RESPIRATORNA INSUFICIJENCIJA U DJEČJOJ DOBI

SANDRO DESSARDO\*

*Akutna respiratorna insuficijencija predstavlja stanje u kojem uslijed neadekvatne disajne funkcije dolazi do hipoksemije i hiperkapnije. S obzirom da je disanje kao jedna od osnovnih vitalnih funkcija uvjetovano međusobnom interakcijom više organa i organskih sustava, i respiratorna insuficijencija može biti posljedica veoma raznolikih bolesti i patoloških stanja. U ovom radu prikazani su osnovni etiopatogenetski aspekti akutne respiratorne insuficijencije u dječjoj dobi s posebnim naglaskom na važnost brzog prepoznavanja poremećaja disajne funkcije u djeteta te temeljne postavke liječenja zatajenja disanja.*

Deskriptori: RESPIRATORNI DISTRES, RESPIRATORNA INSUFICIJENCIJA, STROJNO PRODISAVANJE

Akutna respiratorna insuficijencija po definiciji predstavlja stanje u kojem uslijed neadekvatne disajne funkcije dolazi do manjka kisika i viška ugljičnog dioksida u krvi odnosno do hipoksemije i hiperkapnije. S obzirom da je disanje kao jedna od osnovnih vitalnih funkcija uvjetovano međusobnom interakcijom više organa i organskih sustava, i respiratorna insuficijencija može biti posljedica veoma raznolikih bolesti i patoloških stanja (1).

Neki češći uzroci akutne respiratorne insuficijencije s obzirom na ishodišni organski poremećaj:

- Neurološke bolesti:
  - epileptički status;
  - akutni meningoencefalitis;
  - intrakranijska patologija (tumori, abscesi, krvarenja).
- Neuromuskularne bolesti:
  - mijastenija;

- miopatije;
- neuropatije.
- Opstrukcija gornjih dišnih putova:
  - epiglotitis;
  - laringotraheobronhitis;
  - traheomalacija.
- Opstrukcija donjih dišnih putova:
  - astma;
  - aspiracija stranog tijela;
  - bronhomalacija;
  - alfa 1 antitripsin deficit.
- Plućne bolesti:
  - pneumonija;
  - cistična fibroza;
  - plućni edem;
  - tuberkuloza.
- Ostali uzroci:
  - bolesti srca;
  - anemija;
  - trovanja (fosfati, ugljikovodici, opijati...);

- anafilaksija.

S obzirom na cilj ovog rada ćemo se, s etiopatogenetskog stanovišta, zadržati isključivo na akutnoj respiratornoj insuficijenciji kao posljedici bolesti disajnih organa.

Uvećana sklonost respiratornom zatajenju u pedijatrijskoj populaciji

Dojenčad i mala djeca u pravilu razvijaju akutnu respiratornu insuficijenciju mnogo lakše i brže nego veća djeca i odrasli, što je u pravilu odraz određenih fizioloških i anatomskih karakteristika najmlađe populacije (2):

- dojenčad i mala djeca imaju lošiji imunostatus od odraslih;
- dišni putovi u djece su manjeg promjera te su, temeljem fizičkih zakona iz područja dinamike fluida, isti puno skloniji opstrukciji;
- djeca imaju rastezljiviji grudni koš te u opstruktivnim i restriktivnim plućnim bolestima isti pruža slabiju potporu održavanju plućnog volumena i promjera malih dišnih putova;
- broj alveola je manji u dojenačkoj dobi što povećava sklonost nesrazmjeru između alveolarne ventilacije i plućne perfuzije;

\*KBC Rijeka  
Klinika za dječje bolesti

Adresa za dopisivanje:  
Doc. dr. sc. Sandro Dessardo, dr. med.  
Klinički bolnički centar Rijeka  
Klinika za dječje bolesti  
51000 Rijeka, Istarska 43

- akscesorni disajni mišići su u dječjoj dobi slabije razvijeni te slabo doprinose ekspanziji grudnog koša, a i prije dolazi do njihovog iscrpljivanja;
- zbog prisustva fetalnog hemoglobina krivulja disocijacije hemoglobina pomaknuta je u lijevo što uvjetuje lošiju predaju kisika tkivima te lakši razvoj tkivne hipoksije;
- plućno krvožilje ima u dječjoj dobi izraženiju muskularnu komponentu što ga čini sklonim vazokonstrikciji i posljedičnom nesrazmjeru između ventilacije i perfuzije.

U pristupu bolesniku s disajnim tegobama i prijetućim zatajenjem disanja ključno je prepoznavanje disajnih teškoća u fazi kad uslijed istih još nije došlo do javljanja patoloških vrijednosti kisika i ugljičnog dioksida u krvi. Bolesnik s disajnim teškoćama razvija kliničku sliku tzv. respiratornog distresa koja je karakterizirana nizom simptoma i znakova bolesti koje, s patogenetskog aspekta, možemo grupirati u nekoliko skupina:

- znaci povećanog "rada" disanja odnosno mobilizacije kompenzacijskih disajnih mehanizama;
- znaci iscrpljivanja kompenzacijskih mehanizama ili zamora;
- znaci slabe efikasnosti disanja;
- ostali specifični simptomi i znakovi (zvučni fenomeni, položaj djeteta...).

#### Klinički znaci povećanog "rada" disanja

U početnoj fazi razvoja disajnih tegoba klinička slika karakterizirana je uglavnom prisustvom znakova koji upućuju na mobilizaciju kompenzacijskih disajnih mehanizama kojima disajni sustav pokušava prevladati probleme nastale određenim patološkim procesom (bronhitis, bronhiolitis, pneumonija...). Duljina trajanja kompenzirane faze uvjetovana je raznim čimbenicima među kojima najvažniju ulogu igraju dob djeteta i težina podliježeće bolesti disajnih organa. Što je dijete mlađe prije će doći do iscrpljivanja organizma i prelaska u fazu tzv. "zamora".

Tahipneja je osnovni kompenzacijski mehanizam kojim organizam najčešće prevladava smanjeni vitalni kapacitet uslijed restriktivne ili obstruktivne bolesti disajnog sustava. U procjeni tahipneje nužno je voditi računa o dobi djeteta te fiziološkim vrijednostima disajne frekvencije koje su obrnuto proporcionalne kronološkoj dobi djeteta.

Mobilizacija aksesorne disajne muskulature klinički je vidljiva kao uvlačenje interkostalnih prostora (mm. intercostales), klimanje glavicom (mm. sternocleidomastoidei) te abdominalni obrazac disanja (mm. abdominales). Od ostalih kompenzacijskih mehanizama treba svakako spomenuti širenje nosnih krila te ekspiratorno ječanje. Ekspiratorno ječanje (stenjanje) je posljedica kratkotrajnog zatvaranja dišnog puta u fazi ekspiriranja kojim se produljuje disajna faza s pozitivnim tlakom u alveolama s ciljem sprječavanja kolapsa alveolarnih prostora. Ekspiratorno ječanje je češće u mlađoj dobi, uglavnom prisutno u restriktivnoj disajnoj patologiji i nedvojbeni je znak teškog respiratornog distresa. Bitno je naglasiti da ova faza neće biti izražena u bolesnika s neuromuskularnom bolesti ili centralnom depresijom disanja.

#### Klinički znaci iscrpljivanja odnosno zamora

Uslijed simpatikusom posredovane mobilizacije kompenzacijskih mehanizama dolazi do energetskog iscrpljivanja organizma koje uvjetuje postupno nestajanje osnovnih znakova dispneje sve do disajnog zastoja. Znaci neadekvatne izmjene plinova su sve naglašeniji, ekskurzije grudnog koša sve manje izražene, figurativno možemo reći da se bolesnik "gasi". Takozvani "tihi" toraks (stanje u kojem auskultacijom pluća ne čujemo ulaz zraka u pluća iako bolesnik diše) je izrazito loš prognostički znak koji ukazuje na veoma izvjesnu mogućnost potpunog zastoja disanja.

#### Klinički znaci slabe efikasnosti disanja

Akutna respiratorna insuficijencija u užem smislu riječi u stvari predstavlja neefikasno disanje ili, kako je prije naglašeno, neadekvatnu izmjenu plinova

koja uvjetuje hipoksemiju i hiperkapniju. Klinički se disajno zatajenje manifestira u prvom redu promjenom boje kože, poremećajem svijesti od nemira pa do sopora i kome, promjenom srčane frekvencije od tahikardije do bradikardije i srčanog zastoja. Važno je naglasiti da je u najvećem postotku slučajeva u dječjoj dobi srčani zastoj uzrokovan prethodnim disajnim zastojem.

#### Ostali specifični simptomi i znakovi

Među ostale kliničke znakove koje susrećemo u bolesnika s akutnim disajnim poteškoćama treba napomenuti razne zvučne fenomene, ovisno o lokalizaciji ishodišnog patološkog procesa (stridor u opstrukciji gornjih dišnih putova, sipnja u opstrukciji donjih dišnih putova), vrućicu u upalnih bolesti (pneumonija), koprivnjaču i/ili angioedem u anafilaksiji i sl.

Sjetimo li se za trenutak početne definicije akutne respiratorne insuficijencije potrebno je naglasiti da se ista nalazi na samom kraju kliničkog spektra respiratornog distresa u kojem je došlo do nesrazmjera između potrošnje kisika i proizvodnje ugljičnog dioksida te je osnovna uloga liječnika brzo prepoznavanje disajnih tegoba i prevencija nastanka poremećaja vrijednosti plinova u krvi. Patološke vrijednosti plinskih analiza krvi na temelju kojih možemo definitivno reći da se u bolesnika radi o zatajenju disanja su  $pO_2$  manji od 8 kPa, uz koncentraciju udisajnog kisika od 40%, te  $pCO_2$  iznad 8 kPa, najčešće uz pH ispod 7,25.

#### Pulsna oksimetrija ili "peti vitalni znak"

Pulsna oksimetrija jednostavna je neinvazivna metoda procjene oksimije u bolesnika. Pulsna oksimetrija temelji se na principu detekcije razlike apsorpcijskog spektra oksihemoglobina i reduciranog hemoglobina. Iako postoji više čimbenika koji mogu negativno utjecati na točnost pulsne oksimetrije u procjeni hipoksije ista se smatra neprocjenjivim alatom u kliničkoj procjeni ugroženog bolesnika. Neinvazivnost, dostupnost i jednostavnost metode učinili su da se u suvremenoj literaturi pulsna oksimetrija naziva u žargonu i "petim vitalnim

znakom", praktički neizostavnim u brzom procjeni disajne funkcije (3).

#### Principi liječenja akutne respiratorne insuficijencije

U početnom pristupu djetetu s akutnim respiratornim tegobama treba u prvom redu voditi računa o temeljnim postupcima oživljavanja odnosno tzv. ABC-edi koja u prvom redu uključuje procjenu dišnog puta, disanja i cirkulacije. Liječenje akutne respiratorne insuficijencije dijeli se u 3 kategorije.

U prvom redu liječnik koji se susreće s bolesnikom koji ima manifestne poteškoće u disanju treba poći od pretpostavke da je hipoksemija već prisutna te odmah krenuti s davanjem dodatnog kisika, putem maske, nosnih cjevčica ili zvona. Cilj takvog terapijskog pristupa je uspostavljanje poželjnih vrijednosti oksimetrije, što bi odgovaralo saturaciji od preko 90% na pulsnom oksimetru u novorođenčadi odnosno iznad 93-95% u veće djece.

Ukoliko hipoksemija perzistira usprkos dodatnom kisiku treba započeti s ventilacijom pozitivnim tlakom, u početku koristeći samošireći balon "ambu", a nakon endotrahealne intubacije nastaviti sa strojnim prodisavanjem. S obzirom na očekivani prateći poremećaj cirkulacije treba voditi računa i o tom aspektu liječenja. Agresivno davanje tekućinskih bolusa (20 ml/kg TT, kristaloidna otopina) mandatorno je u bolesnika s kliničkim znacima cirkulatorne insuficijencije, poglavito ako je u bolesnika već započeto prodisavanje pozitivnim inspiratornim tlakom.

#### CPAP (Continuous Positive Airway Pressure - kontinuirani pozitivni tlak u dišnim putovima)

CPAP predstavlja primjenu kontinuiranog pozitivnog tlaka u dišnim putovima s osnovnim ciljem povećanja funkcionalnog rezidualnog kapaciteta. U plućnim bolestima u kojima postoji nestabilnost alveola i njihova težnja kolabiranju povećava se energija potrebna za mehanički rad disanja, a postoji i sklonost nesrazmjeru između ventilacije

i perfuzije, s posljedičnom hipoksijom. S ciljem sprječavanja kolapsa plućnog tkiva u tih bolesnika poželjno je prodisavanje trajnim pozitivnim tlakom kojeg isporučujemo endotrahealnim tubusom, nazalnim cjevčicama ili maskicom. Najčešće vrijednosti CPAP-a su od 3-6 cm H<sub>2</sub>O, ali ponekad možemo koristiti i puno više vrijednosti, i do 20 cm H<sub>2</sub>O, uz adekvatnu cirkulatornu potporu (4).

#### Osnovni principi strojnog prodisavanja

Strojno prodisavanje je terapijska mjera koju koristimo u onim stanjima u kojima bolesnik i nakon davanja dodatnog kisika ne može osigurati poželjne vrijednosti plinova u krvi odnosno ne može osigurati adekvatnu oksigenaciju i ventilaciju. Strojno prodisavanje može biti konvencionalno i nekonvencionalno. Konvencionalne metode strojnog prodisavanja su one u kojima uređaj (respirator) isporučuje predodređeni udisajni volumen u određenom ritmu u bolesnika. Ovisno o načinu određivanja osnovnih varijabli strojnog prodisavanja (tlak, volumen, inspiratorno vrijeme, ekspiratorno vrijeme, postotak udisajnog kisika, eventualna sinkronizacija itd.) razlikujemo više vrsta ventilacijskih modova od kojih ćemo spomenuti samo najčešće (4, 5).

- *IPPV (Intermittent Positive Pressure Ventilation)* - oblik strojnog prodisavanja u kojem respirator upuhuje disajnu smjesu u bolesnika pod zadanim tlakom i u zadanim vremenskim razmacima. U novije vrijeme zamjenjuje se manje agresivnim ventilacijskim modovima s obzirom da u ovome bolesnik nema nikakvu kontrolu nad ventilacijom.
- *IMV/SIMV ((Intermittent Mandatory Ventilation/Synchronized IMV)* - oblik prodisavanja koji omogućava bolesniku izvjestan stupanj samostalnog disanja. Respirator pomaže disajnoj funkciji bolesnika povremenim upuhivanjem u zadatom ritmu. Kod sinkroniziranog IMV-a su upuhivanja respiratora u vremenskom skladu s pokušajima disanja bolesnika te se bolesnik "ne bori s respiratorom".

- *PSV (Pressure Support Ventilation)* - respirator daje tlačnu potporu u predefiniranom stupnju svakom bolesnikovom udisaju. Jedan od "najnježnijih" ventilacijskih modova s obzirom da bolesnik svojim disanjem skoro u potpunosti kontrolira respirator.

Svi ovi ventilacijski modovi imaju i svoje inačice od kojih su neke specifične za određeni uređaj i/ili proizvođača medicinske opreme.

Nekonvencionalne metode strojnog prodisavanja su one u kojima se izmjena plinova te samim tim i potpora disanju postiže mehanizmima netipičnima za humanu fiziologiju disanja.

- *HFOV (High Frequency Oscillatory Ventilation)* - visokofrekventna oscilatorna ventilacija, u dišnim putovima titraju visokim frekvencijama od 6 do 20 Hz mali volumeni disajne smjese, manji od mrtvog prostora. Nepotpuno je razjašnjen mehanizam izmjene plinova na nivou alveolarne membrane.
- *LV (Liquid Ventilation)* - umjesto klasične disajne smjese kisik se do alveola isporučuje putem posebnih tekućih spojeva tzv. perfluorodika.
- *NO ventilacija (ventilacija dušičnim oksidom)* - u disajnu smjesu se dodaje dušični oksid koji ima jako vazodilacijsko djelovanje. NO ventilacija drastično je promijenila terapijski pristup bolesnicima s plućnom hipertenzijom kao uzrokom hipoksemije.
- *ECMO (Extra Corporeal Membrane Oxygenation)* - vantjelesna membranska oksigenacija, izrazito sofisticirana metoda disajne potpura u kojoj se koristi vantjelesni krvotok, a oksigenacija krvi vrši se izvan tijela. Metoda je izrazito skupa i složena te se provodi samo u rijetkim visokospecijaliziranim ustanovama.
- *Heliox (Helium - Oxygen Mixture)* - prodisavanje smjesom helija i kisika, koristi se zbog fizičkih karakteristika helija koji ima izrazito nisku gustoću te sa sobom nosi kisik do alveola i kod izrazitih opstruktivnih disajnih smetnji. Još uvijek se ispituju poziti-

vni i negativni efekti korištenja ove metode disajne potpore.

Zaključno možemo reći da je akutna respiratorna insuficijencija teško kliničko stanje od posebne važnosti u djece zbog fizioloških i anatomskih karakteristika dječje populacije. U pristupu djetetu s disajnim poteškoćama ključno je brzo prepoznavanje problema i sprječavanje razvoja potpunog zatajenja disanja i posljedičnog srčanog zastoja. Nakon pravilno provedenih temeljnih postupaka liječenja, u drugoj fazi imamo na

raspolaganju široki dijapazon terapijskih mogućnosti kojima možemo uspješno liječiti i najteža klinička stanja.

#### LITERATURA

1. Baker MD, Ruddy RM. Acute respiratory failure. U: Fleisher GR, Ludwig S, Henretig FM. Textbook of pediatric emergency medicine, 5. izd., Lippincott Williams and Wilkins, 2006; 1137-40.
2. Mackway-Jones K, Molyneux E, Phillips B, Wieteska S, urednici. Advanced paediatric life support, 4. izd., Blackwell publishing, 2005.
3. Dobyens E. Assessment and monitoring of respiratory function. U: Fuhrman BP, Zimmermann J. Pediatric critical care, izd. Mosby Elsevier, 2006; 530-5.
4. Venkataraman ST. Mechanical ventilation and respiratory care. U: Fuhrman BP, Zimmermann J. Pediatric critical care, izd. Mosby Elsevier, 2006; 683-718.
5. Gazdik M. Principi dijagnostike i liječenja respiratorne insuficijencije u djece. Paediatrica Croatica 2001; 45 (Suppl 1): 59-62.

#### Summary

#### ACUTE RESPIRATORY FAILURE IN CHILDHOOD

S. Dessardo

*Acute respiratory failure is a condition of inadequate respiratory function causing hypoxia and hypercapnia. Since respiration as one of the basic vital functions is a result of an interaction of several organic systems, a respiratory failure may be due to different illnesses and pathologic processes. In this paper we deal with the basic etiopathogenetic aspects of respiratory failure in childhood with special emphasis on the importance of prompt recognition of respiratory inadequacy in a child as well as the basics of treatment.*

Descriptors: RESPIRATORY DISTRESS, RESPIRATORY FAILURE, MECHANICAL VENTILATION