



Terapia cu oxigen la copii



World Health
Organization

Terapia cu oxigen la copii



**World Health
Organization**

Terapia cu oxigen la copii: un manual pentru lucrătorii medicali.

1. Anoxia - prevenire și control. 2. Terapia de inhalare a oxigenului. 3. Copilul spitalizat. 4. Pneumonia - complicații. 5. Manuale. Organizația Mondială a Sănătății.

ISBN 978 92 4 154955 4

(clasificarea NLM: WS 29)

© Organizația Mondială a Sănătății 2020

Toate drepturile sunt rezervate. Publicațiile OMS sunt disponibile pe pagina web a Organizației Mondiale a Sănătății (<http://www.who.int>) sau pot fi procurate de la WHO Press, Organizația Mondială a Sănătății, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Elveția (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; email: bookorders@who.int).

Solicitățile privind reproducerea sau traducerea publicațiilor OMS, fie în scop de comercializare, fie pentru distribuire necomercială, trebuie trimise la WHO Press prin intermediul paginii web al OMS (http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/index.html).

Desemnările utilizate și prezentarea materialului în această publicație nu implică exprimarea oricărei opinii din partea Organizației Mondiale a Sănătății privind statutul legal al oricărei țări, teritorii, oraș sau regiune, sau autorităților acestora, sau privind delimitarea frontierelor sau hotarelor acestora. Liniile punctate de pe hărți reprezintă liniile aproximative ale hotarelor cu privire la care încă nu s-a convenit în totalitate.

Menționarea unor companii specifice sau produse a unor producători nu implică faptul că acestea sunt aprobate sau recomandate de OMS drept preferință față de altele de o natură similară care nu sunt menționate. Erorile și omisiunile exceptate, denumirile produselor de proprietate sunt destinate cu litere majuscule inițiale.

Toate precauțiile au fost întreprinse de către OMS pentru a verifica informația din publicația dată. Totuși, materialul publicat este distribuit fără garanții explicite sau implicite. Responsabilitatea pentru interpretarea și utilizarea acestui material ține de cititor. În niciun caz OMS nu va purta răspundere pentru daunele ce derivă din utilizarea acesteia.

Cuprins

Acronime și abrevieri	V
Mulțumiri	VI
1. Introducere	1
1.1 Context	1
1.2 Scopul manualului	2
1.3 Audiența țintă	2
1.4 Procesul de elaborare	2
1.5 Suportul financiar	3
2. Hipoxemia și hipoxia	4
2.1 Definiții	4
2.2 Cauze la nou-născuți	7
2.3 Cauze la copii	7
2.3.1 Infecții respiratorii acute	7
2.3.2 Alte condiții	8
3. Depistarea hipoxemiei	9
3.1 Semne clinice	10
3.1.1 La nou-născuți	10
3.1.2 La copii	11
3.2 Pulsoximetria	14
3.2.1 Utilizare clinică	14
3.2.2 Caracteristici	14
3.3 Analiza gazelor sangvine	18
4. Sursele de oxigen și administrarea oxigenului	21
4.1 Surse	21
4.2 Metode de administrare	22

4.2.1	La nou-născuți	29
4.2.2	La copii	30
5.	Presiunea pozitivă continuă în căile aeriene	34
5.1	CPAP cu barbotare	34
5.2	Flux înalt umidificat prin pense nazale	37
6.	Umidificare	39
6.1	Argumente	39
6.2	Umidificatori cu barbotare neîncălziți	39
6.3	Siguranța umidificatorilor	40
6.4	Pe parcursul traheotomiei	41
7.	Monitorizarea progresului la copiii aflați pe oxigen	42
7.1	Când să oprim oxigenul	43
7.2	Îngrijirea generală a copiilor cu hipoxemie sau detresă respiratorie acută	44
Referințe		46
Anexa 1.	Utilizarea practică a pulsoximetriei în departamentele de copii	51
Anexa 2.	Administrarea oxigenului cu concentratoare	53
Anexa 3.	Administrarea oxigenului de la cilindri de oxigen	56

Acronime și abrevieri

CPAP	presiune pozitivă continuă în căile aeriene
F	French (măsura diametrului cateterului)
FiO ₂	fracțiune de oxigen inspirat
PaO ₂	presiunea parțială a oxigenului
PEEP	presiunea pozitivă la sfârșitul expirului
SaO ₂	saturația arterială a oxihemoglobinei după cum este măsurată prin analiza gazelor sanguine
SpO ₂	saturația arterială a oxihemoglobinei după cum este măsurată prin pulsoximetrie

Mulțumiri

Mulțumiri se aduc redactorului-șef, Profesorul Trevor Duke, din cadrul Centrului internațional pentru sănătatea copilului, Universitatea din Melbourne, Departamentul de Pediatrie, Spitalul Regal pentru Copii (Victoria, Australia).

De asemenea, se aduc mulțumiri persoanelor care au contribuit substanțial la pregătirea acestui manual: Olivier Fontaine (Franța); Susanne Carai (Germania); David Peel, Harry Campbell și Iain Wilson (Regatul Unit); Bernhard Frey (Elveția); Penny Enarson (Franța); Mike English (Kenya); și Bob Jacobson, Kathy Sanchez și Ravi Bansal (SUA).

Aducem mulțumiri următoarelor persoane care au revizuit manualul sau au contribuit la diverse subiecte: Sens Matai, Francis Wandt și Marilyn Jonathan (Papua Noua Guinee), Sophie La Vincente, Rami Subhi, Dave Tickell, Eleanor Neal și Amy Auge (Australia), Steve Howie (Noua Zeelandă), Grace Irimu (Kenya), Sandro Contini (Italia), Mike Dobson și Brigid Hayden (Regatul Unit) și KA Kelly McQueen și Hilary Cohen (SUA).

Exprimăm recunoștință angajaților OMS care au contribuit din punct de vedere tehnic pe parcursul pregătirii manualului: Rajiv Bahl, Martin Weber, Meena Cherian și Samira Aboubaker.

Publicația a fost coordonată de Wilson Were și Shamim Qazi din cadrul Departamentul sănătatea mamei, a nou-născutului, copilului și adolescentului.

De asemenea îi mulțumim lui David Woodroffed de la David Woodroffe Digital Illustration, pentru crearea ilustrațiilor.

1. Introducere

1.1 Context

În fiecare an, peste 5,9 milioane de copii mor, mai cu seamă din cauza unor boli ce pot fi prevenite sau ușor tratate, și peste 95% din aceste decese survin în țările în curs de dezvoltare. Pneumonia este principala cauză de deces în rândul copiilor cu vârsta de până la 5 ani, fiind responsabilă pentru cel puțin 18% din toate decesele în această categorie de vârstă (1).

În 2010 au fost estimate 120 milioane episoade de pneumonie în rândul copiilor cu vârsta sub 5 ani, dintre care 14 milioane au progresat până la boală gravă și 1,3 milioane au dus la deces (2). Hipoxemia (insuficiența de oxigen în sânge) este complicația fatală majoră a pneumoniei, sporind riscul survenirii decesului de multe ori. Se estimează că cel puțin 13,3% din copii cu pneumonie prezintă hipoxemie (3), ceea ce corespunde unui număr de 1,86 milioane de cazuri de pneumonie hipoxemică în fiecare an.

Circa 23% din 5,9 milioane de decese anuale în rândul copiilor rezultă din condiții neonatale, precum asfixie la naștere, septicemie și greutate redusă la naștere - toate acestea având potențialul de a induce hipoxemia. Toate aceste stări sporesc semnificativ povara hipoxemiei, în special în țările în curs de dezvoltare.

În pofida importanței sale în toate tipurile de boală severă acută, hipoxemia deseori nu este recunoscută sau bine gestionată în instituțiile limitate în resurse. Tratatamentul cu oxigen rămâne un lux inaccesibil pentru o mare parte din copiii grav bolnavi spitalizați în țările în curs de dezvoltare. Acest lucru este adevărat în special pentru pacienții din spitalele mici locale în care, chiar dacă sunt disponibile careva facilități pentru aprovizionarea cu oxigen, aprovizionarea este deseori inadecvată și beneficiile tratamentului ar putea fi diminuate din cauza echipamentului inadecvat și prost întreținut, personalului prost instruit sau ghidurilor/protocoalelor inadecvate.

Sporirea nivelului de conștientizare cu privire la aceste probleme va conduce la beneficii considerabile pentru sănătatea publică și clinică. Lucrătorii medicali trebuie să cunoască semnele clinice care sugerează prezența hipoxemiei. O depistare mai precisă a hipoxemiei poate fi atinsă prin utilizarea mai largă a pulsoximetriei - o metodă non-invazivă de a testa și măsura nivelul saturației de oxigen din organism sau nivelul oxigenului din sânge. Terapia cu oxigen trebuie să fie disponibilă mai pe larg; în multe locații îndepărtate pot fi utilizate concentratoarele de oxigen re ar putea să funcționeze în baza unei surse obișnuite sau alternative de alimentare.

Trebuie să fie întrunite câteva condiții pentru ca copiii cu hipoxemie să primească terapia corespunzătoare și neîntreruptă cu oxigen pentru atâta timp cât este necesar pentru a le salva viețile. În primul rând, un copil trebuie să fie recunoscut ca fiind hipoxemic - de un lucrător medical instruit - în baza semnelor clinice sau cu ajutorul unui pulsoximetru. După care, copilul recunoscut cu hipoxemie, trebuie să primească terapia adecvată și neîntreruptă cu oxigen pentru o durată adecvată.

Multe țări în curs de dezvoltare dispun de experiență în ceea ce privește aspectele clinice, organizaționale, de instruire și de tehnologii biomedicale de creare și menținere efectivă a sistemelor de aprovizionare cu oxigen în spitale și în instituțiile medicale mici. Există dovezi temeinice precum că utilizarea pulsoximetrului și disponibilitatea surselor fiabile de oxigen în spitalele de district și raionale ar putea reduce rata deceselor cauzate de pneumonie cu circa o treime (4).

Acest manual se axează pe aspectele clinice ale terapiei cu oxigen în rândul copiilor în instituțiile medicale. Sperăm că acesta va stimula eforturile de îmbunătățire a sistemelor cu oxigen pe plan mondial prin descrierea aspectelor practice pentru personalul medical, inginerii biomedicali, administratori și alt personal medical.

1.2 Scopul manualului

Acest manual face parte dintr-o serie de resurse privind îmbunătățirea calității asistenței pentru copiii grav bolnavi în instituțiile medicale. Acesta susține utilizarea îmbunătățită și disponibilitatea terapiei cu oxigen în instituții cu resurse limitate. Manualul abordează necesitatea de a depista în mod corect hipoxemia și de a utiliza pulsoximetria, sistemele de aprovizionare cu oxigen și monitorizarea pacienților încadrați în terapia cu oxigen. Adicional, manualul abordează utilizarea practică a pulsoximetriei, concentratoarelor și cilindrilor de oxigen. Scopul de bază este de a:

- spori nivelul de conștientizare și necesitatea de a îmbunătăți disponibilitatea terapiei cu oxigen în instituțiile cu resurse limitate;
- îmbunătăți depistarea și managementul hipoxemiei în cazul copiilor grav bolnavi;
- îmbunătăți aprovizionarea și monitorizarea pacienților încadrați în terapia cu oxigen.

Acest manual practic poate fi utilizat în majoritatea regiunilor lumii și poate fi adaptat circumstanțelor specifice țării.

1.3 Audiența țintă

Acest manual este destinat în mod primar lucrătorilor medicali, factorilor de decizie, inginerilor biomedicali, managerilor de programe destinate sănătății copiilor, administratorilor instituțiilor medicale și altui personal profesional paramedical implicat în asistența oferită copiilor. Acesta poate fi utilizat și ca resursă în instituțiile de instruire medicală și paramedicală înainte de angajare.

1.4 Procesul de elaborare

Procesul de elaborare a început cu o revizuire din oficiu a disponibilității și utilizării terapiei cu oxigen în spitale. A fost realizat și un proces consultativ cu utilizatorii finali și experții privind conținutul și formatul manualului. Drept urmare a acestui proces și în baza recomandărilor anterioare din partea Comitetului de revizuire a ghidurilor, s-a convenit elaborarea a două publicații separate, un manual privind utilizarea clinică a terapiei cu oxigen și un manual tehnic privind specificațiile surselor de oxigen.

În rezultat, acest manual este o actualizare a *Terapiei cu oxigen pentru infecțiile respiratorii acute la copiii mici în țările în curs de dezvoltare* publicat în 1993.

(http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/ari_93_28/en/). Acesta a fost actualizat și reorganizat pentru a oferi informații de bază privind depistarea și managementul hipoxemiei, sistemele de aprovizionare cu oxigen și monitorizarea terapiei cu oxigen la copii. Este o compilație de recomandări actualizate privind aprovizionarea și utilizarea oxigenului. La capitolele unde s-a constatat neajunsuri, au fost colectate dovezi și oferite recomandări actualizate și corespunzătoare, ce au devenit parte a ghidului privind triajul, evaluarea și tratamentul în urgențe pediatrice. Astfel, toate recomandările derivă din două publicații recente de bază:

- Recomandări pentru managementul afecțiunilor obișnuite din copilărie: dovezi pentru actualizarea tehnică a recomandărilor din ghid. Geneva: Organizația Mondială a Sănătății; 2012 (http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/management_childhood_conditions/en/)
- Triajul, evaluarea și tratamentul în urgențe pediatrice: asistență pentru copii în stare critică: ghid actualizat. Geneva: Organizația Mondială a Sănătății; 2016 (http://who.int/maternal_child_adolescent/documents/paediatricemergency-triageupdate/en/)

Abordarea față de managementul clinic derivă din Îndrumarul privind asistența spitalicească oferită copiilor. Ghid de conduită pentru cele mai răspândite afecțiuni la copii, ediția a 2-a. Geneva: Organizația Mondială a Sănătății; 2013 (http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/child_hospital_care/en/).

Specificațiile tehnice pentru concentratoarele de oxigen sunt preluate din Specificațiile tehnice pentru concentratoarele de oxigen (OMS Seria tehnică de dispozitive medicale). Geneva: Organizația Mondială a Sănătății; 2015 (http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/199326/1/9789241509886_eng.pdf)

1.5 Suportul financiar

Principala sursă de finanțare a realizării acestei lucrări vine de la Fundația Bill și Melinda Gates și Federația Rusă în cadrul inițiativei de îmbunătățire a calității asistenței. Iar buget adițional a fost asigurat de Centrul OMS de colaborare privind sănătatea copilului (CICH) din Melbourne, Australia.

2. Hipoxemia și hipoxia

Aprovizionarea redusă cu oxigen și utilizarea insuficientă de oxigen la nivel de celule survin în diverse circumstanțe. Dacă hipoxia nu este recunoscută, aceasta rezultă în disfuncția organelor și deces.

2.1 Definiții

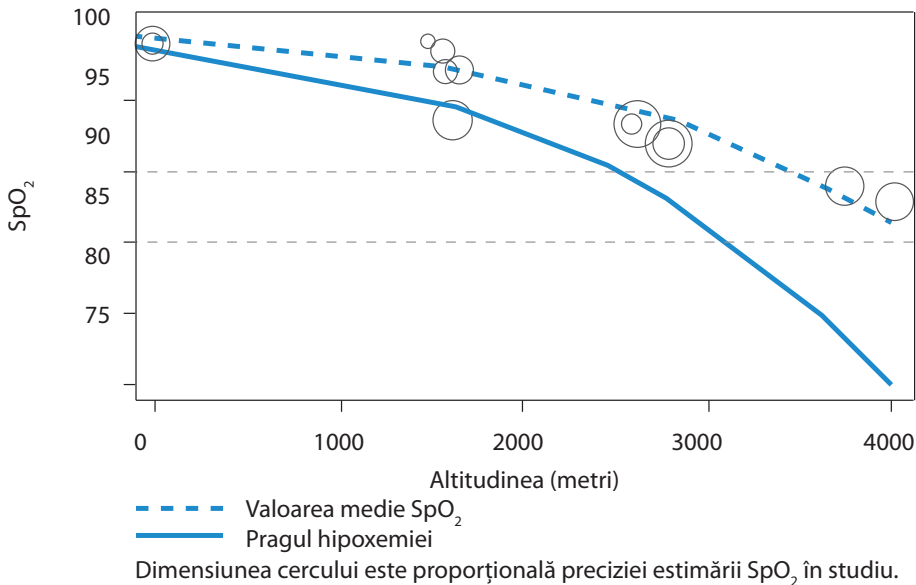
Hipoxemie înseamnă niveluri reduse de oxigen în sânge (saturația sau conținutul redus de oxigen în sânge). Hipoxie înseamnă nivel inadecvat de oxigen în țesuturi pentru funcționarea normală a celulelor și organelor și aceasta rezultă din hipoxemie. Hipoxemia survine deseori în boli precum infecțiile tractului respirator inferior (pneumonie severă sau bronșiolită), obstrucție a căilor aeriene superioare, astm sever, afecțiuni neonatale, precum asfixia la naștere și sindromul de detresă respiratorie, septicemie severă, insuficiență cardiacă, stop cardiac, traume, intoxicație cu monoxid de carbon, urgențe obstetrice și perioperatorii.

Deoarece toate funcțiile corpului uman necesită oxigen, privarea de oxigen ar putea induce efecte adverse severe asupra celulelor ce realizează procese biologice importante. Lipsa de oxigen duce foarte rapid la disfuncția sistemelor corpului uman și la deces. Astfel, hipoxemia este o afecțiune care pune în pericol viața și necesită a fi depistată și tratată cât de curând posibil.

Saturația arterială a oxihemoglobinei este denumită ca SaO_2 când este măsurată prin analiza gazelor sanguine și ca SpO_2 când este măsurată prin pulsoximetrie (pentru mai multe detalii, a se vedea [secțiunea 2](#)). Intervalul normal pentru SpO_2 la nivelul mării este de 97-99%, cu o limită inferioară (în medie, minus 2 devieri standard) de 94% (5). Din aceste considerente procentul este mai mic în rândul copiilor care locuiesc la altitudini mai mari din cauza presiunii parțiale a oxigenului mai reduse (PaO_2) la altitudini mai mari (a se vedea [Fig. 1](#) și textul de mai jos).

Volumul de oxigen utilizat variază odată cu pragul la care este definită hipoxemia și se administrează oxigen. Într-un spital s-a constatat că 13% de copii cu pneumonie erau cu hipoxemia la $\text{SpO}_2 < 85\%$, 26% - la $\text{SpO}_2 < 90\%$ și 44% - la $\text{SpO}_2 < 93\%$ (6). În practică, pragul la care se administrează oxigenul este deseori de $\text{SpO}_2 < 90\%$, ceea ce corespunde cu partea plană din curba de disociere a hemoglobinei-oxigenului ([Fig. 2](#)) și reprezintă o marjă de eroare sigură, acolo unde aprovizionarea cu oxigen este suficientă. Reducerile mici de SpO_2 mai jos de 90% pot reprezenta o cădere periculoasă a PaO_2 (partea abruptă a curbei).

În unele situații este necesară terapia cu oxigen la un prag mai mare de 90% a SpO_2 , cum ar fi alterarea gravă a aprovizionării cu oxigen de la plămâni spre țesuturile corpului și atunci când organele vitale sunt îndeosebi de susceptibile la niveluri reduse de oxigen. Drept exemple ar putea servi anemia severă (când nivelul de hemoglobină ar putea fi în mod normal saturat, dar să ofere prea puțin oxigen, din cauza nivelului redus de hemoglobină), insuficiență cardiacă severă, septicemie severă sau leziuni cerebrale sau copii grav bolnavi cu semne de urgență. În aceste condiții, în special la etapa de resuscitare, administrați oxigen dacă SpO_2 este $< 94\%$.

Fig. 1. Pragul hipoxemiei la diverse altitudini

Oxygenul este transportat prin sânge în două forme: dizolvat în mod fizic în plasmă (2%) și legat în mod chimic de molecula de hemoglobină din eritrocite (98%). Volumul de oxigen în sânge (suma ambelor forme, celei dizolvate și celei legate de hemoglobină) este descris în mL de O_2 per 100 mL de sânge (sau volum %).

Pentru a determina cât oxigen este dizolvat în plasmă, se măsoară tensiunea arterială a oxigenului sau presiunea parțială a oxigenului (PaO_2) (în mm Hg sau kPa). PaO_2 este o măsurare doar a moleculelor de oxigen dizolvate în plasmă și a nu a celor care sunt legate de hemoglobină; totuși, deoarece există o balanță dinamică între moleculele de oxigen care se dizolvă în mod liber și moleculele de oxigen care se leagă de hemoglobină, saturația cu oxigen poate fi calculată de la PaO_2 . Această relație este descrisă de curba de disociere hemoglobină-oxigen (Fig. 2).

„Standardul de aur” pentru măsurarea tensiunii arteriale a oxigenului (PaO_2) și pentru calcularea saturației cu oxigen este analiza gazelor sanguine. Totuși, această metodă este invazivă, dureroasă și neplăcută pentru pacient, iar aparatele și reactivile pentru analiza gazelor sanguine sunt foarte costisitoare. Din aceste considerente, metoda dată nu este una potrivită în majoritatea spitalelor la nivel local din țările în curs de dezvoltare.

Principalul purtător al oxigenului prin sânge este hemoglobina și fiecare moleculă de hemoglobină poate purta patru molecule de oxigen. Conținutul de oxigen al hemoglobinei este exprimat în saturația cu oxigen (SO_2), i.e. coraportul între hemoglobina care duce oxigenul (oxihemoglobina) și numărul total de hemoglobină. Când saturația cu oxigen a hemoglobinei arteriale este măsurată prin analiza gazelor sanguine – este SaO_2 , și când este măsurată non-invaziv prin pulsoximetrie (a se vedea secțiunea 2) – este SpO_2 (saturația arterială a oxihemoglobinei). Astfel, în acest Ghid, SpO_2 , care este legat de PaO_2 , este utilizat pentru a defini hipoxemia (a se vedea Fig. 2).

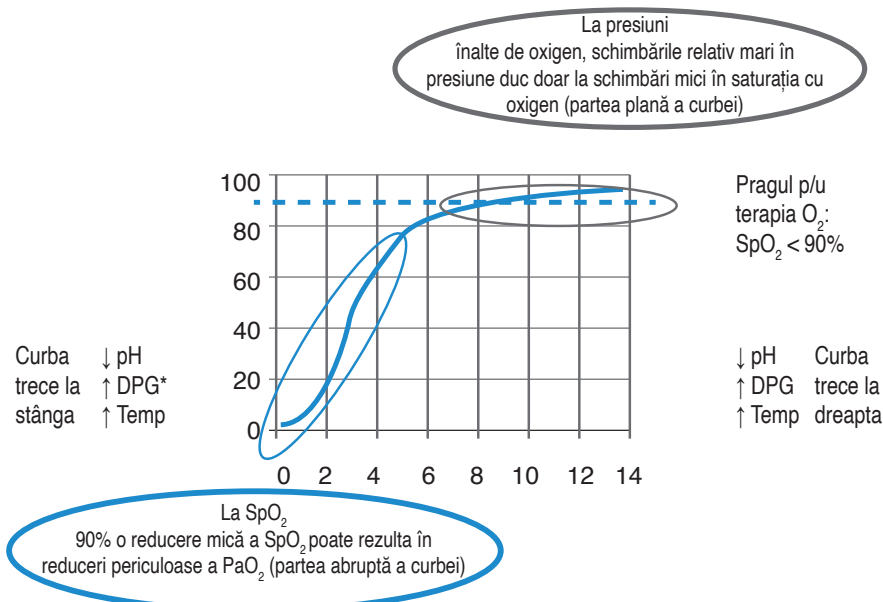
Curba de disociere hemoglobină-oxigen

Curba de disociere hemoglobină-oxigen se echivalează în mod matematic cu procentul de saturație cu oxigen a hemoglobinei (SpO_2 sau SaO_2) față de PaO_2 în sânge. Numărul moleculelor de O_2 dizolvate în plasmă determină (împreună cu alți factori) câte molecule se vor lega de hemoglobină. La un nivel înalt de PaO_2 (de exemplu, în plămâni), oxigenul se va lega de hemoglobină. În țesuturile deprivă de oxigen, PaO_2 va scădea (oxigenul dizolvat trece din sânge în țesuturi) și prin consecință, hemoglobina va elibera oxigen.

Totuși, tendința hemoglobinei de a lega oxigenul nu este una liniară. Fiecare moleculă de hemoglobină poate purta patru molecule de oxigen și tendința de a lega molecule de oxigen devine mai mare după ce este legată prima moleculă; din aceste considerente, curba de disociere are o formă sigmoidă. Deoarece este atins volumul maxim ce poate fi legat și hemoglobina devine saturată cu oxigen, se mai întâmplă și unele asocieri adiționale mici și astfel curba se nivelează. Prin urmare, la o presiune de oxigen înaltă, schimbările relativ mari în presiune duc doar la schimbări mici în saturația cu oxigen (partea plată a curbei). Sub o saturație cu oxigen de 90%, micile căderi ale PaO_2 rezultă în căderi mult mai mari ale SpO_2 (partea abruptă a curbei).

Este important de notat faptul că disocierea oxigenului este afectată direct și de schimbările în temperatură, pH și 2,3-difosfoglicerate.

Fig. 2. Curba de disociere hemoglobină-oxigen



* DPG este 2,3-difosfoglicerat

2.2 Cauze la nou-născuți

În primele patru ore după naștere, nou-născuții normali au o saturație cu oxigen de obicei mai redusă. Ar putea dura de la o oră până la mai multe pentru ca saturația cu oxigen să ajungă la nivelele de peste 90%. Nivelul normal pentru un nou-născut în primele ore de viață este de obicei de 88% sau peste (7). Astfel, terapia cu oxigen trebuie să atingă acest nivel.

Un șir de condiții ce ar putea duce la hipoxemia survin doar sau cu o frecvență mai mare la nou-născuți în special în sindromul de detresă respiratorie, asfixie la naștere și tahipnee transientă la nou-născuți. Pneumonia, de asemenea, se întâlnește frecvent (8). Nou-născuții afectați de naștere prematură, septicemie, convulsii sau hipoglicemie sunt predispuși apneei. Apneea și hipoventilația, de asemenea, pot surveni în cazul nou-născuților fără afecțiuni, dar cu o greutate foarte mică la naștere (< 1,5 kg sau vârstă gestațională < 32 săptămâni) din cauza căilor respiratorii imature (apnee de prematuritate). Apneea poate duce la hipoxemia și reduce pulsul (bradicardie), astfel reducând în continuare aprovizionarea cu oxigen a țesuturilor.

2.3 Cauze la copii

2.3.1 Infecții respiratorii acute

Hipoxemia este o complicație frecventă în cazul infecțiilor acute ale tractului respirator inferior în rândul copiilor și este un factor de risc important pentru deces. Cele mai frecvente din aceste infecții sunt pneumonia și bronșiolita, care reprezintă majoritatea cazurilor de hipoxemie în rândul copiilor în țările în curs de dezvoltare. Într-o revizuire sistematică a studiilor a peste 20.000 de copii cu pneumonie acută sau alte infecții ale tractului respirator inferior, prevalența mediană a hipoxemiei în rândul copiilor cu pneumonie severă și foarte severă (clasificarea clinică OMS) a fost de 13% (9-38%) (3). Ținând cont de faptul că circa 14 milioane de copii prezintă în fiecare an pneumonii severe sau foarte severe (2), acest număr corespunde la 1,86 milioane de cazuri de pneumonie hipoxemică anual.

Prevalența hipoxemiei în general este mai mare în spitalele de referire - unele rate depășesc 50% pentru copiii cu pneumonie severă - decât în instituțiile de asistență medicală primară, deoarece copiii grav bolnavi sunt îndreptați la spitale. Hipoxemia de asemenea este mai frecventă la altitudini mai mari, la vârste mai fragede și aparent în anumite regiuni geografice (3).

Pneumonia în rândul copiilor survine cel mai frecvent din cauza bacteriilor

(*Streptococcus pneumoniae* și *Haemophilus influenzae*) și virusurilor (virusul sincitial respirator și virusul gripal). Alți patogeni sunt frecvenți în anumite grupe de risc înalt, cum ar fi copii subnutriți, nou-născuții, copiii cu HIV, care ar putea să se infecteze cu patogeni, inclusiv cu *Staphylococcus aureus*, bacilii enterici Gram negativi, cum ar fi *Escherichia coli* și speciile *Klebsiella*, *Pneumocystis jiroveci* (anterior *Pneumocystis carinii*) și *Mycobacterium tuberculosis*. Hipoxemia poate fi o complicație a pneumoniei din cauza oricărui din acești patogeni, în funcție de severitate și stadiu de prezentare. Epidemia de gripă reprezintă un risc potențial, iar pentru managementul eficient al acesteia sunt necesare sisteme efective de oxigen în toate țările.

2.3.2 Alte afecțiuni

Hipoxemia de asemenea survine în rândul copiilor cu alte maladii, cum ar fi astmul acut, meningita și septicemia, dar este mai puțin frecventă în cazul infecțiilor acute ale tractului respirator inferior. Astmul este o problemă globală în creștere, mai ales în rândul populației de clasă mijlocie, odată cu creșterea urbanizării. Într-un studiu, 13 din 51 de copii care s-au prezentat la un departament de urgențe din India cu astm aveau hipoxemie (9). Alte afecțiuni în care poate surveni hipoxemia includ stopul cardiac sau insuficiența cardiacă, anemia, intoxicația cu monoxid de carbon, traumele și urgențele perioperatorii. Chiar și afecțiunile care rar sunt complicate de hipoxemie, cum ar fi malaria (3-5% din toate cazurile spitalizate prezintă hipoxemie), pot contribui substanțial la povara globală a hipoxemiei, deoarece sunt atât de frecvente (3).

MESAJE-CHEIE

- Hipoxemia este o stare ce pune viața în pericol.
- Hipoxemia survine frecvent în rândul copiilor cu pneumonie, afecțiuni neonatale frecvente, traume sau urgențe perioperatorii.
- Hipoxemia poate fi tratată ușor prin oferirea de oxigen.
- Saturația arterială cu oxigen (nivelul de oxigen în sânge) este numită SaO_2 sau SpO_2 .
- Intervalul normal pentru SpO_2 la nivelul mării este de 94-100%.
- Copii care locuiesc la altitudini înalte prezintă niveluri mai reduse de saturație cu oxigen, astfel, pragul pentru oferirea de oxigen în acest caz este mai redus la altitudini mai mari. Totuși, la altitudini mai mari, pneumonia acută poate progresa mai rapid până la hipoxemie severă, astfel încât este cu mult mai probabil că va fi nevoie de oxigen.
- În prima oră după naștere, nou-născuții prezintă un nivel mai mic decât cel normal de saturație cu oxigen. Ar putea dura vreo oră sau mai mult pentru ca saturația cu oxigen să ajungă până la $\geq 90\%$.

3. Depistarea hipoxemiei

Clinicienii pot depista hipoxemia în baza semnelor clinice, cu pulsoximetre sau prin analiza gazelor sangvine. Această secțiune prezintă aceste metode și explică avantajele și dezavantajele fiecăreia.

Hipoxemia severă poate fi recunoscută deseori prin anumite **semne clinice**, cum ar fi colorarea în albastru a limbii sau gingiilor (cianoză centrală), respirație nazală zgomotoasă, incapacitatea de a bea sau a mânca (din cauza detresei respiratorii), șuierat la fiecare răsuflare și stare mentală deprimată (de exemplu, somnolență, stare letargică). În unele situații și în funcție de starea clinică generală, copiii cu următoarele semne mai puțin specifice prezintă hipoxemie: respirație rapidă (rata respiratorie de 70/min sau mai mult), afectarea severă a toracelui inferior și mișcarea capului. Acestea sunt semne importante ce trebuie să fie cunoscute de toți lucrătorii medicali și este esențial ca aceștia să poată să recunoască în general pacienții foarte bolnavi. Totuși, chiar și cele mai bune observări ale semnelor clinice deseori rezultă în diagnosticarea greșită a hipoxemiei în rândul copiilor cu saturație normală de oxigen sau nedepistarea hipoxemiei în rândul altora.

Pulsoximetria este cea mai precisă metodă non-invazivă pentru depistarea hipoxemiei. Metoda dată este utilizată pentru a măsura procentul de hemoglobină oxigenată în sângele arterial (SpO_2). Pulsoximetrul constă dintr-un dispozitiv computerizat sau o sondă senzorială, care este atașată de degetul de la mână, degetul de la picior sau lobul urechii pacientului. Oximetrul afișează SpO_2 cu un semnal auditiv pentru fiecare bătaie de puls, o rată a pulsului și, în majoritatea modelelor, o afișare grafică a fluxului sangvin care trece prin sondă (pletismografie sau unda pulsului). Tehnologia este robustă și costă destul de puțin. Pulsoximetrele pot fi utilizate atât pentru a depista, cât și pentru a monitoriza hipoxemia, pentru a utiliza mai eficient aprovizionarea cu oxigen și pentru a îmbunătăți monitorizarea pacientului; acestea sunt cost-eficiente pentru spitalele de nivel local (10).

Analiza gazelor sangvine este o altă metodă foarte precisă pentru depistarea hipoxemiei. Se utilizează pentru a măsura presiunea parțială a oxigenului (PaO_2) și bioxidului de carbon în sânge și de asemenea pH sângelui și concentrațiile de electroliți principali. Metoda are câteva deficiențe. Analizatorii gazelor sangvine sunt foarte costisitori și reactivile chimice reprezintă un cost recurent mare, ceea ce ar putea fi neaccesibil din punct de vedere financiar pentru spitalele cu resurse limitate. Pot surveni ușor și măsurări incorecte induse de factori precum recoltarea proastă a probei (în special din partea unui copil care nu cooperează și se zbate), întârzieri în transferul probei către un laborator, condiții inadecvate de depozitare înainte de analiză și mentenanță inadecvată sau controlul inadecvat al calității în laborator. Metoda, de asemenea, este invazivă și dezagreabilă, deoarece implică recoltarea de sânge. Din aceste considerente, analiza gazelor sangvine nu este potrivită pentru majoritatea spitalelor cu resurse limitate.

RECOMANDĂRI PENTRU DEPISTAREA HIPOXEMIEI

	RECOMANDARE	CALITATEA DOVEZILOR
1.	Utilizarea pulsoximetrului p/u depistarea hipoxemiei.^a	
	Pulsoximetria este recomandată pentru determinarea prezenței hipoxemiei și pentru ghidarea administrării terapiei cu oxigen în rândul sugarilor și copiilor.	<i>Recomandare temeinică (dovadă de calitate redusă)</i>
2.	Când sunt utilizate semnele clinice p/u depistarea hipoxemiei la copii:^b	
(a)	Utilizați pulsoximetrul ori de câte ori e posibil pentru depistarea hipoxemiei la copiii cu infecții severe ale tractului respirator inferior. Dacă este disponibil un pulsoximetru, pot fi utilizate următoarele semne clinice pentru a determina utilizarea terapiei cu oxigen: ■ cianoză centrală ■ respirație nazală zgomotoasă ■ incapacitatea de a bea sau mânca (din cauza detresei respiratorii) ■ șuierat la fiecare răsuflare ■ stare mentală deprimată (de ex. somnolență, stare letargică)	<i>Recomandare temeinică (dovadă de calitate redusă)</i>
(b)	În unele situații și în funcție de starea clinică generală, copiii cu următoarele semne mai puțin specifice de asemenea ar putea avea nevoie de oxigen: ■ afectarea severă a toracelui inferior ■ rata respiratorie $\geq 70/\text{min}$ ■ mișcarea capului	<i>Recomandare temeinică (dovadă de calitate foarte redusă)</i>

^a Deși n-au fost raportate studii privind compararea măsurării gazelor sangvine cu pulsoximetre în rândul copiilor, o metaanaliză a studiilor în rândul adulților a demonstrat o corelare foarte înaltă (11). Pulsoximetria este o metodă neinvazivă, ușor de realizat și nu necesită careva abilități speciale.

^b Semnele clinice sunt foarte nefiabile pentru depistarea hipoxemiei și nu trebuie de bazat pe acestea, cu excepția cazurilor când nu sunt disponibile pulsoximetre.

3.1 Semne clinice

Semnele clinice nu sunt indicatori siguri ai hipoxemiei și doar utilizarea acestora pentru diagnostic ar putea duce la rezultate fals-pozitive sau fals-negative. În multe situații, totuși, precum în instituțiile de asistență medicală primară sau în triajul în cadrul unui departament de asistență spitalicească sau de urgență, ar putea să nu fie posibil de realizat pulsoximetria. Diverse semne clinice indică asupra hipoxemiei în rândul nou-născuților, copiilor și adulților. Este important ca lucrătorii medicali să poată identifica clinic pacienții foarte bolnavi și să poată identifica semnele clinice ale hipoxemiei, decât de a avea încredere în echipamentul de monitorizare ce nu este disponibil sau funcționează prost.

3.1.1 La nou-născuți

Semnele hipoxemiei la nou-născuți și sugari nu sunt specifice, uneori rezultând în recunoașterea tardivă de părinți și prezentarea la un stadiu relativ avansat. Chiar și un lucrător medical cu experiență ar putea să depisteze hipoxemia cu dificultăți.

Ca și în cazul sugarilor mai mari și a copiilor (a se vedea următoarea secțiune), niciun semn clinic nu poate fi utilizat pentru a identifica toți nou-născuții hipoxemici. Câteva studii au demonstrat că în cazul nou-născuților, ca și în cazul sugarilor și a copiilor, respirația rapidă este insensibilă (de exemplu, mulți copii cu hipoxemie ar putea să nu prezinte respirație rapidă) și nespecifică (de exemplu, mulți copii cu respirație rapidă nu sunt hipoxemici) pentru depistarea hipoxemiei. Ca și în cazul copiilor mai mari, cianoza este cel mai specific semn clinic, dar peste o pătrime din nou-născuții cu hipoxemie n-au fost identificați cu cianoză.

Aceste considerații susțin temeinic utilizarea pulsoximetriei în managementul nou-născuților bolnavi și importanța instruirii lucrătorilor medicali în screening-ul acestor semne clinice frecvente. Monitorizarea apneei, de asemenea, este recomandată pentru monitorizarea sugarilor cu greutate foarte mică la naștere și a celor născuți prematur, atunci când aceasta este disponibilă.

3.1.2 La copii

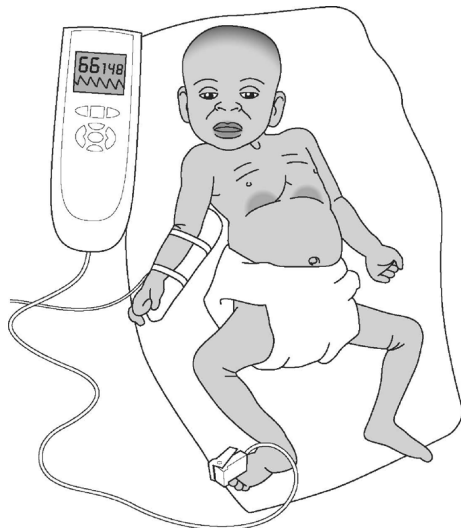
Această secțiune descrie semnele clinice ce sugerează prezența hipoxemiei la copii. Precizia semnelor clinice pentru prezicerea hipoxemiei a fost revizuită (12, 13).

Cianoza centrală

Hemoglobina oxigenată este roșie, pe când hemoglobina dezoxigenată este albastră. Dacă eritrocitele din sânge nu sunt încărcate complet cu oxigen, pielea și membranele mucoase devin albastre. Această stare este cunoscută ca cianoză centrală (a se vedea Fig. 3).

Fig. 3. Copil cu cianoză centrală și retracție a toracelui

Monitorul indică că SpO_2 este 66% și unda pulsului este bună, confirmând prezența hipoxemiei severe. Copilului trebuie să i se administreze de urgență oxigen.



Identificarea cianozei centrale poate fi dificilă. Examinarea limbii sau a gingiilor (nu a buzelor) la lumina soarelui sau la lumina unui bec incandescent (chiar și o persoană sănătoasă poate arăta un pic albastră la lumină fluorescentă). Dacă nu sunteți siguri, comparați culoarea limbii copilului cu cea a mamei. Decolorarea în albastru a patului unghial indică cianoză periferică, care poate surveni cu vasoconstricție intensă drept rezultat al hipotermiei, expunere la temperatură ambientală sau șoc circulator. Uneori, cianoza periferică survine fără hipoxemie.

În rândul copiilor cu anemie severă sau cu membrane mucoase puternic pigmentate, cianoza poate fi depistată doar la niveluri severe de hipoxemie (14). Cianoza centrală este insensibilă pentru depistarea cu acuratețe a hipoxemiei, deoarece este depistată în mai puțin de 50% din toți copiii cu hipoxemie; totuși, este foarte specifică pentru depistarea hipoxemiei: practic toți copiii cu cianoză centrală prezintă hipoxemie și trebuie astfel să primească oxigen (13).

Rata respiratorie sporită

O creștere a ratei respiratorii (> 70 respirații/min la copiii de la 2 luni până la 5 ani) este un răspuns fiziologic la hipoxie, însă rata respiratorie este afectată de vârstă (15, 16), malnutriție (17), altitudine (18, 19) și prezența anemiei sau febrei (20). Aceasta este cel mai bine măsurată prin observarea mișcării peretelui toracic timp de 60 s (21).

Majoritatea studiilor care sugerează că rata respiratorie sporită este un indicator util al hipoxemiei au fost realizate la altitudini înalte (18, 19). La nivelul mării, acest indicator este un prezicător prost (22) și rezultatele depind de punctul-limită selectat. Cu o limită mai mare, mai puțini copii vor fi identificați, însă o proporție mai mare din aceștia vor prezenta hipoxemie (15, 23). În majoritatea circumstanțelor, doar tahipneea (fără niciun alt semn de detresă respiratorie acută sau hipoxemie) nu este un indicator util pentru terapia cu oxigen (12).

Coma, letargia severă, prostrația sau convulsiile prelungite

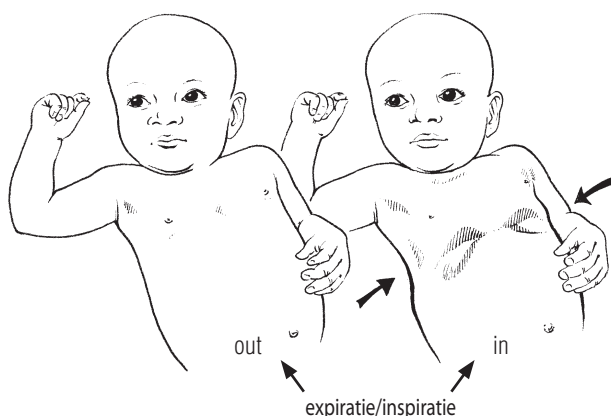
Coma sau convulsiile prelungite (care durează mai mult de câteva minute) expun copilul unui risc semnificativ de hipoxemie. Aceste condiții pot fi asociate cu deprimarea respiratorie, ducând la hipoventilație sau ar putea compromite protecția căilor aeriene și duce la aspirație. Coma este un semn nespecific al hipoxemiei: mulți copii în comă de lungă durată nu prezintă hipoxemie. Toți copiii în comă trebuie să fie examinați minuțios pentru prezența altor semne clinice care indică asupra hipoxemiei (cianoza, retracție a toracelui) sau obstrucția căilor aeriene (stridor) și trebuie să li se administreze oxigen, dacă sunt anumite incertitudini. Copiii în comă din cauza unei boli acute (cum ar fi meningita, trauma, malaria cerebrală) sau cu prostrație și cei cu convulsii prelungite trebuie să primească imediat oxigen. În același timp, este vital să se asigure permeabilitatea căilor aeriene, să se protejeze căile aeriene de o compromitere ulterioară (cum ar fi aspirația) și să se asigure respirația adecvată (ventilația).

Retracția severă a toracelui inferior

Retracția toracelui este mișcarea spre interior a toracelui inferior odată cu inspirația (a se vedea **Fig. 4**). Odată cu retracția peretelui toracelui inferior, acesta se retrage când copilul inspiră; dacă doar țesuturile moi între coaste sau deasupra claviculei se retrag când copilul respiră - aceasta nu reprezintă o retracție a peretelui toracelui inferior. Deoarece retracția toracelui este un semn-cheie în diagnosticarea și clasificarea pneumoniei, mulți copii spitalizați pentru pneumonie ar putea să prezinte starea dată într-o anumită măsură. Din aceste considerente, este dificil de cuantificat utilitatea retracției severe în prezicerea hipoxemiei. În absența pulsoximetriei pentru a confirma prezența hipoxemiei, copiii cu retracție severă a toracelui inferior trebuie să fie clasificați ca copii cu detresă respiratorie acută și să li se administreze oxigen.

Dacă aprovizionarea cu oxigen este limitată, nu utilizați doar retracția severă a toracelui inferior ca un semn pentru administrarea oxigenului (12).

Fig. 4. Retracția severă a toracelui inferior indică faptul că acest copil are nevoie de oxigen.



Mișcarea capului, șuierat și sforăit

Șuieratul la expirare și sforăitul (respirația nazală zgomotoasă) sunt semne importante ale detresei respiratorii severe, în special în cazul sugarilor, și indică asupra necesității imediate de oxigen.

În cazul mișcării capului, capul se apleacă în jos spre piept de fiecare dată când copilul inspiră, drept rezultat al utilizării mușchilor auxiliari în respirație. Utilitatea acestui semn n-a fost studiată pe larg. Două studii în aceeași locație au demonstrat că majoritatea copiilor cu acest semn prezintă hipoxemie; totuși, mulți copii hipoxemici nu prezintă acest semn (22, 24).

Crepitații sau raluri

Crepitațiile sau ralurile sunt niște sunete respiratorii anormale ce pot fi auzite cu un stetoscop, rezultând din trecerea aerului prin lichid în tractul respirator (fie bronhii sau alveole). Câteva studii au constatat că acest semn e asociat semnificativ cu hipoxemia, în special la copiii mai mici (15, 24, 25). Ar putea fi dificil pentru personal fără instruire să utilizeze un stetoscop pentru a distinge acest sunet.

Incapacitatea de a bea

În cazul unui sugar mic, neputința de a mânca înseamnă preluarea mai puțin de jumătate din volumul obișnuit de parcursul alăptatului sau hrănirii cu sticlăuță. În cazul copiilor mai mari, acest fapt înseamnă neputința de a bea totalmente. Aceste cazuri includ sugarii sau copiii care sunt prea slabi pentru a bea, atunci când li se oferă lichide, cei care nu pot să sugă sau să înghită sau care vomită în mod repetat și nu rețin nimic. Deși la alăptare copiii ar putea avea dificultăți să sugă când nasul lor este blocat, dacă ei nu sunt grav bolnavi, ei oricum pot fi alăptați când nasul lor este curățat; această condiție nu trebuie să fie clasificată ca „incapacitate de a bea”.

Incapacitatea de a bea este un semn nespecific al hipoxemiei: mai puțin de jumătate dintre copii cu acest semn prezintă hipoxemie.

3.2 Pulsoximetria

Un pulsoximetru măsoară saturația cu oxigen a hemoglobinei în sânge prin compararea absorbției luminii de diferite lungimi de unde de-a lungul unei părți translucide a corpului. Pulsoximetria este cea mai bună metodă disponibilă pentru depistarea și monitorizarea hipoxemiei.

3.2.1 Utilizarea clinică

Chiar și cele mai bune combinații ale semnelor clinice frecvent duc la diagnosticarea greșită a hipoxemiei în rândul unor pacienți cu saturație normală în oxigen sau nu depistează alți pacienți hipoxemici. Pulsoximetria a identificat corect hipoxemia în 20-30% mai mulți copii decât în cazul observării doar semnelor (7, 22, 24). Când este utilizată în mod corect, pulsoximetria permite monitorizarea fiabilă cu puține incomodități pentru pacient și este un standard acceptat pentru depistarea hipoxemiei (26).

Deoarece nu toți pacienții cu semne uneori asociate cu hipoxemie prezintă această stare, utilizarea pulsoximetriei poate să reducă administrarea de prisos a oxigenului, astfel asigurând utilizarea eficientă a unei resurse costisitoare. Tehnologia robustă și prețul pulsoximetrelor este acum mai mic decât în trecut. Pulsoximetria este o intervenție importantă în spitalele cu numere mari de copii cu boli respiratorii acute (27). Astfel pulsoximetria trebuie să fie realizată pentru toți pacienții spitalizați cu boli respiratorii, semne de urgență sau orice semn de hipoxemie. Pe parcursul triajului, toți pacienții cu semne clinice de hipoxemie și copii și nou-născuții cu orice semn de „urgență sau prioritate” trebuie să fie supuși unui screening cu pulsoximetria (a se vedea mai jos) (28), pentru a asigura identificarea pacienților care cel mai probabil sunt hipoxemici.

3.2.2 Caracteristicile unui pulsoximetru

Alarma

Alarma privind nivelul scăzut al bateriei este esențială pentru a alerta lucrătorii medicali precum că aparatul trebuie să fie încărcat - pus în priză (rețea de curent alternativ [CA]). Un pulsoximetru trebuie să fie conectat la rețeaua de curent electric atunci când nu este utilizat într-un departament. Dacă bateria internă se descarcă, acesta va funcționa doar dacă este pus în priză și utilitatea acestuia ca un instrument portabil de monitorizare va fi limitată.

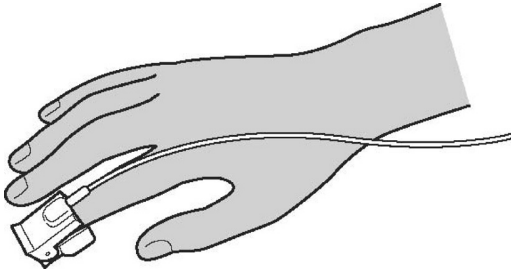
Senzori

O varietate vastă de sonde sunt disponibile de diverse mărimi. Este important de ales o sondă senzor care este potrivită dimensiunii pacientului. Unele sunt de unică folosință; pot fi reutilizate pentru câțiva pacienți, dar sunt dificile de a fi curățate, și adezivul se șterge după câteva utilizări. Sunt câteva tipuri de sonde digitale de o durată mai mare, care sunt mai costisitoare, dar și mai durabile. Pentru adulți sunt niște clame din plastic tare pentru degete (**Fig. 6**); însă acestea nu pot fi prinse bine în cazul copiilor sau sugarilor.

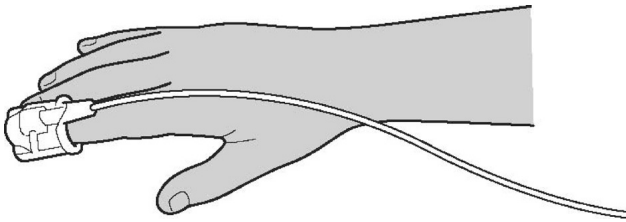
SEMN DE URGENȚĂ	SEMN PRIORITAR	SEMN DE HIPOXEMIE
Semnele de urgență includ: ■ respirație obstrucționată sau absentă ■ detresă respiratorie acută ■ cianoză centrală ■ semne de șoc: mâini reci, timp de reumplere capilară > 3 s, ritm cardiac sporit cu puls slăbit, și tensiune arterială nemăsurabilă sau joasă ■ comă sau nivel grav redus de conștiință ■ convulsii ■ semne de deshidratare severă a copilului cu diaree: letargie, ochi înfundați, revenirea foarte lentă a pielii după ciupire sau oricare două din acestea	Semnele prioritare ce trebuie să fie recunoscute: ■ Sugar micuț: orice sugar bolnav < 2 luni ■ Temperatura: copilul este foarte fierbinte ■ Traume sau altă stare chirurgicală ■ Paliditate (severă) ■ Intoxicație (în anamneză) ■ Durere (severă) ■ Detresă respiratorie ■ Agitație, irascibilitate continuă sau letargie ■ Referire (urgentă) ■ Malnutriție: declin vizibil sever ■ Edemul ambelor picioare ■ Arsuri (majore) Aceste semne pot fi memorate din mnemotehnica 3TPR MOB.	Oxygenul trebuie să fie acordat copiilor cu oricare din următoarele semne: ■ $SpO_2 < 90\%$ ■ cianoză centrală ■ respirație nazală zgomotoasă ■ incapacitatea de a bea sau mânca (când este cauzat de detresă respiratorie) ■ șuierat la fiecare respirație ■ stare mentală deprimată (de exemplu, somnolență, letargie) În unele situații și în dependență de starea clinică generală, copiii cu următoarele semne mai puțin specifice de asemenea ar putea avea nevoie de oxigen: ■ retracție severă a toracelui inferior ■ rata respiratorie $\geq 70/\text{min}$ ■ mișcarea capului, de exemplu, o mișcare a capului sincronă cu respirația și indicând detresă respiratorie acută

Fig. 5. O asistentă medicală verifică hipoxemia la sugar cu un pulsioximetru, la spitalizare

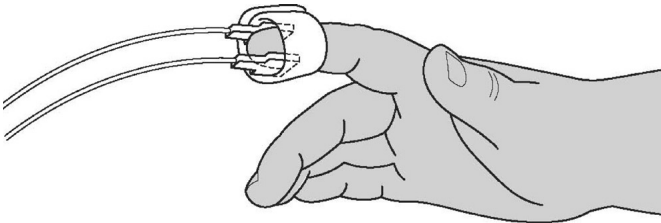


Fig. 6. Clame din plastic tare pentru degete la adulți

Un tip de sondă care poate fi utilizată pentru toți pacienții de toate vârstele și dimensiunile este un dispozitiv cu un buzunar din cauciuc moale (Fig. 7). Deoarece buzunarul este moale, sonda de obicei ia forma degetelor copiilor și adulților. Aceste sonde moi sunt ideal pentru verificarea rapidă și monitorizarea zilnică, deoarece nu au nevoie de adeziv.

Fig. 7. Sondă din cauciuc moale cu senzor

O altă alternativă este sonda digitală cu „senzor Y” (Fig. 8), dar are nevoie de a fi atașată de mână, picior, degetul de la mână sau degetul de la picior. Acestea pot fi ideale pentru nou-născuți și copiii mai mici și pot fi atașate de piciorul sau mâna nou-născuților cu greutate foarte mică la naștere. Unele sonde sunt prevăzute pentru a fi atașate de lobul urechii, dar acestea în general sunt mai puțin utile pentru un șir de vârste sau pentru verificările rapide și monitorizările zilnice.

Fig. 8. Sondă cu senzor Y

Sondele și cablurile de conexiune sunt sensibile și pot fi deteriorate ușor dacă sunt călcate. Cablurile se strică mai frecvent odată cu vechimea mai mare a pulsoximetrelor. Clamele cu senzori durează circa 6 luni în mediu și pot fi utilizate pentru mai mulți copii (27). Este important mereu să fie o sondă de rezervă, în cazul în care una din cele utilizate se deteriorează.

Ecrane

Mai jos sunt oferite exemple de ecrane de pulsoximetre care afișează valori normale și anormale.

Fig. 9 arată un pulsoximetru cu valori normale (rata pulsului = 102 bătăi/min; $\text{SpO}_2 = 97\%$) și o undă pletizimografică (pulsul) indicând o citire validă și o urmă arterială bună.

Fig. 9. Pulsoximetrul indică o valoare normală

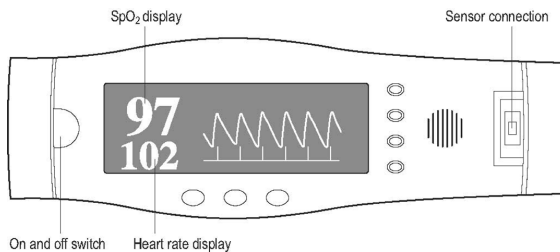
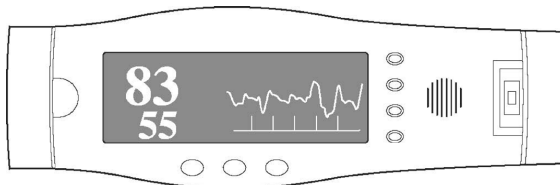


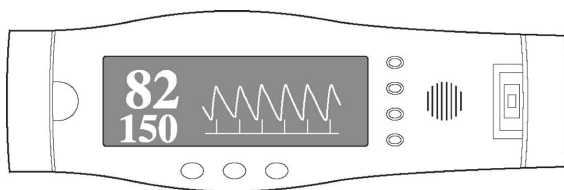
Fig. 10 ne arată o citire (valoare) normală (rata pulsului = 55 bătăi/min; $\text{SpO}_2 = 83\%$). În acest caz, unda pletizimografică (pulsului) este neuniformă, indicând o urmă arterială proastă. Acuratețea valorii bătăilor inimii trebuie să fie verificată prin compararea numărului de pe ecranul pulsoximetrului cu auscultarea inimii și numărarea bătăilor. O undă proastă a pulsului indicată de pulsoximetru, ca și în acest caz, de obicei se datorează atașării inadecvate a sondei cu senzor de piele, mai cu seamă în cazul unui copil activ sau din cauza perfuziei periferice proaste. Această citire a SpO_2 nu este validă și sonda trebuie să fie re poziționată.

Fig. 10. Pulsoximetrul indică o undă pletizimografică (pulsul) proastă



În **Fig. 11** (rata pulsului = 150 bătăi/min; $SpO_2 = 82\%$), pulsoximetrul arată o undă pletizmografică bună, indicând o urmă arterială validă. Din aceste considerente, citirea SpO_2 , care este anormal de mică (82%), este corectă și indică faptul că pacientul este hipoxemic. Trebuie să fie administrat oxigen. De notat și rata crescută a bătăilor inimii, care este frecventă în rândul pacienților grav bolnavi.

Fig. 11. Pulsoximetrul indică o undă pletizmografică bună și o saturație redusă cu oxigen



3.3 Analiza gazelor sangvine

Analiza gazelor sangvine poate fi utilizată pentru a măsura PaO_2 și dioxidul de carbon în sângele arterial (sau venos sau capilar). Aceasta de asemenea indică pH sângelui, care deseori este anormal în cazul pacienților grav bolnavi: acidoza metabolică (pH scăzut la sângelui) de obicei este prezentă în cazuri de tulburări majore a circulației sangvine, cum ar fi în deshidratare severă, septicemie severă și malarie severă. Astfel, analiza gazelor sangvine oferă informații privind oxigenarea, ventilația și circulația, precum și concentrațiile de electroliți (în special sodiu și potasiu) sunt măsurate în aceeași probă de sânge și analizator. Valorile anormale privind electroliții sunt frecvente în cazul pacienților grav bolnavi.

Analiza gazelor sangvine prezintă câteva neajunsuri. Analizatorii sunt mai costisitori și necesită mai multe resurse decât pulsoximetrele (a se vedea **Tabelul 1**); procedura este invazivă, dureroasă și deranjantă pentru copii și sugari; analiza oferă informații doar pentru o singură dată. Mai mult ca atât, fără o canulă arterială pentru recoltarea repetată a sângelui, analiza gazelor sangvine arteriale rar reprezintă un mijloc practic pentru monitorizarea schimbărilor în răspunsul la terapie. Sângele venos și capilar este mai ușor de a fi monitorizat decât cel arterial, dar nu este util în determinarea oxigenării.

Informația incorectă poate rezulta din mulți factori, cum ar fi prelevarea inadecvată a probei (în special din partea unui copil necooperant), întâzieri în transferul spre un laborator, condiții inadecvate de depozitare înainte de analiză și mentenanța sau controlul inadecvat al calității în laborator.

Analiza gazelor sangvine necesită reactiv chimice costisitoare, rezultând în costuri recurente mari. Lipsa consumabililor, inclusiv a reactivelor, este unul din cele mai răspândite motive de sub-utilizare a acestui echipament medical (29).

Totuși, gazele sangvine oferă informație care nu poate fi obținută cu pulsoximetrul. Nivelul dioxidului de carbon în sângele arterial ajută la evaluarea ventilației alveolare și monitorizarea tendințelor în eficacitatea ventilației. Nivelul pH este un indicator direct al stării generale acide-bazice în sângele arterial, capilar și venos. Cauza

probabilă a tulburărilor pH poate fi dedusă doar din presiunea parțială a dioxidului de carbon și concentrația bicarbonatului în sânge (sau deficitului sau excesului bazic). În rândul copiilor bolnavi în țările în curs de dezvoltare, acidoza metabolică este cea mai des întâlnită anormalitate pH, care survine în septicemie severă, diaree severă și malarie severă din cauza hipovolemiei sau șocului. Stările mai puțin frecvente dar importante includ cetoacidoza diabetică, în special din cauza acumulării de corpuri cetonice, și unele cazuri de intoxicare cu compuși de acizi, cum ar fi supradoza de aspirină, ingestie de etilenglicol și intoxicare cu monoxid de carbon.

Tabelul 1. Comparația pulsoximetriei și analizei gazelor sanguine

FACTORI DE LUAT ÎN CONSIDERAȚIE	PULSOXIMETRIA	GAZ SANGVIN ARTERIAL
Durere și suferință pentru pacient	Disconfort minor de la faptul că este prins	Disconfort major de la prelevarea sângelui
Risc pentru personal	Zero	Potențial de leziune de la înțepătura cu acul
Potrivirea pentru monitorizare	Verificări continue sau regulate la fața locului	Informație doar pentru o singură dată
Cost	De la redus până la moderat plus costuri recurente moderate (sonde cu senzori)	Foarte costisitoare plus costuri recurente mari pentru reactive și mentenanță
Abilități necesare	Utilizarea și interpretarea poate fi instruită asistentelor medicale și lucrătorilor medicali ne-specialiști.	Nivel înalt de expertiză de laborator și abilități în interpretarea clinică
Indicarea caracterului adecvat al ventilației	Informație utilă privind ventilația doar pentru aerul inspirat de copii din încăpere; nu oferă indici privind ventilația pentru copii pe oxigen suplimentar	Da
Indicarea stării acide-bazice sau electrolitilor	Nu	Da
Sursă majoră de eroare	■ Perfuzia slabă a pielii ■ Artefact de mișcare ■ Marjă mai mare de eroare a dispozitivului la nivel mai mic al SpO_2	■ Copil necooperant ■ Probă coagulată ■ Aer în seringă ■ Manipulare în laborator

^a În funcție de model și de caracterul sofisticat al pulsoximetrului; totuși au devenit disponibile modelele robuste de cost mai redus, ce pot fi utilizate pentru intervențiile descrise.

MESAJE-CHEIE

- Hipoxemia poate fi depistată din semnele clinice cu ajutorul pulsoximetrului sau analizei gazelor sangvine.
- Pulsoximetria trebuie să fie utilizată în spitale pentru depistarea corectă a hipoxemiei.
- Unde nu sunt disponibile pulsoximetrele, semnele clinice pot oferi criterii utile pentru a decide asupra necesității de a administra oxigen.
- Analiza gazelor sangvine nu este potrivită pentru majoritatea spitalelor cu resurse limitate, deoarece analizatorii sunt costisitori și reactivele chimice reprezintă un cost recurent mare.
- Copiii ce prezintă oricare din următoarele semne sunt probabil hipoxemici: cianoză centrală, respirație nazală zgomotoasă, incapacitatea de a bea sau mânca (din cauza detresei respiratorii), șuierat la fiecare respirație și stare mintală deprimată (somnolență, letargie).
- În unele situații și în funcție de starea clinică generală, copiii cu semne respiratorii mai puțin specifice de asemenea ar putea fi hipoxemici: rețracția severă a peretelui inferior al toracelui, rata respiratorie $\geq 70/\text{min}$ și mișcarea capului (mișcarea capului sincronă cu respirația și indicând detresă respiratorie acută).
- Alte condiții clinice ce ar putea fi asociate cu hipoxemia includ convulsiile prelungite, coma acută, probleme neurologice acute din cauza obstrucției căilor aeriene sau efortului afectat de ventilație, septicemie severă, insuficiență cardiacă sau anemie foarte severă.

4. Surse de oxigen și administrarea oxigenului

Sursele de oxigen și administrarea oxigenului depind de instituție și de disponibilitatea resurselor.

4.1 Surse de oxigen

Cele mai frecvente surse de oxigen sunt cilindrii, concentratoarele și conductele.

Cilindri de oxigen: oxigenul este produs la unitățile de producere prin răcirea aerului până ce acesta se lichefiază, după care distilarea lichidului pentru a separa oxigenul pur și pentru a-l trimite printr-o pompă de oxigen lichid în cilindri. Acest proces consumă energie și de asemenea implică transportarea cilindrilor spre și de la depozitul de aprovizionare en gros pentru reumplere regulată, ceea ce este dificil din punct de vedere logistic, costisitor și deseori nesigur pentru spitalele mici. Acest proces poate duce la aprovizionarea neregulată cu oxigen.

Concentratoarele de oxigen: concentratoarele aspiră aer din mediul ambiant, care de obicei conține 21% de oxigen, 78% de azot și 1% de alte gaze, și extrag azotul pentru a lăsa aproape oxigen pur. Majoritatea concentratoarelor furnizează oxigen la o concentrație de 90-96%. Concentratoarele sunt o sursă sigură, mai puțin costisitoare, de încredere, cost-eficientă de oxigen, ceea ce este mai convenabil decât cilindrii de oxigen, mai cu seamă în instituțiile cu resurse reduse. Acestea pot oferi o aprovizionare continuă cu oxigen pentru circa patru pacienți în același timp atunci când sunt utilizate cu ajutorul unor separatoare ale fluxului de oxigen sau debitmetre. Totuși, concentratoarele implică mentenanță regulată pentru a asigura funcționarea adecvată a acestora și au nevoie de o sursă continuă de alimentare cu energie. Concentratoarele pot funcționa utilizând o sursă alternativă de alimentare cu energie, un generator de energie sau panel solar. Este important de menținut ca rezervă o sursă de oxigen care să nu depindă de alimentarea cu energie, cum ar fi un cilindru.

Oxigen aprovizionat centralizat prin conducte: în multe spitale mari, oxigenul este distribuit printr-un sistem de conducte din cupru de la o sursă centrală, care de obicei este localizată în afara clădirii. Sursa ar putea fi oxigen lichid, cilindri de oxigen gazoși sub presiune înaltă, un concentrator voluminos de oxigen sau o combinație. Sistemele de conducte furnizează oxigen la presiune înaltă către astfel de echipamente precum dispozitivele de anestezie și ventilatoarele. Un sistem cu conducte are multe avantaje: acesta reduce riscul incendiilor și evită necesitatea manipulării și transportării cilindrilor grele între departamentele spitalului. Costul mare al instalării surselor centralizate de oxigen prin conducte de cupru și mentenanța acestora face ca aceste sisteme să nu fie potrivite pentru spitalele de nivel local în țările în curs de dezvoltare.

RECOMANDĂRI PRIVIND SURSELE DE OXIGEN

RECOMANDARE	CALITATEA DOVEZILOR
Sistemele efective de aprovizionare cu oxigen trebuie să fie un standard universal de asistență și trebuie să fie puse pe larg la dispoziție.	<i>Recomandare temeinică (opinia expertului)</i>

4.2 Metode de administrare a oxigenului

Această secțiune descrie accesoriile ce fac legătura între sursa de oxigen (cilindru, concentrator, conductă) și pacient. Metodele și accesoriile descrise pot fi utilizate indiferent de sursa de oxigen utilizată (a se vedea **Tabelul 2**).

Metodele utilizate pentru administrarea oxigenului trebuie să fie sigure, simple, efective și necostisitoare. Au fost revăzute diverse metode de administrare a oxigenului (12, 30); metode neinvazive (printr-o mască de față, boxă pentru cap, incubator sau meșă sau plasarea tubului lângă fața unui sugar) sau semi-invazive (inserarea penselor sau cateterelor în căile aeriene superioare). Metodele semi-invazive necesită un flux redus de oxigen și sunt mai ieftine decât metodele neinvazive, care necesită flux sporit de oxigen. Cateterele nazale și nazofaringiene implică un efect benefic asupra funcției plămânilor, deoarece produc o presiune pozitivă la sfârșitul expirului (PEEP)¹ de până la 5cm H₂O pentru a îmbunătăți oxigenarea (31). Producerea PEEP de asemenea poate fi efectivă în managementul apneei asociate cu prematuritatea sau bronșiolita (32).

Principalele complicații asociate cu metodele de administrare a oxigenului sunt hipercapnia (de la boxele pentru cap și măștile de față când se utilizează un flux inadecvat de oxigen), desprinderea (pensele nazale) și obstrucția cateterului sau căilor aeriene superioare sau sângerările nazale (10). Un nivel crescut de PEEP necontrolat din cauza fluxurilor inadecvat de mari de oxigen prin pense nazale sau catetere pot duce la distensie gastrică sau pneumotorax.

RECOMANDĂRI PRIVIND METODELE DE ADMINISTRARE A OXIGENULUI

	RECOMANDARE	CALITATEA DOVEZILOR
1.	Pensele nazale sunt metoda de preferat de administrare a oxigenului la sugari și copii < 5 ani cu hipoxemie care au nevoie de terapie cu oxigen.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate moderată)</i>
2.	Dacă pensele nazale nu sunt disponibile, pot fi utilizate cateterele nazale sau nazofaringiene ca o metodă alternativă. Măștile de față și boxele pentru cap nu sunt recomandate.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate moderată)</i>
3.	Ratele fluxului standard pentru oxigen prin pensele nazale sau cateterele nazale sunt de 0,5-1 L/min pentru nou-născuți, 1-2 L/min pentru sugari, 1-4 L/min pentru copii mai mari	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate moderată)</i>

¹ Presiunea în plămâni (presiunea alveolară) peste presiunea atmosferică (presiunea în afara corpului) la sfârșitul expirului

Măștile de față, boxele pentru cap, incubatoarele și meșele nu sunt recomandate, deoarece acestea irosesc oxigenul și sunt potențial dăunătoare. Metodele recomandate pentru nou-născuți, sugari și copii sunt pensele nazale, cateterele nazale și cateterele nazofaringiene. Pacienții cu un cateter nazofaringian trebuie să fie monitorizați minuțios, deoarece aceștia ar putea dezvolta complicații serioase, dacă cateterul pătrunde în esofag.

Pensele nazale sunt metoda preferată de administrare a oxigenului în majoritatea circumstanțelor pentru a asigura un echilibru optim între siguranță, eficacitate și eficiență. Unul din dezavantajele penselor nazale este costul acestora, care la moment este mai mare decât cel al cateterelor (33). Anume din aceste considerente, cateterele nazale sunt deseori utilizate în țările în curs de dezvoltare. Dacă acestea nu sunt disponibile, chiar și o sondă nazogastrică tăiată poate servi drept cateter nazal prin care poate fi administrat oxigenul. Acestea sunt cele mai bune metode pentru administrarea oxigenului la sugarii și copiii cu angină difterică sau tuse convulsivă pentru a evita provocarea acceselor de tuse.

Pense nazale

Pensa nazală reprezintă un dispozitiv ce se termină cu două tuburi înguste mici (circa 1 cm în lungime), care sunt proiectate astfel încât să se potrivească nărilor nasului (**Fig. 12**). Acestea mai sunt numite și canule nazale. Ratele standard ale fluxului de oxigen prin pensele nazale sunt de 0,5-1 L/min pentru nou-născuți, 1-2 L/min pentru sugari și 1-4 L/min pentru copiii mai mari.

În cazul ratelor de flux standard, nu există riscul distensiei gastrice, deoarece pensele nu pot fi inserate prea departe în pasajul nazal. De asemenea, în cazul ratelor de flux standard nu este necesară umidificarea, deoarece mecanismele nazale naturale încălzesc și umidifică oxigenul inspirat (34).

Fig. 12. Pense nazale poziționate corect și sigur



Există un risc ușor de obstrucționare a căilor aeriene cu mucus (35), în special dacă se utilizează un flux sporit fără umidificare. Frația oxigenului inspirat (FiO_2)² depinde de rata fluxului de oxigen, coraportul între diametrul nazal și pense, greutatea corpului, ce determină parțial volumul furnizat per minut.

² Procentul asumat de concentrație a oxigenului care participă în schimbul de gaze în alveole. Aerul natural conține 20,9% de oxigen, echivalentul la FiO_2 de 0.21 sau 21%. Pacienții cărora li se oferă aer îmbogățit cu oxigen respiră are cu FiO_2 mai mare decât cel în atmosferă.

În cazul sugărilor cu greutatea până la 10 kg, fluxurile de oxigen de 0.5 L/min, 1 L/min și 2 L/min rezultă în valori ale FiO_2 de 35%, 45% și respectiv 55% (36). Producerea PEEP în cazul penselor nazale este imprevizibilă.

Atingerea PEEP depinde de diametrul penselor, fluxul oxigenului și greutatea corpului. În timp ce 1 L/min de oxigen poate produce un PEEP de circa 5 cm H_2O la sugarii prematuri, producerea PEEP va fi nesemnificativă cu același flux în cazul sugărilor cu greutatea de până la 10 kg (30).

Considerațiuni practice

Pensa distală trebuie să se potrivească bine în nări (sugarii prematuri: 1mm, sugarii cu greutatea până la 10 kg: 2 mm). Pensele trebuie să fie securizate cu bandă adezivă de obraji lângă nas, după cum se arată în Fig. 12. Trebuie să fie întreprinse precauții pentru a menține nările curate fără mucus pentru a evita blocajul. Rata fluxului maxim fără umidificare este de 1 L/min la nou-născuți, 2 L/min la sugari, 4 L/min la preșcolari și 6 L/min la școlari. Rate sporite de flux fără umidificare efectivă ar putea cauza uscarea mucoasei nazale, cu sângerările asociate și obstrucționarea căilor aeriene.

Un cateter nazal este un tub subțire și flexibil care este plasat în nas și care se termină cu vârful sale în cavitatea nazală (a se vedea boxa de mai jos și Fig. 13). Cateterele nazale sunt de obicei bine tolerate și este puțin probabil ca acestea să fie dislocate. Oxigenul nu trebuie să fie umidificat deoarece capătul cateterului este poziționat în cavitatea nazală. Cateterele ar putea să se blocheze cu mucus, ceea ce poate cauza obstrucția căilor aeriene superioare. Există un risc redus de dislocare în esofag, cu un risc consecvent de distensie gastrică. În mod ideal, trebuie să existe și o sondă nazogastrică pentru decompresia stomacului, dacă survine distensia.

Valorile reale FiO_2 sau PEEP atins cu cateterele nazale n-au fost publicate. Cateterele nazale sunt mai puțin eficiente decât cateterele nazofaringiene în îmbunătățirea oxigenării (37), dar sunt asociate cu mai puține complicații.

Fig. 13. Poziționarea corectă a cateterului nazal (secțiune transversală)



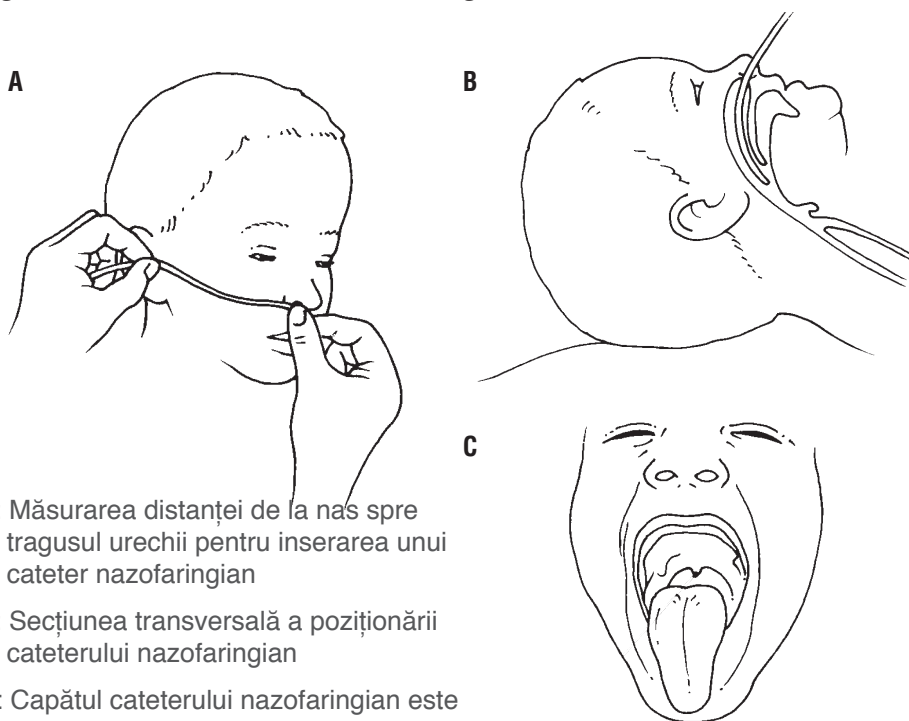
Considerațiuni practice

În cazul nou-născuților și sugariilor trebuie să se utilizeze catetere de dimensiunea 8-French (F). Un cateter plasat pe o distanță egală cu distanța de la nări spre marginea interioară a sprâncenei de obicei ajunge până la partea posterioară a cavității nazale. La sugari - această distanță este de circa 2,5 cm. Capătul cateterului nu trebuie să fie vizibil sub uvulă. Un cateter este securizat cu ușurință cu o bandă adezivă deasupra buzei de sus. Rata maximă a fluxului de oxigen trebuie să fie 0,5-1 L/min pentru nou-născuți și 1-2 L/min pentru sugari și copiii mai mari. În același timp trebuie să fie introdusă o sondă nazogastrică, în aceeași nară pentru a nu obstrucționa ambele nări. Rate sporite fără umidificare efectivă ar putea cauza uscarea mucoasei nazale, cu sângerare asociată și obstrucționare a căilor aeriene.

Catetere nazofaringiene

Acest tip de cateter este plasat sub nivelul uvulei spre faringe (a se vedea boxa de mai jos și **Fig. 14**). Administrarea oxigenului printr-un cateter nazofaringian este cea mai economicoasă metodă din cele descrise aici. O oxigenare mai bună este atinsă cu un flux mai redus de oxigen decât cu pensele nazale (35), din cauza nivelului relativ mare de FiO_2 în trahee și producere semnificativă de PEEP: la sugari, 1 L/min de oxigen nazofaringian administrat printr-un cateter 8F produce PEEP de 2,8 cm H_2O (31, 34).

Fig. 14. Inserarea cateterului nazofaringian



A: Măsurarea distanței de la nas spre tragusul urechii pentru inserarea unui cateter nazofaringian

B: Secțiunea transversală a poziționării cateterului nazofaringian

C: Capătul cateterului nazofaringian este vizibil chiar deasupra valului palatin

Totuși, anumite probleme asociate cu cateterele nazofaringiene necesită a fi supravegheate minuțios (33). Astfel, în majoritatea instituțiilor unde este dificil de realizat o monitorizare frecventă, pensele nazale sau cateterele nazale sunt metoda preferată, cu excepția copiilor cu hipoxemie severă. Cateterele nazofaringiene sunt predispușe la blocajele cu mucus, iar acumularea mucusului poate cauza obstrucționarea căilor aeriene superioare (35, 38). Deoarece oxigenul furnizat prin cateterul nazofaringian ocolește proprietățile de umidificare și încălzire ale nasului, umidificarea externă efectivă este esențială pentru a evita uscarea mucoasei faringiene și a reduce probabilitatea blocării cateterului cu secreții îngroșate (39).

Cateterele nazofaringiene se pot deplasa în jos în esofag și cauza greață, vomă și distensie gastrică. Din aceste considerente utilizarea acestora trebuie să fie limitată situațiilor în care nu sunt disponibile pensele nazale, personalul cunoaște tehnica de inserare și supraveghere, aprovizionarea cu oxigen este limitată și în cazul copiilor la care cianoza sau desaturația cu oxigen nu dispăre prin administrarea oxigenului prin pense nazale sau cateter nazal.

Considerațiuni practice

Cateterele nazofaringiene sunt inserate în nas la o adâncime cu 1 cm mai mică decât distanța de la partea laterală a nasului spre partea frontală a urechii (tragus). La sugari, această distanță este de 7 cm. Ca și în cazul cateterelor nazale, cateterele nazofaringiene pot fi ușor securizate cu o bandă adezivă. La nou-născuți și sugari trebuie să fie utilizate catetere 8-F. Rata fluxului maxim trebuie să fie de 0,5 L/min pentru nou-născuți și 1 L/min pentru sugari. Un flux mai mare fără umidificare efectivă ar putea cauza uscarea mucoasei nazale, cu sângerarea asociată și obstrucționarea căilor aeriene. Deoarece există riscul distensiei gastrice cu deplasarea în jos a vârfului cateterului, mereu trebuie să fie introdusă o sondă nazogastrică (prin aceeași nară) pentru a permite decompresia rapidă a stomacului (40). Cateterul trebuie să fie înlăturat și curățat cel puțin de două ori pe zi (41). Umidificarea este mereu necesară și umidificarea trebuie să fie realizată corect cu apă curată și anterior fiartă.

Datorită producerii fiabile de PEEP moderat, administrarea oxigenului printr-un cateter nazofaringian trebuie să fie utilizată în managementul pacienților cu hipoxie severă și/sau apnee (asociată cu prematuritate sau bronșiolită). Administrarea oxigenului nazofaringian poate fi utilizată în spitalele cu aprovizionare limitată de oxigen, dacă există personal suficient instruit pentru monitorizare și supraveghere.

Boxe pentru cap, incubatoare, meșe și măști de față

Metodele non-invasive de administrare a oxigenului implică unele avantaje: cu oxigen furnizat în boxa pentru cap, incubator sau meșă, nivelul real al FiO_2 poate fi determinat în mod precis cu un analizator de oxigen plasat lângă gura sugarului. Nu există risc sporit de obstrucționare a căilor aeriene cu mucus sau distensie gastrică și nu este necesară umidificarea. Dezavantajul acestor metode este totuși îngrijitor: poate surveni intoxicația cu dioxid de carbon, dacă fluxul de oxigen este inadecvat.

Acest fapt poate rezulta din fixarea fluxului de oxigen la un nivel prea redus sau de la inflexiunea sau deconectarea tubului de oxigen. Când se utilizează o boxă pentru

cap cu o sigilare inadecvată în jurul gâtului sugarului, se poate reține dioxidul de carbon. Este necesar un flux de 2-3 L/kg per min pentru a evita re-înspirarea dioxidului de carbon în boxa pentru cap (30). Boxele pentru cap, măștile pentru față, incubatoarele și meșele - toate au nevoie de fluxuri sporite de oxigen pentru a atinge concentrații adecvate de oxigen și pentru a evita acumularea dioxidului de carbon, și din aceste considerente sunt costisitoare și risipitoare. Boxele pentru cap și măștile pentru față de asemenea mai împiedică alimentarea. Din aceste considerente, aceste metode nu sunt recomandate pentru administrarea oxigenului, în special în locațiile în care aprovizionarea cu oxigen este limitată.

Catetere orale

Experiențele cu administrarea orofaringiană a oxigenului în rândul copiilor sunt limitate și tehnica dată nu poate fi recomandată. Daga și al. (40), care a descris această metodă, a introdus un tub de alimentare 8F prin gură în hipofaringe, egal în lungime cu distanța de la partea laterală a nasului până la tragusul urechii. Tubul era schimbat o dată pe zi. Ei au raportat oxigenarea adecvată a sugarilor născuți înainte de termen cu detresă respiratorie și sugarilor cu pneumonie cu o rată a fluxului de oxigen de 0,5-1 L/min. N-au fost înregistrate dislocări sau blocaje. Autorii au pretins că această metodă permite schimbul neobstrucționat de gaze prin ambele nări, cu tuburile de alimentare și de oxigen prin ruta orală.

Tabelul 2 oferă valori comparative pentru diverse metode de administrare a oxigenului.

MESAJE-CHEIE

- Cele mai frecvente surse de oxigen sunt cilindrii, concentratoarele și aprovizionarea centralizată prin conducte.
 - Dispozitivele pentru administrarea oxigenului unui pacient includ pensele nazale, cateterele nazale, cateterele nazofaringiene, boxele pentru cap, incubatoarele, meșele și măștile de față.
 - Pensele nazale, cateterele nazale și nazofaringiene sunt cele mai eficiente mijloace pentru administrarea oxigenului.
 - Pensele nazale sunt metoda preferată de administrare a oxigenului în majoritatea circumstanțelor pentru un echilibru maxim între siguranță, eficiență și eficacitate.
- Pentru nou-născuți, sugari și copii, utilizarea boxelor pentru cap, măștilor pentru față, incubatoarelor și meșelor pentru administrarea oxigenului este descurajată, deoarece aceste irosesc oxigenul și sunt potențial dăunătoare (din cauza toxicității dioxidului de carbon).
- Umidificarea este necesară doar cu metodele de administrare a oxigenului care ocolesc nasul; în general nu este necesară când oxigenul este administrat prin cateter nazal sau pense nazale.
 - Umidificarea este esențială când oxigenul rece este administrat de la un cilindru printr-un cateter nazofaringian sau când se utilizează rate înalte ale fluxului de oxigen.
 - Rezervoarele de umidificare trebuie să fie curățate regulat pentru a evita contaminarea bacteriană.

Tabelul 2. Metodele de administrare a oxigenului la copii și sugari

METODA	FLUXUL MAXIMUM O ₂ (L/MIN) ^a	O ₂ REAL INSPIRAT FRAȚIA (%) DE LA 1 L/MIN LA SUGAR DE 5 KG	PEEP	UMIDIFICARE	RISC P/U HIPERCAPNIE	RISC P/U OBSTRUCTION- AREA CĂILOR AERIENE	ECHIPAMENT NECESAR	CEREREA DE ÎNGRIJIRE
Pense nazale	Nou-născuți: 0.5–1							
	Sugari: 2							
	Preșcolari: 4							
	Elevi: 6	45	Minimal	Nu este necesară	Nu	Minimal	Pense nazale	+
Cateter nazal	Nou-născuți: 0.5							
	Sugari: 1	50	+	Nu este necesară	Nu	+	Cateter 8-F	++
Cateter nazofaringian	Nou-născuți: 0.5							
	Sugari: 1	55	++	Necesară	Nu	++	Cateter 8-F, umidificator	+++
Boxă p/u cap, mască de față, incubator, meșă <i>Nu se recomandă, deoarece oxigenul este utilizat ineficient</i>	Boxa p/u cap: 2–3 L/kg per min		Zero	Nu este necesară	Da	Nu	Boxă pentru cap, mască p/u față	+++

F, French; PEEP, presiune pozitivă la sfârșitul expirului

^aRate mai mari ale fluxului fără umidificare efectivă pot cauza uscarea mucoasei nazale, cu sângerare asociată și obstrucția căilor aeriene.

4.2.1 Nou-născuți

Terapia cu oxigen la nou-născuți, mai cu seamă când aceștia sunt născuți prematur, trebuie să reflecte faptul că în primele ore de viață aceștia înregistrează un nivel mai redus decât cel normal de saturație cu oxigen, care este înregistrat în rândul nou-născuților mai mari (7, 42). Pulsoximetria trebuie să fie utilizată pentru a monitoriza SpO_2 , care trebuie să fie menținut la nivelul de $\geq 88\%$, însă în cazul bebelușilor născuți prematur - nu mai mare de 95% pentru a preveni leziuni oculare (41) (a se vedea **secțiunea 4.2.2**).

Un șir de circumstanțe ce pot duce la hipoxemie survin mai frecvent în rândul nou-născuților, în special asfizia la naștere, sindromul de detresă respiratorie și tahipnee tranzitorie la nou-născuți; și pneumonia (8). Nou-născuții în condiții grave din cauza prematurității, septicemiei, convulsiilor sau hipoglicemiei de asemenea sunt predispuși apneei. Apneea și hipoventilația de asemenea pot surveni în rândul sugarilor cu greutatea la naștere foarte mică și în stare bună ($<1,5$ kg sau vârsta gestațională <32 săptămâni) din cauza imaturității sistemului respirator (apneea prematurității). Apneea poate duce la hipoxemie și încetinirea ritmului cardiac (bradicardia), reducând furnizarea oxigenului spre țesuturi.

Depresia respiratorie la momentul nașterii: resuscitarea nou-născuților

Asfizia perinatală se manifestă prin absența respirației sau încetinirea acesteia, hipotonie (stare de leșin), cianoză sau paliditate și bradicardia (puls încetinit sau lipsa acestuia) la momentul nașterii. În cazul nou-născuților prematuri sau născuți la termen (>32 săptămâni de gestație) - sugarii au nevoie de ventilație cu presiune pozitivă, este efectivă resuscitarea cu mască și pungă cu aer ce conține 21% de oxigen. Pentru sugarii născuți înainte de termen (<32 săptămâni de gestație) trebuie să fie utilizată resuscitarea cu mască și pungă cu 30% de oxigen. Problema respiratorie primară în majoritatea cazurilor de asfizie perinatală este lipsa inițierii ventilației sau lipsa ventilației efective, astfel cea mai importantă intervenție este cea de a acorda asistență nou-născuților de a respira mai efectiv.

Uneori asfizia perinatală este o complicație a pneumoniei neonatale, aspirației (de meconiu, sânge matern sau lichid amniotic) sau a sindromului de detresă respiratorie acută. În caz de pneumonie neonatală severă sau aspirație, trebuie să fie inițiată ventilația efectivă și să fie oferit oxigen suplimentar pentru a asigura oxigenare acceptabilă.

Astfel, prima prioritate pentru bebelușii asfियाți trebuie să fie inflația adecvată a plămânilor plini cu lichid. Trebuie să se acorde atenție concentrației oxigenului inspirat care va fi administrat (43). Resuscitarea nou-născuților este descrisă în Manualul OMS privind asistența spitalicească pentru copii (28).

Depresia respiratorie în momentul nașterii poate surveni dacă mamei i s-au administrat opiacee (morfină sau petidină) pe parcursul travaliului. În aceste cazuri sunt efective naloxonă injectată intramuscular cu o concentrație de $0,1$ mg/kg masă corporală, cu ventilația cu mască și pungă.

Dacă un nou-născut rămâne hipoxic în pofida oxigenului administrat, verificați dacă bebelușul întreprinde eforturi adecvate pentru a respira și că pieptul i se ridică și se lasă în jos. Dacă nu, trebuie să fie administrată ventilația cu mască și pungă.

Verificați dacă oxigenul ajunge la copil: verificați conexiunile să nu fie scurgeri sau încercați o altă sursă de oxigen. Cianoză în cazul nou-născuților uneori se datorează problemelor cardiace sau celor structurale de plămâni. Un bebeluș care rămâne cu cianoză sau

Înregistrează un nivel redus de SpO_2 în pofida oxigenului și întreprinde eforturi bune pentru a respira trebuie să fie consultat de un practician cu experiență pentru a evalua dacă există vreun alt motiv pentru hipoxemia, cum ar fi hernia diafragmatică, boala cardiacă congenitală, pneumotorax sau anomalii congenitale pulmonare.

Leziunea ochilor, numită retinopatie de prematuritate, poate rezulta din expunerea bebelușilor cu greutate foarte mică la naștere la oxigen excesiv. Bebelușii cu cel mai mare risc sunt cei născuți la <32 săptămâni de gestație sau cântăresc <1250 g; cu cât e mai mic bebelușul cu atât e mai mare riscul. Dacă este disponibilă pulsoximetria, atunci SpO_2 trebuie să fie menținut peste 88% dar nu mai mare de 95%, pentru a preveni leziunea ochilor (41). Retinopatia de prematuritate se poate dezvolta chiar și în cazul monitorizării meticuloase a bebelușilor extrem de prematuri care prezintă probleme multiple. Majoritatea cazurilor se rezolvă spontan. Toți bebelușii născuți la <32 săptămâni de gestație sau cântăresc <1250g și cei mai mari născuți înainte de termen cărora li s-a administrat oxigen trebuie să fie supuși screening-ului pentru retinopatie de prematuritate la vârsta de 4-6 săptămâni.

MESAJE-CHEIE

- Nou-născuții în primele ore de viață, în special cei care sunt născuți înainte de termen, înregistrează un nivel normal de saturație cu oxigen mai redus decât nou-născuții mai mari. Nivelul normal pentru nou-născuți în primele ore de viață este de $\geq 88\%$.
- În cazul sugarilor născuți înainte de termen la < 32 săptămâni de gestație SpO_2 trebuie să fie menținut între 88% și 95% și nu peste 95% pentru a evita leziunea ochiului.
- **Unde nu este disponibilă pulsoximetria**, oxigenul trebuie să fie administrat tuturor nou-născuților care prezintă cianoză sau o rată respiratorie >70/min sau care sunt prea bolnavi pentru a fi hrăniți.
- Pentru nou-născuții care nu respiră la naștere, o mască de față și o pungă auto-gonflabilă pot oferi ventilație cu presiune pozitivă cu aer ambiental, însă în unele cazuri poate fi necesară suplimentarea cu oxigen.
- Pentru sugarii imediat după perioada neonatală care prezintă apnee sau efort respirator deprimat, trebuie să fie administrat oxigen și stimulare respiratorie și ventilație cu mască și pungă și presiune pozitivă continuă CPAP, dacă este disponibilă, până la restabilirea efortului respirator adecvat.
- CPAP este util în managementul nou-născuților cu detresă respiratorie acută sau apnee și sunt disponibile metode sigure și efective pentru administrarea CPAP. Terapia cu oxigen prin pense nazale cu flux sporit și umidificat de asemenea pare a fi promițătoare, dar necesită evaluări continue.

4.2.2 Copii

Toți copiii care trăiesc la ≤ 2500 m deasupra nivelul mării trebuie să primească terapie cu oxigen dacă saturația lor cu oxigen este $\leq 90\%$, după cum este măsurată cu pulsoximetru. La copiii care trăiesc la altitudini înalte (> 2500 m deasupra nivelului mării), saturația normală cu oxigen este mai mică decât la cei care trăiesc la nivelul mării și nivelul SpO_2 de $\leq 87\%$ poate fi utilizat ca un prag pentru administrarea oxigenului.

În cazul absenței pulsoximetriei, pot fi utilizate semnele clinice pentru a ghida utilizarea oxigenului. Copiii cu oricare din următoarele semne probabil prezintă hipoxemie:

- cianoză centrală
- respirație nazală zgomotoasă (sforăit)
- incapacitatea de a bea sau mânca (din cauza detresei respiratorii)
- șuierat la fiecare respirație,
- stare mentală deprimată (de exemplu, somnolență, letargie)

În unele situații și în funcție de starea lor clinică generală, copiii cu semne respiratorii mai puțin specifice de asemenea pot prezenta hipoxemie:

- retracție severă a peretelui inferior al toracelui
- rata respiratorie $\geq 70/\text{min}$
- mișcarea capului (de exemplu, o mișcare a capului sincronă cu respirația și indicând detresă respiratorie acută).

Alte condiții clinice, cum ar fi convulsiile prelungite, coma acută sau problemele neurologice acute, de asemenea pot fi asociate hipoxemiei din cauza unei căi aeriene obstrucționate sau efortului afectat de ventilație.

Dacă aprovizionarea cu oxigen este foarte limitată, administrați oxigen copiilor >2 luni conform ordinii de prioritate sugerate în Tabelul 3. Sugarii <2 luni cu semne de detresă respiratorie acută (tahipnee, retracție severă a toracelui, mișcarea capului și șuierat) mereu trebuie să primească oxigen, deoarece hipoxemia sporește riscurile acestora de apnee și deces. Oxigenul trebuie să fie administrat mereu continuu până la menținerea saturației normale cu oxigen.

Tabelul 3. Indicații clinice pentru terapia cu oxigen

PREZENTAREA CLINICĂ CU PNEUMONIE SEVERĂ	PRIORITATEA PENTRU OXIGEN
Cianoză centrală	Foarte înaltă
Conștientizare redusă, apatie sau reacție doar la stimuli de durere	Foarte înaltă
Șuierat la fiecare respirație	Foarte înaltă
Respirație nazală zgomotoasă	Foarte înaltă
Paloara pronunțată a palmei sau a conjunctivei (anemie severă) cu retracție severă a toracelui inferior sau respirație rapidă	Foarte înaltă; prioritate înaltă trebuie să fie oferită și corectării anomaliilor subiacente (de exemplu, transfuzia sângelui și/sau agenți anti-malarie).
Comă acută sau convulsii de durată > 15 min	Foarte înaltă până ce efortul respirator revine la normal; de asemenea, protecția căilor aeriene și asigurarea ventilației adecvate.
Incapacitatea de a bea sau mânca	Înaltă
Retracție severă a toracelui	Prioritate
Rata Respiratorie $\geq 70/\text{min}$	Prioritate
Mișcarea capului	Prioritate

Când copiii sunt monitorizați cu pulsoximetrie, orice copil cu $\text{SpO}_2 < 90\%$ trebuie să primească oxigen. Copiii cu anemie foarte severă, insuficiență cardiacă severă, șoc septic sau boală neurologică acută vor beneficia la sigur mai mult ca alții de oxigen când SpO_2 este 90–94%, deoarece acești copii sunt mai puțin capabili să reziste nivelele moderat reduse de oxigen decât copiii doar cu boli pulmonare. Copiii cu semne de urgență (respirație obstrucționată sau absentă, detresă respiratorie acută, cianoză centrală, semne de șoc, comă sau convulsii) trebuie să primească terapia cu oxigen la etapa de resuscitare, dacă SpO_2 este $< 94\%$.

Deoarece nivelul normal al SpO_2 este mai redus la altitudini mai mari, ar putea fi oportun de a administra oxigen doar la SpO_2 de $\leq 87\%$ copiilor care trăiesc la altitudini > 2500 m, dacă aprovizionarea cu oxigen este limitată.

PRAGURI RECOMANDATE PENTRU ADMINISTRAREA TERAPIEI CU OXIGEN

	RECOMANDARE	CALITATEA DOVEZILOR
1.	Copiii cu hipoxemie trebuie să primească terapia corespunzătoare cu oxigen.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate redusă)</i>
2.	Administrarea terapiei cu oxigen trebuie să fie ghidată de pulsoximetrie, când aceasta este disponibilă.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate foarte redusă)</i>
3.	Copiii cu detresă respiratorie care locuiesc la ≤ 2500 m deasupra nivelului mării primesc terapie cu oxigen dacă saturația cu oxigen este $\leq 90\%$, măsurată de pulsoximetru.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate foarte redusă)</i>
4.	Copiii cu semne de urgență (respirație obstrucționată sau absentă, detresă respiratorie acută, cianoză centrală, semne de șoc, comă sau convulsii) trebuie să primească terapia cu oxigen la etapa de resuscitare dacă SpO_2 este $< 94\%$.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate foarte redusă)</i>
5.	La copiii care trăiesc la altitudini mari (> 2500 m deasupra nivelului mării), saturația normală cu oxigen este mai mică decât la cei care trăiesc la nivelul mării. La altitudini înalte, un nivel mai mic de saturație, cum ar fi $\text{SpO}_2 \geq 87\%$, ar putea fi utilizat ca prag pentru administrarea oxigenului.	<i>Recomandare (dovezi de calitate foarte redusă)</i>

Notă: Se recomandă temeinic ca copiii cu saturația de oxigen $< 90\%$ să primească terapia cu oxigen. În zonele de altitudini înalte și cu resurse limitate, oxigenul poate fi administrat la un nivel mai mic de SpO_2 , prin consens.

De îndată ce este inițiată terapia cu oxigen, copilul trebuie să fie verificat la 15-30 minute pentru a observa dacă tratamentul funcționează. La copiii cu hipoxemie severă, corectarea nivelului de oxigen ar putea să nu fie finalizată și semnele clinice ar putea rămâne, sau SpO_2 ar putea rămâne redus; ceea ce nu înseamnă că terapia cu oxigen a eșuat, și nu trebuie să fie abandonată. Starea altor copii se poate deteriora rapid sau lent în pofida administrării oxigenului. Sunt un șir de cauze posibile pentru lipsa reacției:

1. Administrarea oxigenului este inadecvată. Verificați dacă

- fluxul de oxigen este continuu (plasați capătul tubului sub apă și observați dacă se produc bule sau țineți capătul lângă mână și simțiți fluxul de aer);
- tubul cu oxigen n-are scurgeri;
- pensele nazale sau cateterele nazale sunt potrivite corect și nu sunt blocate;
- dacă oxigenul este administrat de la un concentrator, se verifică dacă concentrația oxigenului administrat este adecvată ($> 85\%$); dacă se utilizează concentratoare, este important să existe un analizator al oxigenului pentru a măsura fracția de oxigen și rata fluxului de oxigen.

2. Alte cauze posibile sunt enumerate în Manualul OMS privind *asistența spitalicească pentru copii (28)*, secțiunea 4, cum ar fi:

- efuziune pleurală: ascultați cu un stetoscop sunetele de respirație pe ambele părți ale toracelui; realizați o radiografie a toracelui;
- pneumotorax: ascultați cu un stetoscop sunetele de respirație pe ambele părți ale toracelui; realizați o radiografie a toracelui;
- obstrucția căilor aeriene superioare (de ex. din cauza unui corp străin sau unei angine difterice): ascultați pentru sunete stridente;
- bronhospasm (de ex. astm sever): ascultați cu un stetoscop pentru șuierături;
- boală cardiacă cianotică sau insuficiență cardiacă congestivă;
- ventilație afectată: efortul respirator al copilului este inadecvat sau copilul are respirație lentă sau superficială și este letargic.

3. Dacă pensele nazale sunt utilizate la un flux maxim (4 L/min pentru sugari și până la 8 L/min) și copilul este încă hipoxemic:

- Inițiați CPAP dacă este echipament disponibil (a se vedea secțiunea 4) sau analizați posibilitatea ventilației mecanice dacă spitalul dvs. dispune de o unitate de terapie intensivă.

Dacă CPAP nu este disponibil,

- Dacă este disponibilă, administrați o a doua sursă de oxigen prin masca de oxigen (în mod ideal cu o pungă rezervor) pentru a spori concentrația fracționară a oxigenului inspirat.
- Dacă o a doua sursă de oxigen prin mască nu este disponibilă, inserați un cateter nazofaringian pentru a oferi o concentrație fracționară mai mare de oxigen inspirat. Dar niciodată nu utilizați pensele nazale și un cateter nazofaringian împreună.

5. Presiunea pozitivă continuă în căile aeriene

Presiunea pozitivă continuă în căile aeriene (CPAP) constă din aprovizionarea unei presiune ușoare a aerului pentru a păstra deschise căile aeriene. CPAP asigură PEEP³ cu un volum variabil de oxigen spre căile aeriene în cazul unui pacient cu o respirație spontană pentru a menține volumul plămânilor pe parcursul expirării. CPAP reduce atelectazia (colapsul alveolar și segmental pulmonar) și oboseala respiratorie și îmbunătățește oxigenarea (44). Este indicat pentru sugarii cu detresă respiratorie acută, hipoxemie sau apnee în pofida primirii de oxigen (45).

CPAP necesită o sursă de flux aerian continuu (deseori un compresor de aer) și de obicei implică un malaxor de oxigen conectat la o sursă de oxigen. Un sistem CPAP este disponibil în unele spitale, dar trebuie să fie utilizat doar numai când este de încredere, atunci când există sisteme de aprovizionare cu oxigen, când personalul este instruit în mod adecvat și când este asigurată o monitorizare minuțioasă.

5.1 CPAP cu barbotare

CPAP cu barbotare a fost utilizat cu succes în unele spitale de referire în țările în curs de dezvoltare (46-48). Sistemul dispune de trei componente:

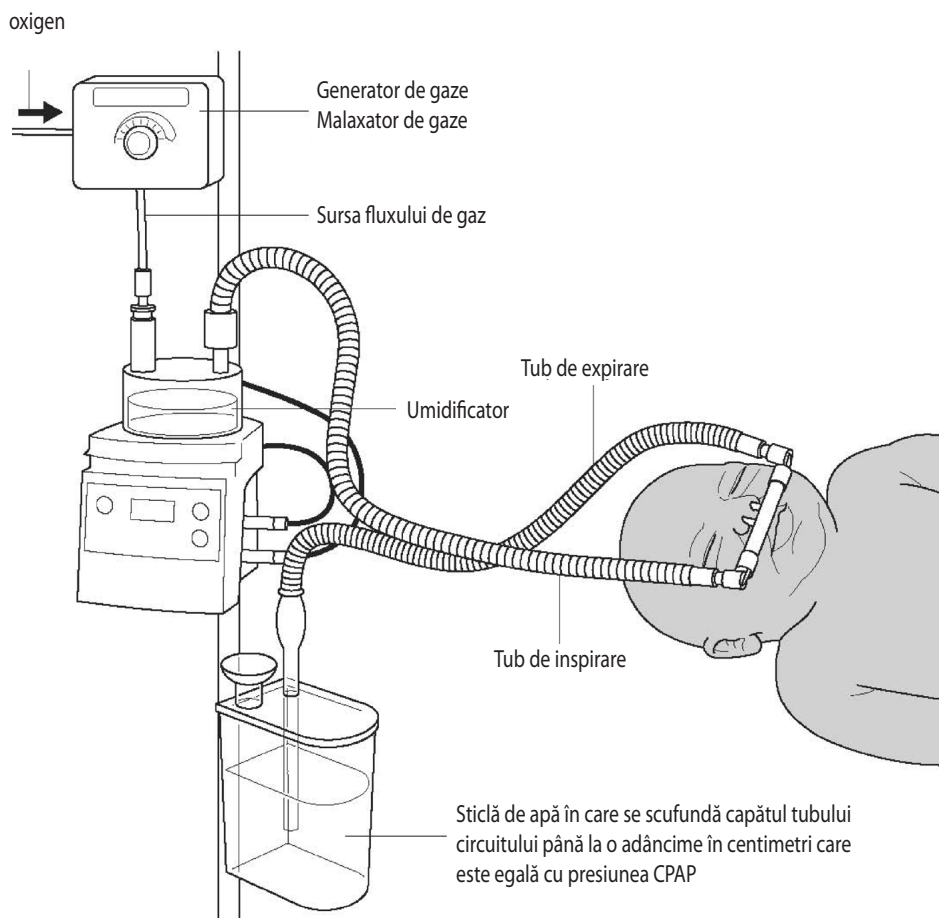
1. **Flux continuu de gaz în circuit:** rata fluxului necesară pentru generarea CPAP este de obicei 5-10 L/min. Doar această rată poate genera CPAP, chiar fără oxigen adițional ($FiO_2 = 0,21$),⁴ însă mulți nou-născuți necesită oxigen suplimentar. Din aceste considerente, sistemul de asemenea de obicei necesită un malaxor de oxigen, care conectează o sursă de oxigen (cilindru sau concentrator) la fluxul continuu de aer pentru a spori FiO_2 .
2. **O interfață nazală cu circuitul care conectează căile aeriene ale sugarului (Fig. 15):** sunt de obicei utilizate pense nazale scurte pentru a furniza CPAP nazal. Acestea trebuie să fie potrivite în mod precaut pentru a minimiza scurgerea de aer (în caz contrar, CPAP nu va fi atins) și reduce trauma nazală.
3. Un **tub expirator** cu capăt distal care se scufundă în apă pentru a genera presiune la sfârșitul expirului: în CPAP cu barbotare, presiunea pozitivă este menținută prin plasarea capătului tubului expirator în apă. Presiunea este ajustată prin modificarea adâncimii tubului sub suprafața apei.

Sunt disponibile câteva dispozitive comerciale de CPAP cu barbotare (cum ar fi sistemul ilustrat în Fig. 15). Prețul variază de la câteva sute de dolari SUA până la 10 000 dolari SUA.

³ Presiunea pozitivă la sfârșitul expirului (PEEP) este presiunea în plămâni (presiunea alveolară) peste presiunea atmosferică (presiunea în afara corpului) la sfârșitul expirului.

⁴ FiO_2 este fracțiunea presupusă (sau procentul) a concentrației de oxigen care participă în schimbul de gaze în alveole; aerul natural conține 20,9% oxigen, care este echivalentul la FiO_2 de 0,21 sau 21%. Pacienții cărora li se oferă aer îmbogățit cu oxigen respiră aer cu FiO_2 mai mare decât cel atmosferic.

Fig. 15. Un circuit CPAP cu barbotare conectat strâns la un sugar prin pense nazale



CPAP, presiunea pozitivă continuă în căile aeriene

O formă necostisitoare a dispozitivului CPAP cu barbotare poate fi fabricată cu pense nazale standard. Metoda este indicată în [Fig. 16](#) și [17](#). Acest sistem este utilizat în câteva spitale din Asia (de exemplu, Spitalul pentru copii din Dhaka în Bangladesh) (48).

O rată a fluxului de gaze (oxigen) de 5-10 L/min este necesară pentru copiii mai mari cu pneumonie, pe când rata de 3-4 L/min poate fi suficientă pentru a genera CPAP în cazul nou-născuților mici. La nou-născuții născuți la < 32 săptămâni de gestație, oxigenul pur nu este sigur, deoarece o concentrație înaltă poate cauza retinopatia prematurității. Astfel, o altă sursă de flux de aer, cum ar fi un compresor de aer sau un malaxor de oxigen, este necesară pentru sugarii născuți prematur. La sugarii mai mari, care necesită o rată mai înaltă pentru generarea CPAP, este eficient un concentrator de oxigen de 10 L/min.

Fig. 16. Un set necostisitor de CPAP cu barbotare cu pense nazale modificate

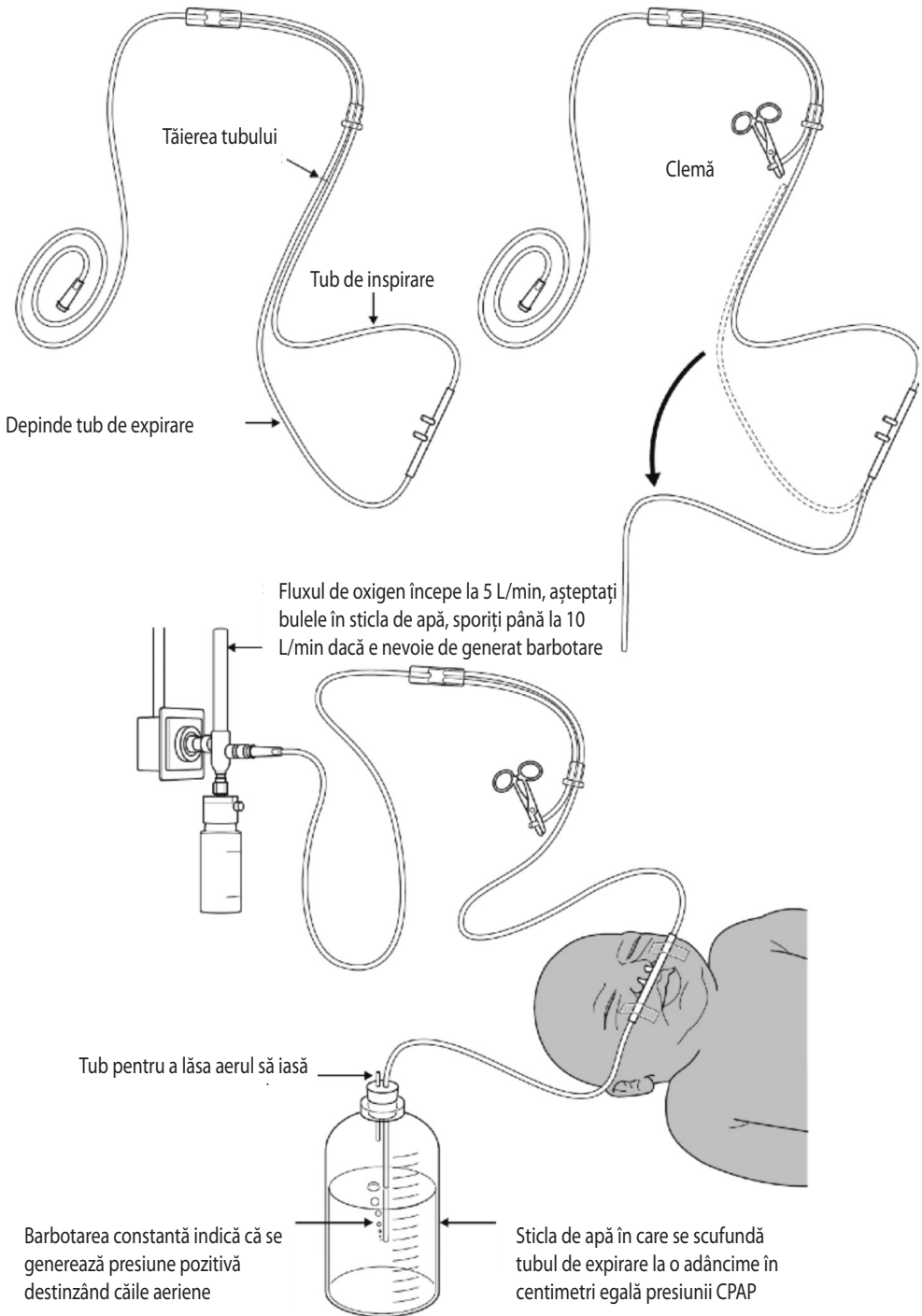
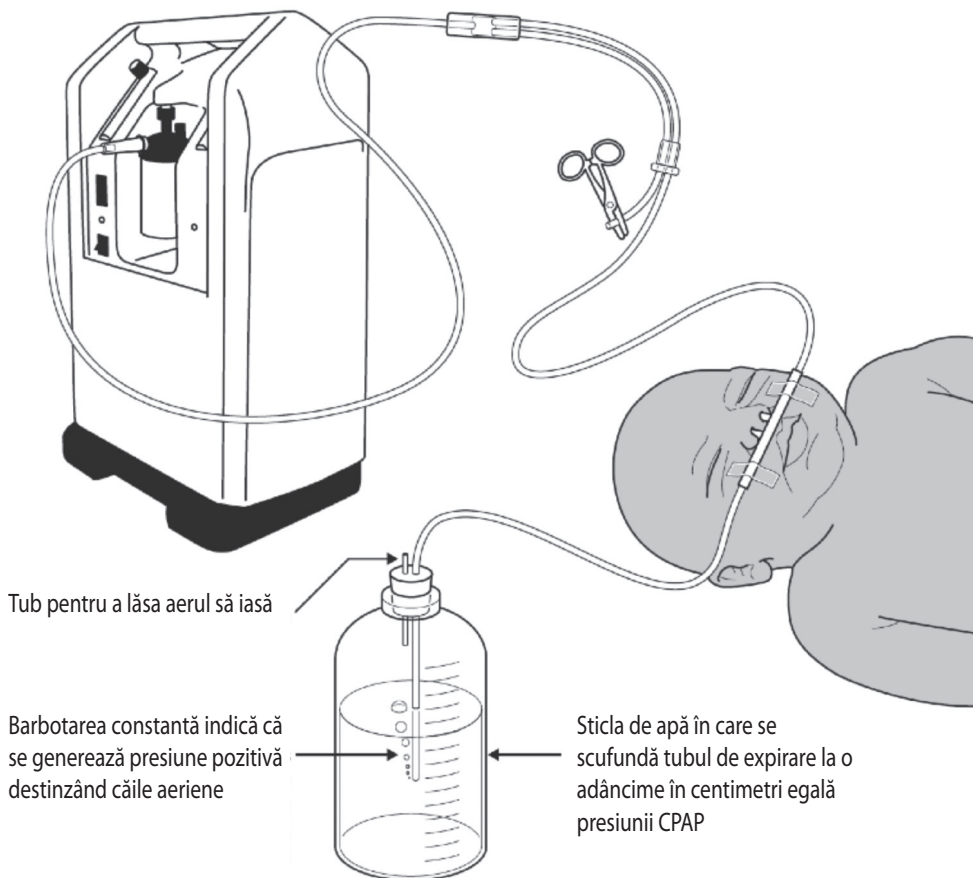


Fig. 17. CPAP necostisitor cu barbotare cu pense nazale modificate poate funcționa cu un concentrator de oxigen

Fluxul de oxigen începe la 5 L/min, așteptați bulele în sticla de apă, sporiiți până la 10 L/min dacă e nevoie de generat barbotare



5.2 Flux mare umidificat prin pense nazale pentru nou-născuți și sugari

S-au raportat experiențe cu această metodă mai simplă și mai puțin costisitoare de asigurare cu CPAP la nou-născuți (49), cu un flux înalt de administrare a oxigenului (până la 2 L/kg masă corporală per minută) prin pense nazale normale. Fluxurile mai mari de o combinație de aer-oxigen prin pensele nazale cu umidificare au fost utilizate la nou-născuții prematuri și sugari cu pneumonie severă sau bronșiolită, care nu răspund la ratele standard ale fluxului de oxigen sau când ventilația este inadecvată (50-53). CPAP de flux înalt poate ajuta la sporirea volumului pulmonar, reducerea atelectaziei (colapsul alveolar și segmental pulmonar) și stimulează respirația la sugarii cu apnee.

Ratele fluxului de până la 2 L/kg greutatea corpului per minut prin pense nazale normale au fost utilizate ca o alternativă pentru CPAP cu un ventilator mecanic sau

circuit CPAP cu barbotare. Această rată administrează 4-5 cm H₂O de PEEP. E nevoie de echipament special - o sursă a fluxului de gaz, un malaxor de oxigen și un umidificator.

Deși PEEP poate fi generat prin această metodă cu flux înalt, nu este atât de simplu ca sporirea fluxurilor de la o sursă standard de oxigen, cum ar fi un cilindru sau concentrator. Metoda necesită un nivel înalt și efectiv de umidificare pentru a preveni uscarea mucoasei nazale, pentru a evita sângerările nazale și obstrucția nazală. Ar fi ideal să fie un umidificator încălzit, deoarece un umidificator neîncălzit cu barbotare ar putea să nu ofere umidificare adecvată la fluxuri atât de mari.

CPAP cu un flux înalt de asemenea mai are nevoie de un malaxor de aer și oxigen, astfel încât să fie controlată concentrația oxigenului inspirat. Deseori nu este necesar și chiar potențial periculos de administrat o concentrație foarte mare de oxigen inspirat la plămâni. Cu un CPAP cu flux înalt, mai există și riscul distensiei stomacului și pneumotorax, care trebuie să fie monitorizat cu precauție.

CPAP cu flux înalt prin pense nazale este o metodă promițătoare cu costuri reduse pentru acordarea suportului respirator adițional în spitalele care nu dispun de ventilatoare mecanice sau aparate CPAP standard; totuși există experiențe limitate în privința acestei metode, iar riscurile descrise mai sus trebuie să fie luate în considerație și abordate. Caracterul adecvat al ventilației trebuie să fie monitorizat minuțios, deoarece fluxul înalt de 100% oxigen poate menține SpO₂ în interval normal în pofida hipercarbiei periculoase și aproape insuficienței respiratorii. CPAP necesită umidificare și monitorizare minuțioasă.

MESAJE-CHEIE

- Orice copil cu SpO₂ < 90% trebuie să primească oxigen. Această regulă se aplică instituțiilor medicale localizate între nivelul mării și 2500m deasupra nivelului mării și pentru altitudini mai mari de 2500m unde aprovizionarea cu oxigen este suficientă (cum ar fi concentratoarele).
- Oxigenul trebuie să fie mereu administrat în mod continuu și nu trebuie să fie administrat pentru perioade scurte recurente (cum ar fi în fiecare oră sau două ore).
- Copilul trebuie să fie examinat în decurs de 15-30 minute de la inițierea terapiei cu oxigen pentru a determina dacă tratamentul funcționează. În cazul copiilor cu hipoxemie severă, corecțiile ar putea să nu fie finalizate și semnele clinice ar putea rămâne, iar SpO₂ ar putea rămâne redus. Acest fapt nu înseamnă că terapia cu oxigen a eșuat, și aceasta nu trebuie abandonată. Starea unor copii se deteriorează rapid sau lent în pofida primirii oxigenului.

6.Umidificare

Unele metode de administrare a oxigenului necesită utilizarea umidificatoarelor pentru confortul pacientului. Această secțiune relatează când acestea sunt necesare și ce tipuri de umidificatoare sunt recomandate.

6.1 Argumentare

Când oxigenul este utilizat la o rată redusă a fluxului (< 4 L/min) prin pensele nazale, umidificarea nu este necesară. Un studiu în rândul adulților privind administrarea oxigenului pe termen lung printr-un cateter nazal nu arată careva diferențe în evaluarea subiectivă a simptomelor nasului cu oxigen umidificat și neumidificat (34). Peste 40% din pacienți s-au plâns de nas uscat și gât uscat, dar simptomele erau relativ ușoare și n-au sporit semnificativ atunci când oxigenul a fost administrat fără umidificare în prealabil. Administrarea oxigenului cu un flux standard prin pensele nazale sau un cateter nazal nu necesită umidificare.

Umidificarea este necesară când oxigenul este administrat printr-un cateter nazofaringian și pentru toți pacienții cu un tub endotraheal sau cu traheotomie. Un studiu realizat în Gambia a demonstrat o rată mai înaltă a obstrucției nazale cu mucus în rândul copiilor care primesc oxigen prin cateter nazofaringian și s-a sugerat că acest fapt s-ar putea datora parțial oxigenului uscat (35). În general, umidificarea nu este necesară în clima tropicală, dacă oxigenul este administrat de la un concentrator decât de la un cilindru, deoarece concentratoarele administrează oxigenul la temperatura camerei, pe când cilindrii distribuie oxigen rece.

PRAGURI RECOMANDATE PENTRU ADMINISTRAREA TERAPIEI CU OXIGEN

	RECOMANDARE	CALITATEA DOVEZILOR
1.	Când oxigenul este administrat la o rată standard a fluxului (0,5-1 L/min la nou-născuși, 1-2 L/min la sugari, 1-4 L/min la copii mai mari) printr-un cateter nazal sau pense nazale, umidificarea nu este necesară.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate redusă)</i>
2.	Când oxigenul este administrat la o rată a fluxului mai înaltă decât cea standard (> 4 L/min) printr-un cateter nazal sau pense nazale, umidificarea este necesară.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de calitate redusă)</i>

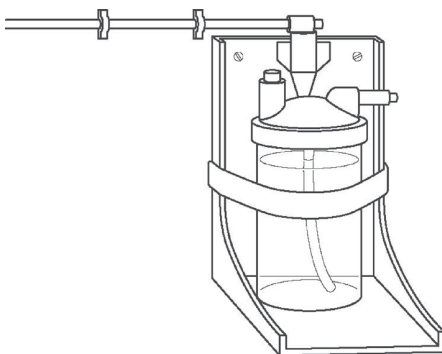
6.2 Umidificatori cu barbotare neîncălzit

Un umidificator cu barbotare neîncălzit este un dispozitiv simplu care nu adaugă mult la costul echipamentului de oxigen, dar deoarece este inefficient, rolul său este limitat. Umidificatoarele cu barbotare neîncălzite pot fi utilizate când oxigenul este distribuit de cilindri printr-un cateter nazal, dacă se utilizează un cateter nazofaringian sau dacă fluxul de administrare este de o rată mai înaltă decât cea standard.

Umidificatori cu barbotare (a se vedea **Fig. 18**) reduc din uscăciunea oxigenului

administrat de la un cilindru prin barbotarea gazului prin apă la temperatura camerei. Umidificatorul cu barbotare este umplut cu apă curată (apă distilată sau apă de la robinet care a fost fiartă și răcorită), după care umidificatorul este atașat ferm de debușul oxigenului în mod precaut, pentru a evita scurgerea de oxigen și asigurând producerea de barbotare. Nivelul apei în umidificator trebuie să fie verificat de două ori pe zi și suplinit dacă este necesar. Echipamentul umidificatorului trebuie să fie spălat și dezinfectat în mod regulat pentru a preveni colonizarea bacteriană.

Fig. 18. Un umidificator cu barbotare neîncălzit conectat la un suport de perete



Este importantă și întreținerea umidificatoarelor. Apa trebuie să fie schimbată zilnic iar umidificatorul, vasul de apă și cateterul trebuie să fie spălate cu apă și puțin săpun, clătite cu apă curată și uscate la aer înainte de a fi reutilizate. O dată pe săptămână (sau când pacientul finalizează terapia cu oxigen), toate componentele umidificatorului trebuie să fie înmuiate într-o soluție antiseptică timp de 15 min, clătite cu apă curată și uscate la aer. Permitearea uscării complete a umidificatorului va descuraja colonizarea bacteriană. Mereu trebuie să fie disponibil un umidificator curat de rezervă, umplut cu apă curată, astfel încât terapia cu oxigen să nu fie întreruptă în timp ce umidificatorul este curățat. Umidificatoarele neîncălzite sunt moderat de efective, chiar la flux redus în climă tropicală.

Umidificatoarele încălzite (**Fig. 15**) sunt mai efective decât cele neîncălzite (54);

totuși, acestea sunt moderat de costisitoare și au nevoie de alimentare continuă cu energie. Umidificatoarele cu barbotare sunt suficiente pentru administrarea terapiei cu oxigen la rate standard ale fluxului de oxigen sau la rate mai înalte, când nu este disponibil un umidificator încălzit.

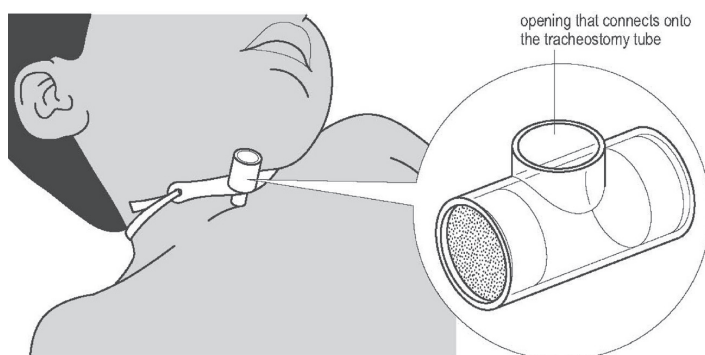
6.3 Siguranța umidificatoarelor

O preocupare majoră privind umidificatoarele de apă ține de contaminarea bacteriană. Într-un studiu s-a constatat că rezervoarele de unică folosință pre-umplute rămân neafectate de patogeni timp de 3 zile (55), iar, într-un alt studiu, 22 din 30 de rezervoare în umidificatoarele de pe ambulanțe cu sticle de utilizări multiple conțineau bacterii (56). Umidificatoarele umplute cu apă de la robinet nu erau contaminate mai des decât cele care conțineau apă sterilă (57), dar lucrurile ar putea fi diferite în diverse locații; în unele spitale, apa de la robinet poate fi contaminată și spori riscul infecțiilor nosocomiale.

6.4 Pe parcursul traheotomiei

Umhidificarea este esențială pentru pacienții cu un tub endotraheal sau cu traheotomie. Nasul și gura oferă căldură, filtrare și umhidificare pentru aerul pe care-l inspirăm; totuși, un tub de traheotomie (Fig. 19) ocolește aceste mecanisme și umhidificarea trebuie să fie oferită pentru a păstra secrețiile subțiri și evita dopurile mucoase. Pacienții supuși unei traheotomii se simt mai bine într-un mediu cu o umhiditate $\geq 50\%$. La pacienții care nu sunt ventilați, secrețiile pot fi păstrate subțiri prin aplicarea unui schimbător de umhiditate și căldură (uneori numit „nas suedez”) la tubul de traheotomie (arătat în Fig. 19). Acest filtru umhidicator se potrivește la sfârșitul tubului de traheotomie; sunt disponibile câteva forme și dimensiuni, dar toate modelele se potrivesc deschizăturii standard al unui tub pentru traheotomie.

Fig. 19. Copil cu tub de traheotomie și diagrama schimbătorului de căldură și umhiditate conectat la tubul de traheotomie



La pacienții cu traheotomie sau un tub endotraheal care primesc supliment de oxigen sau CPAP sunt de preferat umhidicatorii încălziți față de cei neîncalziți.

MESAJE-CHEIE

- Umhidificarea este necesară doar când oxigenul este administrat prin metode care ocolesc nasul sau când sunt utilizate rate înalte pentru fluxul de oxigen. În general nu este necesar când oxigenul este administrat printr-un cateter nazal sau pense nazale la rate standard.
- Umhidificarea este esențială când oxigenul rece este administrat de la un cilindru printr-un cateter nazofaringian.
- Rezervoarele de umhidicare trebuie să fie curățate în mod regulat pentru a evita contaminarea bacteriană.
- Umhidificarea este esențială pentru pacienții cu un tub endotraheal sau cu traheotomie. Obstrucționarea tubului endotraheal din cauza umhidificării inadecvate reprezintă cauza multor decese ce puteau fi evitate în spitale.

7. Monitorizarea progresului copiilor pe oxigen

În majoritatea spitalelor, cea mai potrivită modalitate de a monitoriza copiii este cea prin realizarea regulată (cel puțin de două ori pe zi) a pulsoximetriei pentru a determina dacă au nevoie de oxigen și dacă cei care sunt deja pe oxigen au dezvoltat vreo boală respiratorie sau prezintă alte semne clinice de deteriorare. Pulsoximetria de asemenea poate fi utilizată pentru a determina cât timp copiii trebuie să primească oxigen. În cazul unor pneumonii severe, hipoxemia poate dura de la câteva ore până la câteva săptămâni; durata obișnuită este de 2-5 zile (14, 58). Hipoxemia poate dura mai mult timp la altitudini mai înalte decât nivelul mării pentru pneumonii cu severitate similară (35). Pentru copiii în stare stabilă și cu $\text{SpO}_2 > 90\%$, oxigenul trebuie să fie întrerupt o dată pe zi pentru a determina dacă dâșii mai au nevoie sau nu (a se vedea [secțiunea 7.1](#)).

Deoarece pulsoximetrele nu oferă informații privind concentrația dioxidului de carbon în sânge, acestea nu oferă informație directă privind eficiența ventilației. Este puțin probabil ca un copil care prezintă nivel normal de saturație cu oxigen în timpul respirației aerului din încăperea să aibă parte de ventilație afectată; totuși, din momentul administrării oxigenului, SpO_2 poate fi menținut la nivele normale în pofida hipercapniei severe. Deoarece pulsoximetria nu poate indica caracterul adecvat al ventilației în rândul copiilor care primesc oxigen, monitorizarea clinică a efortului respirator, ratei respiratorii și nivelului de conștiință servesc drept îndrumare pentru a stabili caracterul adecvat al ventilației. Un copil cu ventilație inadecvată va prezenta respirație lentă sau neprofundă și va fi letargic. Într-un spital mic, preocupările privind caracterul adecvat al ventilației trebuie să inducă întreprinderea de eforturi pentru a asigura ca căile aeriene sunt curate și protejate și că pacientul este poziționat astfel încât să faciliteze extinderea pieptului (de ex. în poziție semiculcat la un unghi de 20-30°, cu capul în sus pentru a reduce presiunea asupra diafragmei în cazul unei dilatări abdominale, trecând printr-o sondă nazogastrică pentru a decompresa stomacul). Referirea spre o zonă de dependență înaltă sau spre unitatea de terapie intensivă se va organiza doar dacă este disponibil CPAP sau suport mecanic. Administrarea oxigenului prin orice metodă trebuie să fie supravegheată de personal instruit pentru depistarea și gestionarea complicațiilor în modul cuvenit. O asistentă medicală trebuie să verifice o dată la 3 ore ca pensele sau cateterului să fie în poziție corectă și să nu fie blocate cu mucus, ca toate conexiunile să fie în siguranță, ca rata fluxului de oxigen să fie corectă, ca căile aeriene să nu fie obstrucționate cu mucus și ca să nu fie dilatare gastrică. Pensele sau cateterele vor fi înlăturate și curățate cel puțin de două ori pe zi.

Toți copiii grav bolnavi trebuie să fie monitorizați în mod regulat în baza semnelor vitale și stării generale. Multe decese survin în spitale peste noapte, deseori când monitorizarea nu este frecventă sau absentă (59). Deoarece SpO_2 este cel mai vital semn clinic, pulsoximetria este un instrument de monitorizare de rutină de neînlocuit. Pentru mai multe detalii, a se vedea mai jos și în [anexele 1 și 2](#).

CRITERII PENTRU ÎNȚIEREA SAU ÎNCETAREA TERAPIEI CU OXIGEN

	RECOMANDARE	CALITATEA DOVEZILOR
1.	Copiii cu hipoxemie trebuie să fie monitorizați minuțios cu ajutorul pulsoximetriei.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de o calitate foarte redusă)</i>
2.	Terapia cu oxigen va fi oprită în cazul copiilor cu stare clinică stabilă, când saturație cu oxigen rămâne stabilă peste nivelul recomandat de 90% la > 2500 m deasupra nivelului mării sau 87% la > 2500 m deasupra nivelului mării timp de cel puțin 15 min pe aer din încăpere.	<i>Recomandare temeinică (dovezi de o calitate foarte redusă)</i>

7.1 Când să oprim oxigenul

Cel puțin o dată pe zi, copiii care sunt stabili din punct de vedere clinic (nu prezintă semne de urgență și $\text{SpO}_2 > 90\%$) trebuie să fie deconectați de la oxigen timp de 10-15 min și să fie examinați cu grijă pentru a stabili schimbările în semnele clinice prezentate și în nivelul SpO_2 , pentru a evalua dacă mai este nevoie de oxigen suplimentar. Cel mai bine este de întrerupt oxigenul suplimentar de dimineață, atunci când există personal adecvat pentru a observa copilul pe parcursul zilei. Dacă oxigenul suplimentar este întrerupt după masă, prezența unui număr mai mic de personal peste noapte și desaturația cu oxigen care uneori survine pe parcursul somnului ar putea spori riscul de nerecunoaștere a hipoxemiei pe timp de noapte.

Copiii care au $\text{SpO}_2 < 90\%$ fiind încă pe oxigen sau cei care nu sunt stabili sau foarte bolnavi nu trebuie să fie supuși încercărilor cu aerul din încăpere. Înainte de o încercare de a deconecta oxigenul, trebuie verificat SpO_2 pentru a determina dacă o astfel de încercare este sigură (i.e. $\text{SpO}_2 > 90\%$). După care, copilul trebuie să fie deconectat de la sursa de oxigen și observat cu precauție pentru a evita orice complicație adversă a hipoxemiei. Dacă survine o hipoxemie severă ($\text{SpO}_2 < 80\%$), apnee sau detresă respiratorie acută, copilul trebuie imediat să reînceapă terapie cu oxigen. Unii copii vor deveni hipoxemici foarte rapid când sunt deconectați de la oxigen; acest fapt indică o boală foarte gravă și un risc sporit de deces. Părinții și personalul de îngrijire sunt sfătuiți să monitorizeze copilul pentru a determina dacă va prezenta cianoză sau detresă respiratorie acută.

Dacă aprovizionarea cu oxigen este suficientă, copii trebuie să primească oxigen suplimentar până ce SpO_2 la aerul din încăpere este de $\geq 90\%$. Dacă SpO_2 este $\geq 90\%$ după încercarea cu aerul din încăpere, copilul este lăsat fără oxigen suplimentar și SpO_2 va fi verificat după o oră, deoarece uneori poate surveni desaturația.

Pentru toți copiii cu stare clinică deteriorată, trebuie să fie verificat SpO_2 pentru a determina dacă aceștia au nevoie de oxigen. Dacă numărul de paturi este suficient, copiii nu trebuie să fie externați până ce nivelul SpO_2 nu se stabilizează la $\geq 90\%$ în timpul respirației aerului din încăpere timp de cel puțin 24 de ore, până ce dispar toate semnele de pericol și poate fi organizat tratamentul adecvat la domiciliu. Acest fapt nu se aplică copiilor cu boli cardiace congenitale cianotice care prezintă hipoxemie cronică. Pentru copiii cu șunt intra-cardiac de la dreapta la stânga (cum ar fi tetralogia Fallot), oxigenul nu va fi eficient în ameliorarea cianozei sau SpO_2 .

Radiografia toracică nu este un indice util privind necesitatea terapiei cu oxigen sau încetarea acesteia.

7.2 Îngrijirea generală a copiilor cu hipoxemie sau detresă respiratorie acută

Îngrijirea medicală a copiilor cu hipoxemie este foarte importantă. Principalele considerațiuni includ manipulări minime, poziționare, lichide, alimentare și monitorizare minuțioasă.

Manipulările ar putea fi deranjante pentru copiii grav bolnavi și orice activitate consumă mai mult oxigen. Manipulările trebuie să fie realizate cu delicatețe, evitând stresul de prisos sau procedurile dureroase.

Copiii deseori își vor găsi ei singuri cea mai confortabilă poziție pentru dâșii în pat sau în brațele mamelor lor, însă uneori respirația lor poate fi îmbunătățită dacă sunt alimentați cu capul ridicat în sus la circa 30° cu suport pentru gât, decât dacă sunt culcați orizontal. Unii nou-născuți hipoxici și sugari mici ar putea fi mai stabili în poziție culcată pe burtă, atât timp cât fețele lor nu sunt obstrucționate.

Următoarele recomandări trebuie să fie respectate când copiilor hipoxemici li se oferă lichide și alimentație.

- Întrerupeți alimentația orală atâta timp cât copilul prezintă retracție severă a toracelui sau detresă respiratorie acută pentru a evita riscul aspirației.
- Utilizați o picurătoare intravenoasă sau o sondă nazogastrică, depinde ce e mai sigur.
- Nu administrați volume mari de lichide intravenos, acestea ar putea „umezi” plămânii și înrăutăți hipoxemia. Rata maximă de administrare a lichidelor intravenos este de obicei 2-3 mL/kg greutatea corpului per oră și trebuie oprită când poate fi tolerată alimentară orală sau prin sondă nazogastrică.
- În cazul sondelor nazogastrice de volum mic, asigurați-vă că sonda este plasată cu bine în stomac. Nu administrați volume mari de alimentație prin sonda nazogastrică copiilor cu detresă respiratorie acută, căci ar putea să vomite și să aspire.
- De îndată ce dispăre detresa respiratorie acută, asigurați-vă că copilul primește alimentație bună, de preferat alăptare la sân.

Depășirea preocupărilor părinților privind utilizarea oxigenului

Părinții trebuie să fie instruiți în ceea ce privește necesitatea oxigenului pentru a le atenua temerile. Multor părinți le este frică de oxigen și cateterele de oxigen, poate că văzuseră alți copii primind oxigen înainte de a deceda și poate cred că anume oxigenul le-a cauzat decesul. Ar putea fi de ajutor de arătat părinților un pulsoximetru în utilizare și de explicat de ce nivelul de oxigen al copilului este redus. De asemenea ar fi util de explicat care sunt semnele clinice (cum e retracția toracelui sau cianoza gingiilor sau limbii); iar când este administrat oxigenul, părinții vor vedea că SpO_2 crește și detresa respiratorie a copilului se reduce. Într-un spital din Papua Noua Guinee, rata mamelor care fug cu copiii lor din instituția medicală s-a redus semnificativ de la 25% la 8%, când copiii au fost verificați zilnic cu pulsoximetrie (14, 50), cu explicația monitorizării și implicațiile acesteia pentru administrarea oxigenului, a necesității de a sta în spital și pregătirii pentru externare. Verificările zilnice cu pulsoximetria de asemenea sunt considerate ca demonstrare a faptului că copiii au parte de o atenție specială, mamele apreciind acest fapt. Chiar și mamele fără studii au putut înțelege importanța cifrelor indicate de pulsoximetru și pragul pentru externare în siguranță din spital, atunci când acestea le-au fost explicate.

MESAJE-CHEIE

- Copiii care primesc oxigen trebuie să fie monitorizați clinic de cel puțin două ori pe zi cu pulsoximetria.
- O asistentă medicală trebuie să verifice o dată la trei ore dacă pensele nazale sau cateterul sunt în poziție corectă și nu sunt blocate cu mucus, dacă toate conexiunile sunt în siguranță, dacă rata fluxului de oxigen este corectă, dacă căile aeriene nu sunt obstrucționate cu mucus și dacă nu este dilatare gastrică. Pensele sau cateterele trebuie să fie înlăturate și curățate de cel puțin două ori pe zi.
- SpO_2 este cel mai important semn vital, din aceste considerente pulsoximetru este un instrument de monitorizare de rutină valoros.
- În cazul pneumoniilor severe, hipoxemia poate dura de la câteva ore până la câteva săptămâni, durata obișnuită este de 2-5 zile.
- Cel puțin o dată pe zi, copiii care sunt stabili clinic (nu prezintă semne de urgență și $\text{SpO}_2 > 90\%$) trebuie să fie deconectați de la oxigen timp de 10-15 min și examinați cu grijă privind schimbările în semnele clinice și SpO_2 , pentru a determina dacă este nevoie de oxigen suplimentar.
- Copiii nu trebuie să fie externați până ce SpO_2 nu este stabil la $\geq 90\%$ în timpul respirației aerului din încăpere timp de cel puțin 24 de ore, până ce vor dispărea toate semnele de pericol și până ce se va organiza tratamentul corespunzător la domiciliu.

Referințe

1. Grupul ONU inter-agenții pentru estimarea mortalității copiilor. Niveluri și tendințele în mortalitatea copiilor. Raportul 2015. New York: UNICEF; 2015.
2. Walker CL, Rudan I, Liu L, Nair H, Theodoratou E, Bhutta ZA, et al. Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. *Lancet* 2013;381:1405–1416.
3. Subhi R, Adamson M, Campbell H, Weber M, Smith K, Duke T, et al. The prevalence of hypoxaemia among ill children in developing countries. *Lancet Infect Dis* 2009;9:219–227.
4. Duke T, Wandt F, Jonathan M, Matai S, Kaupa M, Sa'avu M, et al. Improved oxygen systems for childhood pneumonia: a multihospital effectiveness study in Papua New Guinea. *Lancet* 2008;372:1328–1333.
5. Subhi R, Smith K, Duke T. When should oxygen be given to children at high altitude? A systematic review to define altitudespecific hypoxaemia. *Arch Dis Child* 2009; 94:6–10.
6. Laman M, Ripa P, Vince J, Tefuarani N. Can clinical signs predict hypoxaemia in Papua New Guinean children with moderate and severe pneumonia? *Ann Trop Paediatr* 2005;25:23–27.
7. Duke T, Blaschke AJ, Sialis S, Bonkowsky JL. Hypoxaemia in acute respiratory and non respiratory illness in neonates and children in a developing country. *Arch Dis Child* 2002;86:108–112.
8. Duke T. Neonatal pneumonia in developing countries. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005;90:211–219.
9. Rahnama'i MS, Geilen RP, Singhi S, van den Akker M, Chavannes NH. Which clinical signs and symptoms predict hypoxemia in acute childhood asthma? *Indian J Pediatr* 2006;73:771–775.
10. Muhe L, Weber M. Oxygen delivery to children with hypoxaemia in small hospitals in developing countries. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001;5:527–532.
11. Zavorsky GS, Cao J, Mayo NE, Gabbay R, Murias JM. Arterial versus capillary blood gases: a metaanalysis. *Resp Physiol Neurobiol* 2007;155:268–279.
12. Rojas MX, Granados Rugeles C, CharryAnzola LP. Oxygen therapy for lower respiratory tract infections in children between 3 months and 15 years of age. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;CD005975.
13. Ayieko P, English M. In children aged 2–59 months with pneumonia, which clinical signs best predict hypoxaemia? *J Trop Paediatr* 2006; 52:307–310.

14. Duke T, Frank D, Mgone J. Hypoxaemia in children with severe pneumonia in Papua New Guinea. *Int J Tuberc Lung Dis* 2000;5:511–519.
15. Onyango FE, Steinhoff MC, Wafula EM, Wariua S, Musia J, Kitonyi J. Hypoxaemia in young Kenyan children with acute lower respiratory infection. *BMJ* 1993;306:612–615.
16. O'Dempsey TJ, Todd JE. Chest infections in African children. *BMJ* 1993;306:1342.
17. Falade AG, Tschappeler H, Greenwood BM, Mulholland EK. Use of simple clinical signs to predict pneumonia in young Gambian children: the influence of malnutrition. *Bull World Health Organ* 1995;73:299–304.
18. Lozano JM, Steinhoff M, Ruiz JG, Mesa ML, Martinez N, Dussan B. Clinical predictors of acute radiological pneumonia and hypoxaemia at high altitude. *Arch Dis Child* 1994;71:323–327.
19. Reuland DS, Steinhoff MC, Gilman RH, Bara M, Olivares EG, Jabra A, et al. Prevalence and prediction of hypoxaemia in children with respiratory infections in the Peruvian Andes. *J Pediatr* 1991;119:900–906.
20. O'Dempsey TJ, McArdle TF, Laurence BE, Lamont AC, Todd JE, Greenwood BM. Overlap in the clinical features of pneumonia and malaria in African children. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1993;87:662–665.
21. Simoes EA, Roark R, Berman S, Esler LL, Murphy J. Respiratory rate: measurement of variability over time and accuracy at different counting periods. [Comment]. *Arch Dis Childh* 1991;66:1199–1203.
22. Weber MW, Usen S, Palmer A, Shabbar J, Mulholland EK. Predictors of hypoxaemia in hospital admissions with acute lower respiratory tract infection in a developing country. *Arch Dis Child* 1997;76:310–314.
23. Rajesh VT, Singhi S, Kataria S. Tachypnoea is a good predictor of hypoxia in acutely ill infants under 2 months. *Arch Dis Childh* 2000;82:46–49.
24. Usen S, Weber M, Mulholland K, Jaffar S, Oparaugo A, Adegbola R, et al. Clinical predictors of hypoxaemia in Gambian children with acute lower respiratory tract infection: prospective cohort study. *BMJ* 1999;318:86–91.
25. Smyth A, Carty H, Hart CA. Clinical predictors of hypoxaemia in children with pneumonia. *Ann Trop Paediatr* 1988;18:31–40.
26. Schnapp L. Uses and abuses of pulse oximetry. *Chest* 1990;98:1244–1250.
27. Weber MW, Mulholland EK. Pulse oximetry in developing countries. *Lancet* 1998;351:1589.
28. Pocket book of hospital care for children: guidelines for the management of common childhood illnesses. 2nd edition. Geneva: World Health Organization; 2013.
29. Malkin RA. Design of healthcare technology for the developing world. *Annu Rev Biomed Eng* 2007;9:567–587.

30. Frey B, Shann F. Oxygen administration in infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003;88:F84–F88.
31. Frey B, McQuillan PJ, Shann F, Freezer N. Nasopharyngeal oxygen therapy produces positive endexpiratory pressure in infants. *Eur J Pediatr* 2001;160: 556–560.
32. Sreenan C, Lemke RP, HudsonMason A, Osiovich H. Highflow nasal cannulae in the management of apnea of prematurity: a comparison with conventional nasal continuous positive airway pressure. *Pediatrics* 2001;107:1081–1083.
33. Muhe L, Degefu H, Worku B, Oljira B, Mulholland EK. Comparison of nasal prongs with nasal catheters in the delivery of oxygen to children with hypoxia. *J Trop Pediatr* 1998;44:365–368.
34. Campbell EJ, Baker D, CritesSilver P. Subjective effects of humidification of oxygen for delivery by nasal cannula. *Chest* 1988;93:289–293.
35. Weber MW, Palmer A, Oparaugo A, Mulholland EK. Comparison of nasal prongs and nasopharyngeal catheter for the delivery of oxygen in children with hypoxaemia because of lower respiratory tract infection. *J Pediatr* 1995;127:378– 383.
36. Kuluz JW, McLaughlin GE, Gelman B, Cantwell P, Thomas J, Mahon T, et al. The fraction of inspired oxygen in infants receiving oxygen via nasal cannula often exceeds safe levels. *Respir Care* 2001;46:897–901.
37. Shann F, Gatchalian S, Hutchinson R. Nasopharyngeal oxygen in children. *Lancet* 1988;ii:1238–1240.
38. Muhe L, Degefu H, Worku B, Oljira B, Mulholland EK. Oxygen administration to hypoxic children in Ethiopia: a randomized controlled study comparing complications in the use of nasal prongs with nasopharyngeal catheters. *Ann Trop Paediatr* 1997;17:273–281.
39. Klein M, Reynolds LG. Nasopharyngeal oxygen in children. *Lancet* 1989;i:493– 494.
40. Daga SR, Vesma B, Gosavi DV. Oropharyngeal delivery of oxygen to children. *Trop Doct* 1999;29:98–99.
41. SUPPORT Study Group of the Eunice Kennedy Shriver NICHD Neonatal Research Network. Target ranges of oxygen saturation in extremely preterm infants. *N Engl J Med* 2010;362:1959–1969.
42. Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:590–594.
43. Kattwinkel J, Niermeyer S, Nadkarni V, Tibballs J, Phillips B, Zideman D, et al. ILCOR advisory statement: resuscitation of the newly born infant. *Pediatrics* 1999;103:e56.

44. Wilson PT, Morris MC, Biagas KV, Otupiri E, Moresky RT. A randomized clinical trial evaluating nasal continuous positive airway pressure for acute respiratory distress in a developing country. *J Pediatr* 2013;162:988–992
45. Duke T. CPAP: a guide for clinicians in developing countries. *Paediatr Int Child Health* 2014;34:3–11.
46. Martin S, Duke T, Davis P. Efficacy and safety of bubble CPAP in neonatal care in low and middle income countries: a systematic review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2014;99:495–504.
47. van den Heuvel M, Blencowe H, Mittermayer K, Rylance S, Couperus A, Heikens GT et al. Introduction of bubble CPAP in a teaching hospital in Malawi. *Ann Trop Paediatr* 2012; 31:59–65.
48. Chisti MJ, Salam MA, Smith JH, Ahmed T, Pietroni MC, Shahunja KM, et al. Bubble continuous positive airway pressure for children with severe pneumonia and hypoxaemia in Bangladesh: an open, randomised controlled trial. *Lancet* 2015;386;1057–1065.
49. Tagare A, Kadam S, Vaidya U, Pandit A, Patole S. Bubble CPAP versus ventilator CPAP in preterm neonates with early onset respiratory distress – a randomised controlled trial. *J Trop Paediatr* 2013; 59:113–119.
50. McKiernan C, Chua LC, Visintainer PF, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr* 2010;156:634–638.
51. Spentzas T, Minarik M, Patters AB, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with highflow nasal cannula. *J Intensive Care* 2009; 24:323–328.
52. Hilliard TN, Archer N, Laura H, Heraghty J, Cottis H, Mills K, et al. Pilot study of vapotherm oxygen delivery in moderately severe bronchiolitis. *Arch Dis Childh* 2011;97:183.
53. Lampland AL, Plumm B, Meyers PA, Worwa CT, Mammel MC. Observational study of humidified highflow nasal cannula compared with nasal continuous positive airway pressure. *J Pediatr* 2009;154:177–182.
54. Randerath WJ, Meier J, Genger H, Domanski U, Ruhle KH. Efficiency of cold pass-over and heated humidification under continuous positive airway pressure. *Eur Respir J* 2002;20:183–186.
55. Koss JA, Conine TA, Eitzen HE, LoSasso AM. Bacterial contamination potential of sterile, prefilled humidifiers and nebulizer reservoirs. *Heart Lung* 1979;8:1117– 1121.
56. Cameron JL, Reese WA, Tayal VS, Clark RF, Kelso D, Gonzalez ER, et al. Bacterial contamination of ambulance oxygen humidifier water reservoirs: a potential source of pulmonary infection. *Ann Emerg Med* 1986;15:1300–1302.
57. Cahill CK1, Heath J. Sterile water used for humidification in lowflow oxygen therapy: is it necessary? *Am J Infect Control* 1990;18:13–17.

58. Duke T, Poka H, Frank D, Michael A, Mgone J, Wal T. Chloramphenicol versus benzylpenicillin and gentamicin for the treatment of severe pneumonia in children in Papua New Guinea: a randomised trial. *Lancet* 2002;359:474–480.
59. Nolan T, Angos P, Cunha AJ, Muhe L, Qazi S, Simoes EA, et al. Quality of hospital care for seriously ill children in less developed countries *Lancet* 2000;357:106–110.

ANEXA 1

Utilizarea practică a pulsoximetrului în departamentele pentru copii

Un pulsoximetru poate oferi informație vitală despre un copil bolnav. Acesta este cel mai bun instrument pentru determinarea faptului dacă un copil are nevoie de oxigen, deși trebuie să fie observate și semnele clinice ale hipoxemiei și ale bolii severe.

A1.1 Când se utilizează un pulsoximetru

Pulsoximetrul trebuie să fie utilizat pentru a monitoriza:

- toți copii în momentul spitalizării (nu doar cei cu pneumonie);
- progresul copiilor pe parcursul vizitelor în salon și observațiilor de îngrijire;
- orice copil starea căruia se deteriorează, cu detresă respiratorie, apnee sau conștiință redusă.

A1.2 Utilizarea unui pulsoximetru

1. Conectați pulsoximetru.
2. Asigurați-vă că copilul este așezat confortabil pe genunchii părintelui.
3. Atașați sonda pulsoximetrului de degetul de la mână sau piciorul copilului.
4. Așteptați până ce se aude semnalul pulsului consistent (ar putea dura 20-30 s).
5. Înregistrați SpO_2 și rata pulsului pe o diagramă de monitorizare.
6. Dacă nu sunteți sigur dacă SpO_2 și pulsul sunt depistate în mod corect, verificați rata bătăilor inimii cu un stetoscop sau palpând manual pulsul.
7. Dacă SpO_2 este $< 90\%$, administrați copilului oxigen,
 - prin pense nazale sau cateter nazal
 - la o rată a fluxului de 0,5-2 L/min în mod continuu.
8. Reverificați SpO_2 .
9. Înregistrați SpO_2 și rata pulsului pe o diagramă de monitorizare 15 min după administrarea oxigenului.

A1.3 Monitorizarea zilnică

Cel puțin o dată pe zi, toți copii care primesc oxigen trebuie să fie testați cu pulsoximetrul.

1. Stopați administrarea oxigenului către copil (cu excepția cazului când copilul are detresă respiratorie acută).
2. Monitorizați SpO_2 .
3. Dacă SpO_2 este $> 90\%$ la 10-15 min după ce copilul a fost scos de pe oxigen, lăsați oxigenul deconectat.
4. Verificați SpO_2 din nou după 1 oră.
5. Dacă SpO_2 este $< 90\%$, reluați administrarea oxigenului.

6. În fiecare zi înregistrați SpO_2 și rata pulsului pe diagrama de monitorizare a pacientului și mai înregistrați dacă există aprovizionare suficientă cu oxigen.
7. Utilizați pulsoximetrul în mod regulat pentru a monitoriza toții copiii care prezintă stare înrăutățită de detresă respiratorie, apnee, orice deteriorare a conștiinței sau orice alt semn critic de deteriorare.

A1.4 Planificarea externării

Pulsoximetria poate fi utilizată pentru a determina când este sigur de externat copilul acasă. În majoritatea circumstanțelor, nu este sigur de a trimite copilul acasă dacă SpO_2 este $< 90\%$. Oricum nu trebuie să așteptați până ce SpO_2 revine la normal pentru a externa copilul. Dacă copilul se simte bine și SpO_2 este stabil $>90\%$ fără administrarea de oxigen timp de 12-24 ore, și părinții înțeleg cum să ofere îngrijiri la domiciliu și când să revină la spital, atunci este sigur de a trimite copilul acasă.

A1.5 Întreținerea unui pulsoximetru

Sondele și conductele unui pulsoximetru sunt fragile; din aceste considerente este important de a le îngriji cu precauție. Nu trebuie să fie plasate pe podea unde cineva ar putea călca peste ele.

Este important de a menține sondele pulsoximetrelor curate astfel încât acestea să nu răspândească infecții de la un pacient la altul. Acestea trebuie să fie șterse cu alcool între pacienți. Lucrătorii medicali trebuie mereu să-și spele mâinile înainte și după monitorizarea fiecărui pacient.

Nu uitați să puneți în priză un pulsoximetru la intervale regulate de timp pentru a-i reîncărca bateria.

ANEXA 2

Administrarea oxigenului cu concentratoarele de oxigen

A2.1 Concentratoarele de oxigen

Concentratoarele de oxigen sunt dispozitive care extrag azotul din aerul atmosferic, rezultând în producerea oxigenului aproape pur. Acestea au nevoie de o sursă continuă și fiabilă de energie, cum ar fi rețeaua de electricitate și un generator de rezervă sau un cilindru de oxigen în caz de cădere a electricității.

A2.2 Utilizarea unui concentrator de oxigen

1. Poziționați concentratorul astfel încât acesta să fie la o distanță de cel puțin 30 cm de la pereți sau draperii, astfel încât debușeul să nu fie obstrucționat.
2. Conectați tubul de oxigen la debușeul de oxigen sau la separatorul de flux.
3. Uniți cablul de electricitate la priza rețelei de electricitate.
4. Porniți concentratorul (porniți consola). Trebuie să apară luminița verde atunci când se ajunge la o concentrație suficient de înaltă de oxigen, de obicei în decurs de 10 minute.
5. Ajustați debitmetru pentru fluxul necesar pentru pacient sau utilizați separatorul de flux, dacă-l utilizați pentru un număr de pacienți care primesc oxigen.

A2.3 Menținerea de rutină

Un concentrator de oxigen va avea nevoie de aproximativ 30 min de atenție în fiecare săptămână. Concentratoarele dispun de un filtru de particule deasupra debușeului de aer (de obicei pe partea din dos a modelelor staționare sau celor portabile) pentru a împiedica pătrunderea colbului și altor particule transmise prin aer. Filtrul va fi înlocuit și curățat în apă caldă cu săpun, uscat cu un șervet absorbant și înlocuit.

Exteriorul unui concentrator de oxigen trebuie să fie curățat cu un agent de curățare cu dezinfectare ușoară sau o soluție diluată de înălbitor (5,25% de hipoclorit de sodiu). Poate fi utilizată o soluție de 1:100 la 1:10 de înălbitor la apă, în dependență de volumul de material organic prezent. Permiteți soluției să acționeze timp de 10 min, după care clătiți și uscați.

A2.4 Administrarea oxigenului

Oxigenul de obicei este administrat printr-un cateter nazal sau pense nazale.

Cateter nazal

Un cateter 6F sau 8F este introdus pe o distanță egală cu distanța de la partea laterală a nării până la marginea interioară a sprâncenei (vezi Fig. A2.1). Acesta de obicei ajunge până la partea posterioară a cavității nazale. Fixați rata fluxului la 0,5

L/min pentru nou-născuți sau 1-2 L/min pentru sugari și copii mai mari. Pentru un cateter nazal nu este necesară umidificarea, dacă sunt utilizate aceste rate ale fluxului de oxigen. Dacă un cateter pentru oxigen nu este disponibil, este suficient și o sondă nazogastrică cu capătul tăiat (care este și mai ieftin).

Cateteretele trebuie să fie înlăturate și curățate de două ori pe zi, deoarece s-ar putea bloca cu mucus.

Pense nazale

În spitalele în care sunt disponibile pense nazale, acestea trebuie să fie plasate înăuntrul nărilor și securizate cu bandă adezivă, după cum se arată în Fig. A2.2. Fixați rata fluxului la 0,5-1 L/min pentru nou-născuți, 1-2 L/min pentru sugari și copii mai mari și până la maximum 4 L/min pentru preșcolari și școlari. Umidificarea nu este necesară pentru pensele nazale, atât timp cât sunt utilizate aceste rate ale fluxului de oxigen.

Pensele pentru oxigen sunt mai costisitoare decât cateteretele de oxigen, dar pot fi reutilizate dacă sunt înmuiate cu grijă în apă curată, caldă cu săpun, după în înălbitor diluat, după care clătite și uscate cu grijă.



Fig. A2.1. Un cateter nazal instalat



Fig. A2.2. Pense nazale

A2.5 Monitorizare

După inițierea terapiei cu oxigen la un

copil, verificați din nou saturația cu oxigen cu un pulsximetru sau verificați semnele de hipoxemie. Dacă după administrarea oxigenului, copilul oricum are $SpO_2 < 90\%$ sau cianoză sau retracție severă a toracelui, sporii fluxul de oxigen până la maximum 2 L/min pentru un sugar sau până la 4 L/min pentru un copil mai mare. Dacă în pofida acestui fapt, copilul oricum prezintă semne de hipoxemie, verificați:

- dacă concentratorul livrează fluxul de gaz;
- dacă luminița care indică concentrația adecvată de oxigen este pornită și dacă nu s-au declanșat alte alarme;
- dacă oxigenul circulă prin cateter și pense (puneți capătul sub apă și verificați dacă sunt bule sau țineți lângă mâna dvs., pentru a simți fluxul de aer);
- dacă nu sunt scurgeri la conexiune sau la tubul de oxigen;
- dacă nasul copilului nu este blocat.

Nu utilizați rate de flux > 2 L/min pentru nou-născuți sau sugari, deoarece acestea ar putea rezulta în dilatarea stomacului. Sugarii care nu pot suge sau care au nevoie de un flux de oxigen de 2 L/min trebuie să utilizeze o sondă nazogastrică pentru a decompresa stomacul.

Dacă SpO_2 rămâne $< 90\%$ sau semnele hipoxemiei persistă, copilul ar putea avea nevoie de o a doua sursă de oxigen, cum ar fi masca de oxigen cu flux sporit, dacă este disponibilă. Consultați inginerul spitalului pentru a verifica funcționarea concentratorului.

A2.6 Oxigenul poate răspândi flăcările foarte rapid

Este foarte important de a nu permite flăcări deschise sau țigări într-o rază de 3 m de la sursa de oxigen. Plasați semnul „Nu se fumează” unde se utilizează oxigenul.

ANEXA 3

Administrarea oxigenului de la cilindri de oxigen

A3.1 Cilindrii de oxigen

Cilindrii de oxigen conțin oxigen gazos comprimat. Aceștia trebuie să dispună de un regulator pentru a limita presiunea oxigenului care este difuzat, un manometru care să indice volumul de oxigen în cilindru și un debitmetru care să controleze fluxul de oxigen administrat pacientului.

Când utilizați un cilindru de oxigen:

- strângeți toate conexiunile (între cilindru și regulator și între regulator și debitmetru), astfel încât să nu fie scurgeri de oxigen.
- deschideți regulatorul și verificați volumul de oxigen în cilindru la manometru. Dacă acul manometrului este în zona roșie, cilindru este aproape gol și nu trebuie să fie utilizat, cu excepția cazurilor în care este unica dvs. sursă. Niciodată nu permiteți utilizarea unui astfel de cilindru pentru un copil peste noapte, deoarece ar putea să se golească și copilul ar putea deveni hipoxemic.

A3.2 Administrarea oxigenului

Oxigenul este de obicei administrat printr-un cateter nazal sau pense nazale (a se vedea Anexa 2).

A3.3 Monitorizare

După inițierea administrării de oxigen la un copil, reverificați saturația cu oxigen cu un pulsoximetru și/sau verificați semnele de hipoxemie. Dacă copilul încă mai are $SpO_2 < 90\%$ sau prezintă cianoză sau retracție severă a toracelui, sporți fluxul de oxigen până la maximum 2 L/min pentru un sugar sau până la 4 L/min pentru un copil mai mare. Dacă în pofida acestor acțiuni, copilul încă mai prezintă hipoxemie, verificați dacă:

- cilindru are oxigen suficient;
- oxigenul circulă prin cateter sau pense (puneți capătul sub apă și verificați dacă sunt bule sau țineți lângă mâna dvs., pentru a simți fluxul de aer);
- nu sunt scurgeri la conexiuni sau la tubul cu oxigen;
- nasul copilului nu este blocat.

Nu utilizați rate ale fluxului de oxigen >2 L/min pentru nou-născuți sau sugari, deoarece ar putea rezulta în dilatarea stomacului. Dacă sugarul nu poate suge sau are nevoie de rată de oxigen de 2 L/min, utilizați o sondă nazogastrică pentru a decomprima stomacul. Dacă SpO_2 rămâne $< 88\%$ sau semnele de hipoxemie persistă, copilul ar putea avea nevoie de o a doua sursă de oxigen, cum ar fi masca de față cu flux înalt, dacă este disponibilă.

A3.4 Aprovizionarea cilindrilor cu oxigen

Este important de a monitoriza volumul de oxigen în cilindru. Dacă acul manometru-lui este în zona roșie, butelia urmează să fie schimbată foarte curând. Niciodată nu utilizați un astfel de cilindru pentru un copil peste noapte, deoarece ar putea să se golească și copilul să devină hipoxemic.

Trebuie să anticipați necesitatea de oxigen și să comandați mai mulți cilindri înainte de golirea acestora.

A3.5 Oxigenul poate răspândi flăcările foarte repede

Este foarte important de a nu permite flăcări deschise sau țigări într-o rază de 3 m de la sursa de oxigen. Plasați semnul „Nu se fumează” unde se utilizează oxigenul. Se recomandă racorduri anti-incendiu pentru a stopa fluxul de oxigen în caz de incendiu.



Pentru mai multe informații, contactați:

Department of Maternal, Newborn, Child and Adolescent Health

World Health Organization

Avenue Appia 20, CH-1211 Geneva 27, Switzerland

Fax: +41 22 791 4853

E-mail: mnach@who.int

www.who.int/



**World Health
Organization**

ISBN 978 92 4 154955 4



9 789241 549554