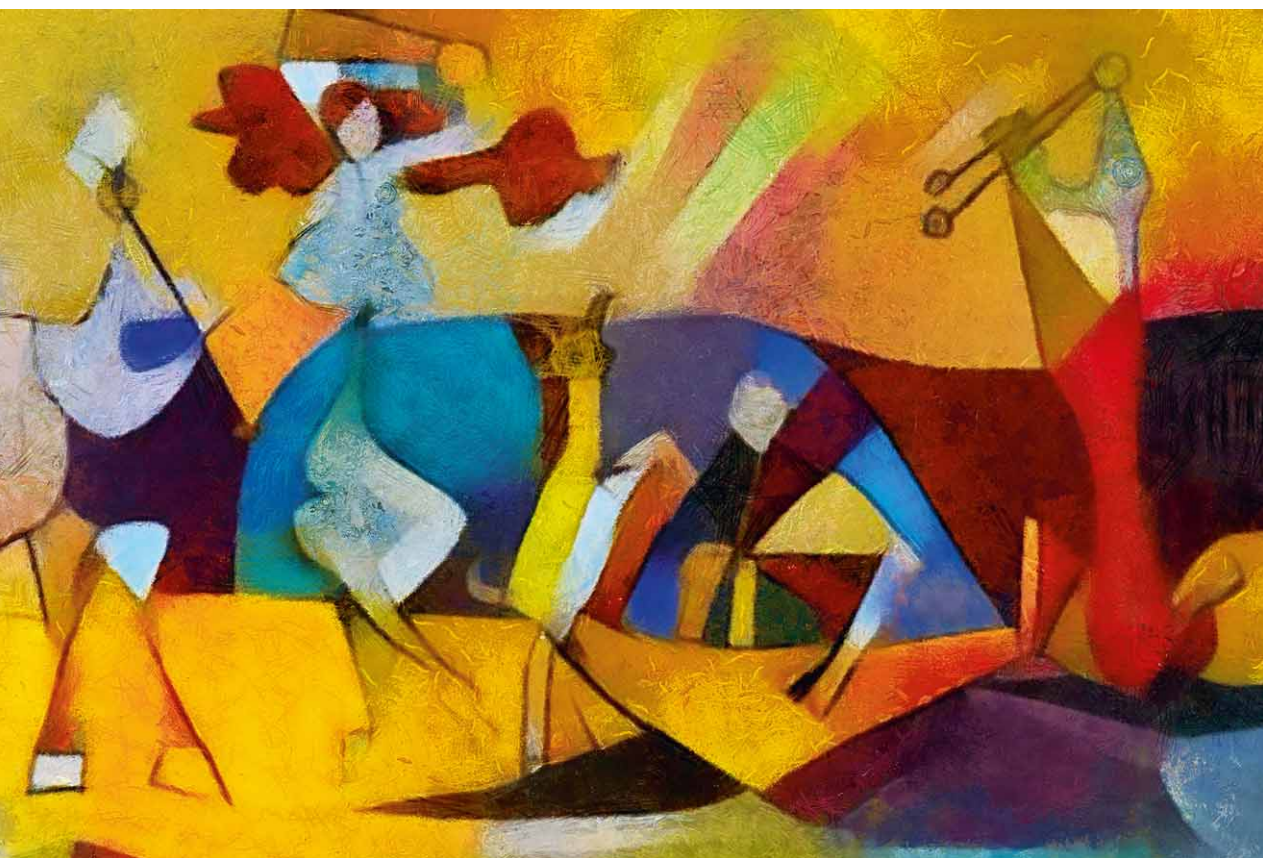


Petr Pohunek, Jana Tuková, Petr Kořátko a kolektiv

Dětská pneumologie

2., přepracované a doplněné vydání





**Děkujeme společnostem, které v této publikaci inzerují
nebo její vydání jiným způsobem podpořily**

(v abecedním pořadí):

- **Aidian Oy, odštěpný závod CZ**
- **Angelini Pharma Česká republika s.r.o.**
- **AstraZeneca Czech Republic s.r.o.**
- **DiaSorin Czech s.r.o.**
- **GlaxoSmithKline, s.r.o.**
- **Linde Gas a.s.**
- **Olivova dětská léčebna, o.p.s.**
- **Vertex Pharmaceuticals (Czech Republic) s. r. o.**

Petr Pohunek, Jana Tuková, Petr Kořátko a kolektiv

Dětská pneumologie

2., přepracované a doplněné vydání

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

prof. MUDr. Petr Pohunek, CSc., MUDr. Jana Tuková, Ph.D., MUDr. Petr Koťátko

Dětská pneumologie

Druhé, přepracované a doplněné vydání

Editori:

prof. MUDr. Petr Pohunek, CSc.

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Jana Tuková, Ph.D.

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Petr Koťátko

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

První plicní ambulance s. r. o., Praha

Olivova dětská léčebna o. p. s., Říčany u Prahy

Kolektiv autorů:

MUDr. Václava Adámková, Ph.D.

MUDr. Katarína Beránková, Ph.D.

MUDr. Zuzana Blechová, Ph.D.

MUDr. Markéta Bloomfield, Ph.D.

MUDr. Michaela Čepelová, Ph.D.

MUDr. Karolína Doležalová, Ph.D.

MUDr. Tereza Doušová, Ph.D.

MUDr. Marcela Dvořáková

MUDr. Petra Dvořáková

MUDr. Mahulena Exnerová

MUDr. Nabil El-Lababidi

MUDr. Kateřina Fabiánová, Ph.D.

Mgr. Aneta Frajtová

doc. MUDr. Jana Haberlová, Ph.D.

Mgr. Prokop Havrda

MUDr. Petr Honomichl

MUDr. Hana Hrdinová

MUDr. Petr Hubáček, Ph.D.

RNDr. Jan Chlumský

MUDr. Daniela Chroustová, Ph.D.

Mgr. Anna Irving

prof. MUDr. Pavel Jansa, CSc.

MUDr. Tereza Jeník

MUDr. Michal Jurovčík

MUDr. Petra Keslová, Ph.D.

MUDr. Jan Kolařík

MUDr. Petr Koťátko

MUDr. Václav Koucký, Ph.D.

MUDr. Veronika Koukolská

MUDr. Barbora Kučerová, Ph.D.

doc. MUDr. Helena Lahoda Brodská, Ph.D.

prof. MUDr. Ing. Lukáš Lambert, Ph.D.

MUDr. Daniela Marková

MUDr. Vendula Martinů

MUDr. Josef Nebesař

Mgr. Josef Nejezchleba

MUDr. Otakar Nyč, Ph.D.

MUDr. Jaromír Paukert

MUDr. Tomáš Paul

Mgr. Jana Plešková

prof. MUDr. Petr Pohunek, CSc.

doc. MUDr. Iva Příhodová, Ph.D.

prof. MUDr. Petr Sedláček, CSc.

MUDr. Veronika Skalická

doc. PaedDr. Libuše Smolíková, Ph.D.

MUDr. Tamara Svobodová, CSc.

MUDr. Dana Šašková, MBA

Mgr. Petra Štefanová

MUDr. Jan Šulc, CSc., FCCP

MUDr. Jana Tuková, Ph.D.

MUDr. Jiří Uhlík, Ph.D.

Recenzent:

doc. MUDr. Jozef Hoza, CSc.

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

Obrázky 1.5, 1.7, 1.8, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.6, 6.6, 6.7, 8.2, 9.5, 14.6, 17.1, 23.1, 29.2 a 29.3 nakreslil Jiří Hlaváček. Ostatní obrázky dodali autoři. Fotografie dětí byly pořízeny s jejich souhlasem i s písemným informovaným souhlasem jejich rodičů.

Cover Photo © shutterstock.com, 2023

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2023

© Grada Publishing, a.s., 2023

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 8919. publikaci

Šéfredaktorka lékařské literatury MUDr. Michaela Lizlerová

Odpovědná redaktorka Mgr. Eliška Belinová

Sazba a zlom Radek Hrdlička

Počet stran 712

2., přepracované a doplněné vydání (v Gradě první), Praha 2023

(1. vydání 2018)

Vytiskla tiskárna FINIDR, s.r.o., Český Těšín

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-2235-1 (pdf)

ISBN 978-80-271-3713-8 (print)

Seznam autorů

Editori

prof. MUDr. Petr Pohunek, CSc.

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Jana Tuková, Ph.D.

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Petr Koťátko

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice, Praha

První plicní ambulance s. r. o., Praha

Olivova dětská léčebna o. p. s., Říčany u Prahy

Autoři

MUDr. Václava Adámková, Ph.D.

Klinická mikrobiologie a ATB centrum, Ústav lékařské biochemie a laboratorní diagnostiky 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Katarína Beránková, Ph.D.

Children's Ward, Cumberland Infirmary, North Cumbria Integrated Care NHS Foundation Trust, Carlisle, United Kingdom

MUDr. Zuzana Blechová, Ph.D.

Klinika infekčních nemocí 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Na Bulovce, Praha

MUDr. Markéta Bloomfield, Ph.D.

Ústav imunologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Michaela Čepelová, Ph.D.

Klinika dětské hematologie a onkologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Karolína Doležalová, Ph.D.

Pediatrická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní Thomayerovy nemocnice, Praha

MUDr. Tereza Doušová, Ph.D.

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
MyClinic s.r.o., Praha

MUDr. Marcela Dvořáková

Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
Klinika JL – MR, s.r.o., Praha

MUDr. Petra Dvořáková

Ústav histologie a embryologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

MUDr. Mahulena Exnerová

Dětské oddělení a Oddělení dlouhodobé a intenzivní ošetrovatelské péče pro děti (DIOP) Nemocnice Hořovice, NH Hospital a.s.
Cesta domů, z.ú.

Klinika paliativní medicíny 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Sekce dětské paliativní péče České společnosti paliativní medicíny České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně

MUDr. Nabil El-Lababidi

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Kateřina Fabiánová, Ph.D.

Státní zdravotní ústav, Oddělení epidemiologie infekčních nemocí, Praha

Mgr. Aneta Frajtová

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

doc. MUDr. Jana Haberlová, Ph.D.

Klinika dětské neurologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

Mgr. Prokop Havrda

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Petr Honomichl

Respiračně-alergologická ordinace, STOPED s.r.o., Plzeň

MUDr. Hana Hrdinová

Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
Radiodiagnostická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Petr Hubáček, Ph.D.

Ústav lékařské mikrobiologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

RNDr. Jan Chlumský

Antidopingový výbor ČR, Praha (do roku 2019)

MUDr. Daniela Chroustová, Ph.D.

Ústav nukleární medicíny 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

Mgr. Anna Irving

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

prof. MUDr. Pavel Jansa, CSc.

II. interní klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Tereza Jeník

Dětské oddělení a Oddělení dlouhodobé a intenzivní ošetrovatelské péče pro děti (DIOP) Nemocnice Hořovice, NH Hospital a.s.
Dětská pneumologie a alergologie Diagnostického centra Nemocnice Hořovice NH Hospital a.s., Praha

MUDr. Michal Jurovčík

Klinika ušní, nosní a krční 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Petra Keslová, Ph.D.

Klinika dětské hematologie a onkologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Jan Kolařík

III. chirurgická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Petr Kořátko

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze
První plicní ambulance s. r. o., Praha
Olivova dětská léčebna o. p. s., Říčany u Prahy

MUDr. Václav Koucký, Ph.D.

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
Olivova dětská léčebna o. p. s., Říčany u Prahy

MUDr. Veronika Koukolská

Klinika zobrazovacích metod 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Barbora Kučerová, Ph.D.

Klinika dětské chirurgie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

doc. MUDr. Helena Lahoda Brodská, Ph.D.

Ústav lékařské biochemie a laboratorní diagnostiky 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

prof. MUDr. Ing. Lukáš Lambert, Ph.D.

Radiodiagnostická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Daniela Marková

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Vendula Martinů

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Josef Nebesař

Léčebné lázně Lázně Kynžvart (do roku 2022)

Mgr. Josef Nejezchleba

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Otakar Nyč, Ph.D.

Ústav lékařské mikrobiologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Jaromír Paukert

Alergologická a imunologická ambulance, dětské oddělení Oblastní nemocnice Kolín
Dětská ambulance JP ALPED MEDICA, Vrchlabí

MUDr. Tomáš Paul

Antidopingový výbor ČR, Komise pro terapeutické výjimky, Praha (do roku 2019)

Mgr. Jana Plešková

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy
a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

prof. MUDr. Petr Pohunek, CSc.

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
Ambulance alergologie a pneumologie, Synlab Czech s.r.o., Praha

doc. MUDr. Iva Příhodová, Ph.D.

Neurologická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze
Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

prof. MUDr. Petr Sedláček, CSc.

Klinika dětské hematologie a onkologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Veronika Skalická

Pediatrická klinika 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
IMMUNO-FLOW, s. r. o., Praha

doc. PaedDr. Libuše Smolíková, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha
Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze – Centrum komplexní péče pro děti s perinatální zátěží

MUDr. Tamara Svobodová, CSc.

Klinika dětí a dorostu 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha
Dětská pneumologie a alergologie Diagnostického centra Nemocnice Hořovice, NH Hospital a.s., Praha

MUDr. Dana Šašková, MBA

Léčebné lázně Lázně Kynžvart

Mgr. Petra Štefanová

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

MUDr. Jan Šulc, CSc., FCCP

První plicní ambulance, s.r.o., Praha

MUDr. Jana Tuková, Ph. D.

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

MUDr. Jiří Uhlík, Ph.D.

Ústav histologie a embryologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

Recenzent

doc. MUDr. Jozef Hoza, CSc.

Klinika pediatrie a dědičných poruch metabolismu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze

ERDOMED®

erdosteín

LÉČÍ
DÝCHAČÍ
CESTY

Antibakteriální mukolytikum

Bronchoprotektivum¹



Registr
ERICA²

Hlavní závěr:

95,6 %
sledovaných dětí s ARI nepotřebovalo
antibiotika při léčbě Erdomedem

Zkratky: ARI – akutní respirační infekce

Literatura: 1. Aktuální SPC přípravku. 2. Kopřiva F.: Sledování ATB léčby dětských pacientů s recidivujícími respiračními infekcemi v letech 2013–2015 a Erdosteínu, aneb co nám řekla „ERICA“. Vox Paediatricae 2017;1:42-44.

Zkrácená informace ERDOMED: S: Erdosteínem 300 mg v 1 tvrdé tobolce, 35 mg v 1 ml perorální suspenze po naředění. **I:** Akutní a chronické onemocnění horních a dolních cest dýchacích (bronchitidy, rinitidy, sinusitidy, laryngofaryngitidy, exacerbace chronické bronchitidy, CHOPN, hypersekreční astma bronchiale, bronchiektázie). Stabilní chronická bronchitida i u kuřáků, prevence rekurentních infekčních epizod. K adjuvantní léčbě s antibiotiky v případech exacerbace s bakteriální infekcí, prevence respiračních komplikací po chirurgickém zákroku. **KI:** Přecitlivělost na léčivou látku nebo na kteroukoliv pomocnou látku a na látky obsahující volné SH skupiny. Jaterní poruchy a renální insuficience (Cl_{kr} <25 ml/min), homocysteinurie. Tělesná hmotnost dětí <15 kg (suspenze). **ZU:** Současné podávání přípravku s antitusiky nemá racionální opodstatnění a může způsobit akumulaci sekretů v bronchiálním stromu se zvýšením rizika superinfekce či bronchospasmu. Suspenze obsahuje sacharózu. **NÚ:** Zřídka se vyskytuje pálení žáhy, nauzea, výjimečně průjem. V několika případech byla pozorována ztráta nebo porucha chuti. Hypersenzitivní reakce jsou velmi vzácné. **IT:** Erdosteín potence účinek některých antibiotik (např. amoxicilinu, klaritromycinu). Byl prokázán synergický účinek s budesonidem a salbutamolem. **TL:** Pro užívání přípravku v době těhotenství, zejména v 1. trimestru, a při laktaci musí být zvlášť závažné důvody. **D:** Dospělí 1 tobolka 2–3× denně. Suspenze: děti: 15–20 kg (3–6 let) 2,5 ml 2× denně, 21–30 kg (7–12 let) 5 ml 2× denně, nad 30 kg (nad 12 let) 5 ml 3× denně. Dospělí: 8,5 ml 2–3× denně. Před každým použitím je třeba suspenzi znovu protřepat. **DRR:** Angelini Pharma Česká republika s.r.o., Palachovo náměstí 799/5, 625 00 Brno, Česká republika. **Reg. č.:** tobolky: 52/045/96-C, suspenze: 52/046/96-C. **Uchovávání:** Tobolky při teplotě do 25 °C, suspenze před naředěním nevyžaduje žádné zvláštní podmínky uchovávání, naředěnou suspenzi uchovávejte v chladničce při teplotě 2–8 °C po dobu maximálně 15 dnů. **Datum poslední revize textu SPC:** Tobolky: 1. 11. 2020, suspenze 10. 3. 2022. Přípravek je vázán na lékařský předpis a je hrazen zdravotními pojišťovnami s omezením E/PNE. **P:** Erdosteín je hrazen z prostředků veřejného zdravotního pojištění dospělým symptomatickým pacientům s diagnózou CHOPN od kategorie A, která má fenotyp bronchitický a/nebo frekventní exacerbace a/nebo CHOPN s bronchiektáziemi, kteří dodržují zákaz kouření a současně splňují následující kritéria: FEV1 po podání bronchodilatancia dosahuje méně než 80 % náležité hodnoty a mají alespoň 2 exacerbace/rok v anamnéze před nasazením léčby erdosteínem. Léčba není nadále hrazena, pokud během 3 měsíců nedojde ke zlepšení průběhu CHOPN. Seznamte se prosím se Souhrnem údajů o přípravku (SPC).

 **Angelini
Pharma**

Angelini Pharma Česká republika s.r.o.,
Palachovo náměstí 5, 625 00 Brno, www.angelinipharma.cz

Obsah

Seznam autorů	VI
Předmluva	XX

OBEČNÁ ČÁST	1
-------------------	---

1 Vývoj respiračního systému	3
1.1 Vývoj respiračního traktu	3
1.2 Funkční anatomie respiračního systému u dětí	7
1.3 Poznámky k fyziologii respiračního systému u dětí	15
2 Anamnéza v dětské pneumologii	20
2.1 Nynější onemocnění	20
2.2 Osobní anamnéza	21
2.3 Abúzus	21
2.4 Rodinná anamnéza	22
2.5 Alergologická anamnéza	22
2.6 Farmakologická anamnéza	22
2.7 Epidemiologická anamnéza	22
2.8 Sociální anamnéza (event. pracovní anamnéza)	23
2.9 Gynekologická anamnéza	23
3 Fyzikální vyšetření	24
3.1 Úvod	24
3.2 Pohled (aspekce)	24
3.3 Pohmat (palpace)	27
3.4 Poklep (perkuse)	27
3.5 Poslech (auskultace)	28
4 Nejčastější symptomy respiračních onemocnění u dětí a jejich diferenciální diagnostika	33
4.1 Diferenciální diagnostika kašle u dětí	33
4.2 Diferenciální diagnostika dušnosti	37
4.3 Hemoptýza a plicní hemoragie u dětí	37
4.4 Bolesti na hrudi u dětí	39
4.5 Diferenciální diagnostika cyanózy u dětí	41
4.6 Stridor u dětí	42
5 Zobrazovací metody v dětské pneumologii	44
5.1 Zobrazovací metody spojené s radiační zátěží	44
5.2 Ultrazvuk hrudníku	61
5.3 Magnetická rezonance plic	68

6	Laboratorní vyšetření	73
6.1	Laboratorní nálezy v dětské pneumologii	73
6.2	Mikrobiologické vyšetření, principy antibiotické terapie	82
6.3	Vyšetření v alergologii a imunologii	118
6.4	Virové infekce dýchacího traktu	128
7	Funkční vyšetření plic u dětí	147
7.1	Úvod	147
7.2	Funkce respiračního systému z pohledu funkční diagnostiky	147
7.3	Indikace a kontraindikace funkčního vyšetření plic	152
7.4	Výstupní parametry funkčního vyšetření plic	153
7.5	Vybrané metody funkční plicní diagnostiky spolupracujících dětí	162
7.6	Interpretace výsledků metod plicní funkční diagnostiky	213
7.7	Závěr	219
8	Endoskopické metody v dětské pneumologii	222
8.1	Bronchoskopie v dětském věku	222
8.2	Rigidní bronchoskopie z pohledu ORL lékaře	245
	SPECIÁLNÍ ČÁST	255
9	Vrozené vady respiračního systému	257
9.1	Úvod	257
9.2	Vývojové vady horních cest dýchacích	257
9.3	Ageneze a aplazie plic	259
9.4	Hypoplazie plic	260
9.5	Vrozené vady dýchacích cest	261
9.6	Tracheozofageální píštěl	264
9.7	Kongenitální lobární hyperinflace	268
9.8	Vrozená plicní malformace dýchacích cest (CPAM)	270
9.9	Plicní sekvestrace	272
9.10	Kongenitální brániční hernie	273
9.11	Péče o děti s vrozenou vadou respiračního systému	277
	VYBRANÁ INFEKČNÍ ONEMOCNĚNÍ DÝCHACÍCH CEST	279
10	Akutní subglotická laryngitida	281
10.1	Definice, terminologie	281
10.2	Epidemiologie	281
10.3	Klinické projevy	281
10.4	Diagnostika a diferenciálnědiagnostická rozvaha	281
10.5	Hodnocení závažnosti	282
10.6	Terapie	283
10.7	Léčebný algoritmus	286

11 Akutní bronchiální obstrukce malých dětí. Bronchiolitis acuta, bronchitis obstructiva	288
11.1 Definice, terminologie	288
11.2 Epidemiologie	289
11.3 Etiologie	289
11.4 Rizikové faktory	290
11.5 Patofyziologie	290
11.6 Klinické projevy	290
11.7 Diagnostika a diferenciálnědiagnostická rozvaha	291
11.8 Terapie, prevence	292
11.9 Závěr	294
12 Pneumonie	295
12.1 Pneumonie	295
12.2 Fluidotorax	313
13 Pertuse	320
13.1 Úvod	320
13.2 Epidemiologie	320
13.3 Klinické projevy	321
13.4 Komplikace	321
13.5 Diagnostika	322
13.6 Diferenciální diagnostika	324
13.7 Léčba pertuse	324
13.8 Prevence a profylaxe	325
14 Tuberkulóza a mykobakteriózy v dětském a dorostovém věku	327
14.1 Úvod	327
14.2 Epidemiologie	327
14.3 Přírozený vývoj dětské tuberkulózy	328
14.4 Latentní tuberkulózní infekce (latent tuberculosis infection, LTBI)	329
14.5 Manifestní tuberkulóza (TB disease) – plicní formy	330
14.6 Manifestní tuberkulóza – mimoplicní formy	331
14.7 Klinický obraz dětské plicní tuberkulózy	332
14.8 Diagnostika tuberkulózy	333
14.9 Léčba tuberkulózy	338
14.10 Prevence tuberkulózy	339
14.11 Legislativní pohled na tuberkulózu	342
14.12 Problematika netuberkulózních mykobakterióz (NTM)	342
14.13 Perspektiva dalšího vývoje	343
15 Infekce SARS-CoV-2 a její systémové účinky	348
15.1 Úvod	348
15.2 Přenos infekce	348
15.3 Základ patofyziologických procesů	348
15.4 Dlouhodobé následky	351
15.5 Syndrom zánětlivého onemocnění u dětí asociovaný se SARS-CoV-2	351

16 Asthma bronchiale	357
16.1 Úvod	357
16.2 Definice	357
16.3 Epidemiologie astmatu v dětském věku	357
16.4 Etiopatogeneze astmatu	359
16.5 Klinický obraz	360
16.6 Diagnostika	362
16.7 Péče o dítě s průduškovým astmatem	364
16.8 Těžké astma v dětském věku	375
16.9 Astma a covid-19	377
16.10 Astma a sport	378
17 Cystická fibróza u dětí	385
17.1 Definice, epidemiologie	385
17.2 Etiologie a patogeneze	386
17.3 Klinický obraz	387
17.4 Diagnostika, novorozenecký screening	389
17.5 Terapie	391
17.6 Závěr	399
18 Primární ciliární dyskineze	401
18.1 Úvod	401
18.2 Patogeneze	401
18.3 Klinický obraz	403
18.4 Diagnostika	406
18.5 Léčba	412
19 Intersticiální plicní onemocnění v dětském věku	416
19.1 Úvod	416
19.2 Epidemiologie	416
19.3 Klasifikace	416
19.4 Klinické projevy	418
19.5 Diagnostika	418
19.6 Léčba	422
19.7 chILD časného dětského věku	423
19.8 Hypersenzitivní pneumonitida	424
20 Chronická onemocnění tracheobronchiálního stromu	428
20.1 Tracheomalácie	428
20.2 Chronická bronchitida	435
20.3 Non-CF bronchiektázie	438
20.4 Chronické aspirace	448

21 Chronické plicní postižení z nezralosti	456
21.1 Úvod	456
21.2 Definice	457
21.3 Epidemiologie	459
21.4 Patogeneze	459
21.5 Patofyziologie	462
21.6 Klinický obraz CLD (BPD)	462
21.7 Diagnostika a diferenciálnědiagnostická rozvaha	465
21.8 Terapie	466
21.9 Management dětí s CLDI po propuštění z perinatologického centra ...	467
21.10 Prognóza	469

RESPIRAČNÍ PROJEVY VYBRANÝCH MIMOPLICNÍCH ONEMOCNĚNÍ

22 Gastroezofageální refluxní onemocnění	475
22.1 Definice pojmů	475
22.2 Antirefluxní mechanismy	475
22.3 Patofyziologie GERD	475
22.4 Klinické manifestace GERD	476
22.5 Diagnostika GERD	480
22.6 Terapie GERD	488
22.7 Diferenciální diagnostika GERD	490
23 Respirační komplikace kardiovaskulárních onemocnění	494
23.1 Respirační symptomatologie u dětských kardiovaskulárních onemocnění	494
23.2 Plicní embolie	503
23.3 Chronická plicní hypertenze v dětském věku	509
24 Respirační symptomatologie neurologických onemocnění a poruchy dýchání ve spánku	522
24.1 Respirační důsledky neuromuskulárních onemocnění	522
24.2 Poruchy dýchání ve spánku	531
25 Onkologická onemocnění a dětské plíce	542
25.1 Nádorová onemocnění plic v dětském věku	542
25.2 Plicní komplikace u dětských pacientů léčených pro onkologické onemocnění (solidní tumory, hematologické malignity)	546
26 Plicní komplikace u pacientů po transplantaci kmenových buněk krvetvorby	551
26.1 Úvod	551
26.2 Předtransplantační plicní postižení	552
26.3 Časné plicní komplikace	552
26.4 Pozdní plicní komplikace	555

27	Respirační problematika u vrozených poruch imunity	559
27.1	Úvod	559
27.2	Fyziologická, nebo zvýšená nemocnost?	559
27.3	Nejčastější respirační projevy PID	562
27.4	Extrapulmonální projevy PID („červené praporečky“ PID)	567
27.5	Diagnostika vrozených poruchy imunity	567
JINÉ VYBRANÉ KAPITOLY Z DĚTSKÉ PNEUMOLOGIE		579
28	Aspirace cizího tělesa	581
28.1	Úvod	581
28.2	Výskyt aspirací u dětí	581
28.3	Vyšetření při podezření na aspiraci cizího tělesa	582
28.4	Bronchoskopická extrakce cizího tělesa	584
28.5	Soubor pacientů Kliniky ušní, nosní a krční 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole 2003–2021 (statistika MUDr. L. Gernertové)	589
29	Spontánní pneumotorax a možnosti jeho řešení	590
29.1	Úvod, definice a klasifikace	590
29.2	Etiologie a patofyziologie	590
29.3	Klinický obraz	591
29.4	Diagnostika a diferenciální diagnostika	592
29.5	Terapie	593
29.6	Komplikace	595
30	Dlouhodobá neinvazivní ventilační podpora v dětském věku	596
30.1	Úvod	596
30.2	Indikace k zahájení NIV	596
30.3	Základní aspekty neinvazivní ventilační podpory v dětském věku	596
30.4	Komplikace a kontraindikace NIV	599
30.5	Závěr	600
31	Péče o dítě s tracheostomií	602
31.1	Úvod a definice	602
31.2	Indikace k tracheostomii	602
31.3	Technika výkonu a druhy tracheostomických kanyl	603
31.4	Komplikace tracheostomie	606
31.5	Alternativy tracheostomie	607
31.6	Péče o tracheostomii	608
31.7	Dekanylace a řešení perzistujícího stomatu	612
32	Transplantace plic	614
32.1	Úvod	614
32.2	Indikace a kontraindikace TxP u dětských pacientů	614
32.3	Čekací listina, operační výkon	617
32.4	Potransplantační péče a komplikace	617

33 Paliativní péče v dětské pneumologii	620
33.1 Úvod.....	620
33.2 Kategorizace pacientů se závažným život limitujícím či život ohrožujícím onemocněním.....	620
33.3 Management respiračních příznaků	623
34 Léčebná rehabilitace v dětské pneumologii	629
34.1 Úvod.....	629
34.2 Vyšetření dětí s respiračním onemocněním z pohledu fyzioterapie....	630
34.3 Respirační fyzioterapie	635
35 Lázeňská léčba dětí	646
35.1 Úvod.....	646
35.2 Poskytování lázeňské péče	646
35.3 Lázeňská léčebněrehabilitační péče	647
35.4 Balneoterapie	648
35.5 Závěr	655
Medailonky autorů	656
Seznam zkratk.	671
Rejstřík	682
Souhrn/Summary.	690

Předmluva

Respirační nemoci patří mezi nejčastější onemocnění dětského věku. Tvoří podstatnou část problematiky, s níž se setkává praktický lékař pro děti a dorost ve své každodenní praxi. Dominují mezi nimi jistě akutní virové respirační infekce, z nichž velká část probíhá nejlépe bez jakéhokoliv lékařského zásahu. Objevují se i různé typy kašle a především u dětí v nízkých věkových skupinách se setkáváme s různými typy obstrukce dýchacích cest, opět hlavně ve vazbě na virové respirační infekce. Je velmi vzácné, aby člověk prošel dětstvím bez toho, aby nějakou respirační nemoc prodělal. To jen zdůrazňuje velmi obtížnou úlohu lékaře v první linii, který mezi těmito dětmi musí umět včas odhalit signály, že nejde jen o běžné respirační onemocnění, ale že se u dítěte objevují známky onemocnění závažného či chronického. Dětských respiračních nemocí, které mohou vyvíjející se organismus zatížit nebo poškodit, je velké množství. Liší se do značné míry od spektra respiračních nemocí u dospělých a vyžadují podrobnější diagnostiku a cílenou péči se znalostí pediatrické problematiky a specifických vlastností vyvíjejícího se organismu. Některé problémy jsou typické především pro dětský věk, jiné zakládají riziko pro postižení respiračního systému v dospělosti nebo představují kontinuum od dětství až do dospělého věku. S rostoucí kvalitou diagnostiky a péče přibývá i dětí, které nakonec úspěšně projdou dětstvím a přejdou do péče pneumologů pro dospělé. Již teď se tak v ordinacích pneumologů objevují nemocní s novými patologiemi respiračního traktu, které dříve v dospělosti nebyly známé nebo se objevovaly jen výjimečně.

Dětská pneumologie je obor, jehož úkolem je specializovaná diagnostika a léčba nemocí respiračního traktu, které svým průběhem, charakterem, závažností nebo prognózou přesahují běžnou respirační problematiku známou v ordinacích dětských praktických lékařů. Pokrývá velmi široké spektrum respiračních patologií a řeší je v souvislosti s vývojovými aspekty a se snahou zajistit v co největší míře respirační zdraví a funkci plic do dospělosti. Ve spolupráci s neonatologiy řeší novorozenecké perinatální respirační patologie, s dětskými chirurgy se dělí o péči o děti s vrozenými vadami a přebírá následnou péči a sledování. Velkou skupinu patologií tvoří i stavy spojené s chronickým zánětem dýchacích cest s rizikem rozvoje bronchiektazií. Do péče dětského pneumologa patří také cystická fibróza, respirační důsledky poruch obranyschopnosti nebo naopak autoimunitních procesů. Velkou část tvoří dětská pacientí s průduškovým astmatem. Dětský pneumolog je důležitým konziliářem pro mnohé další obory, např. dětskou onkologii a hematologii, dětskou neurologii, dětskou kardiologii, dětskou gastroenterologii, alergologii a klinickou imunologii a mnohé jiné. Přibývá i vyšetřovacích a léčebných přístrojových technik.

Přicházíme již s druhým vydáním publikace věnované dětské pneumologii, která opět přináší přehled základní dětské pneumologické problematiky se zaměřením hlavně na klinickou praxi. Nejde o podrobnou vědeckou monografii, ale chceme především seznámit zájemce z řad lékařů primární péče i specialistů se současným pohledem na nejčastější problémy a respirační patologie. Vedle jednotlivých klinických stavů kniha podrobněji rekapituluje hlavní přístrojové vyšetřovací techniky, a to i z toho důvodu, že jsou někdy prováděny na nepediatrických pracovištích, kde se mohou vyskytovat některé metodické odchylky od praxe obvyklé v centrech dětské pneumologie. Proti prvnímu vydání byly do knihy doplněny některé významné kapitoly (např. s onkolo-

gickými tématy nebo kapitola o paliativní péči). Většina ostatních kapitol byla aktualizována či rozšířena.

Autory jednotlivých kapitol jsou opět zkušení odborníci, kteří se ve své každodenní praxi těmito otázkami zabývají a mají zkušenosti jak z lůžkové, tak z ambulantní péče. Patří jim díky, že si našli čas a pokusili se shrnout hlavní informace napříč spektrem dětských respiračních patologií.

První vydání této knihy bylo odbornou veřejností velmi pozitivně přijato a pro mnohé kolegyně a kolegy se stala kniha každodenní pomůckou při jejich práci. Přejeme této publikaci, která je opět vydávána s odbornou garancí České společnosti dětské pneumologie České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně, aby se i ona stala užitečnou pomůckou, kterou budou nejen dětští pneumologové ve své praxi používat a budou se k ní rádi vracet.

V Praze v červnu 2023

Petr Pohunek, Jana Tuková, Petr Kořátko

OBECNÁ ČÁST

1 Vývoj respiračního systému

1.1 Vývoj respiračního traktu

Petr Pohunek, Jana Tuková

1.1.1 Úvod

Vývoj dýchacích cest a plicního parenchymu začíná časně v průběhu organogeneze a pokračuje nejen po celou dobu gestace, ale i postnatálně po celé dětství a dospívání. Správný a nerušený vývoj respiračního traktu po celé období dětství a dospívání je kritický pro funkci respiračního traktu v dospělosti. Maxima globální funkční kapacity respiračního traktu je dosaženo kolem 20. roku, po celou dobu dospělosti pak funkce respiračního ústrojí pomalu klesá. Rezerva, kterou lidský respirační systém za běžných okolností má, zajišťuje jeho dostatečnou funkci po celou dobu života. Respirační trakt tedy normálně není limitujícím orgánovým systémem pro dožití. Narušení vývoje nebo některé nepříznivé události v průběhu dětství mohou nicméně vést k tomu, že s ukončením vývoje nedosáhne respirační systém na své možné maximum, a i fyziologický pokles jeho funkce v dospělosti může vyústit v respirační nedostatečnost dříve, než se limitujícím stane některý jiný orgán. Proto je nerušený prenatální vývoj respiračního traktu, ale i optimální vývoj postnatální velmi významný pro celoživotní prognózu každého člověka.

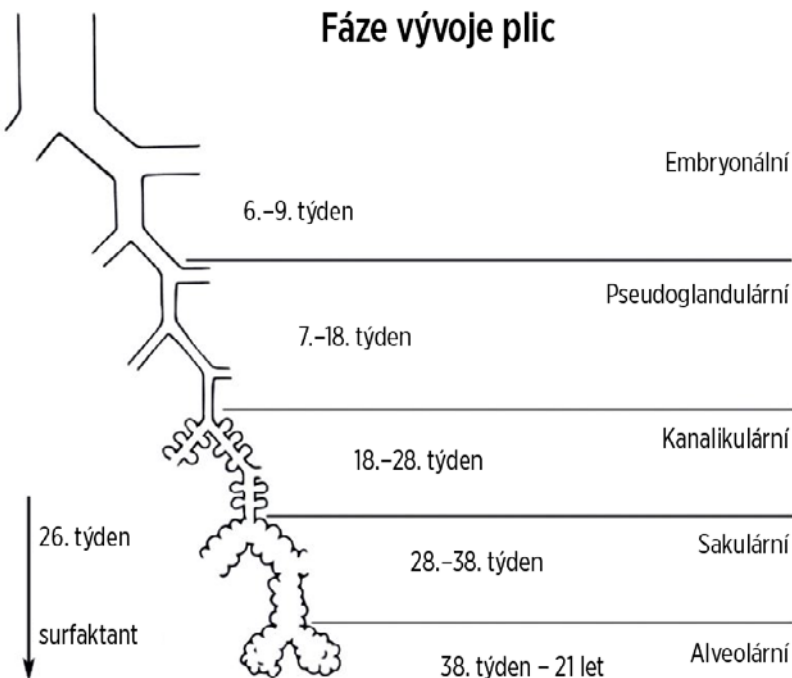
1.1.2 Základní fáze vývoje (pseudoglandulární, kanalikulární a sakulární stadium)

Základ dýchacích cest je dán ventrální entodermální výchlípkou předního střeva, z níž se následně vyvíjí základ laryngu, trachey a bronchiálního stromu. Prvotní poměrně rozsáhlá komunikace mezi dýchací a trávicí trubicí je záhy omezena tvorbou tracheo-efozofageálního septa. Současně také proliferuje epitel laryngu, což vede k dočasnému uzavěru jeho lumina. V této vývojové fázi je dán základ řadě vrozených vad, jakými jsou například laryngotracheální rozštěpy nebo atrezie jícnu s tracheoefozofageální píštělí, atrezie laryngu, atrezie či stenóza trachey, formace ektopického laloku či bronchogenních cyst a plicní ageneze nebo aplazie. Bronchiální výchlípky se postupně větví a zanořují do mezenchymu s účastí řady růstových a signálních faktorů, které tento proces řídí. Mezi jinými se tohoto řídicího procesu účastní transformační růstový faktor β (TGF- β), kostní morfogenní protein 4 (BMP-4), růstové faktory podobné inzulinu (IGF), vaskulární endoteliální růstové faktory (VEGF), faktor stimulující kolonie granulocytů a makrofágů (GM-CSF), tyroidní transkripční faktor 1 (TTF-1) aj.

Epiteliální výstelka a slizniční nebo submukózní žlázy dýchacích cest jsou původu entodermálního, zatímco chrupavky, svalovina a ostatní podpurné tkáně se vyvíjejí z mezenchymových struktur 4. a 6. žaberního oblouku a splanchopleury laterálního mezodermu. Na konci embryonálního období, kolem 9. týdne postmenstruačního věku (tPMA), je již vyvinut základ bronchiálního stromu. Z mezenchymální tkáně obklopující dýchací cesty se začínají diferencovat i chrupavky, které postupně zpevňují

tracheu a průdušky a kolem 27. tPMA dosáhnou nejmenších bronchů. V 7.–9. tPMA se vytváří pleura. Ve stejné době se vytváří z mezenchymální tkáně septum transversum, oddávající perikardiální dutinu od dutiny břišní. Ze dvou pleuroperitoneálních řas vznikají pleuroperitoneální membrány, jejichž splynutí se septum transversum dává vznik primitivní bránici. Souběžně s tvorbou bronchiálního stromu vznikají i cévní pleteně.

Během **pseudoglandulárního období** (7.–19. tPMA) se bronchiální strom rychle větví tak, že na konci 19. tPMA je již vyvinut po úroveň terminálních bronchiolů (obr. 1.1). Do 12. tPMA je lumen uzavřeno na úrovni subglotického prostoru, následně se rekanalizuje a plně otevírá. V tomto období se vyvíjejí i finální cévní struktury plicního oběhu a lymfatické cévní řečiště. Diferencují se ciliární buňky, pohárkové a bazální buňky epitelu a lze detekovat i buňky hladké svaloviny. Zároveň začínají plicní epiteliální buňky produkovat intrapulmonální tekutinu, která protéká dýchacími cestami do plodové vody. Prostřednictvím plicní tekutiny je v plicích udržován mírně pozitivní tlak, který stimuluje další buněčné dělení a růst plice. Množství intrapulmonální tekutiny na konci těhotenství (asi 40 ml) odpovídá hodnotě funkční reziduální kapacity v okamžiku zahájení dýchání po porodu. V této době se objevují i první dechové pohyby, které také významně přispívají k vývoji plicní tkáně. Zároveň se diferencují další struktury bronchiální stěny, především slizniční žlázy, sekreční pohárkové buňky a bronchiální hladká svalovina, objevují se primitivní terminální váčky a uzavírá se pleurální dutina. Z aorty se připojují cévy nutričního oběhu – bronchiální arterie. V tomto období může narušený vývoj vést ke vzniku řady vrozených vad (plicní sekvestrace, kongenitální malformace plic (congenital pulmonary airway malformation, CPAM), tvorba cyst, alveolární kapilární dysplazie, kongenitální plicní lymfangiektázie či vrozená brániční hernie).



Obr. 1.1 Vývoj plic (autorkou obrázku je MUDr. Petra Dvořáková)

V následující vývojové fázi, mezi 18. a 28. tPMA (**období kanalikulární**), dochází k rychlému zrání periferních struktur plicní tkáně. Na terminální bronchioly navazují bronchioly respirační a začíná diferenciací tenkostěnných alveolárních duktů a primitivních plicních sklípků (terminálních váčků). V nich se ve 24. týdnu z původních kuboidních buněk diferencují pneumocyty I. a II. typu. Současně se vyvíjí a dozrává alveolární kapilární pletěň, která spolu s pneumocyty I. typu tvoří vlastní alveolokapilární membránu zajišťující difuzi plynů. Porucha vývoje v tomto období může vést k rozvoji acinární dysplazie, alveolární kapilární dysplazie či plicní hypoplazie.

V následném **sakulárním období** (28.–38. tPMA) se terminální váčky dále vyvíjejí do sakulů vycházejících z distálních dýchacích cest, pokračuje proliferace a diferenciací plicních sklípků i distální kapilární sítě. Výsledkem tohoto vývoje je plicní acinus, který je již v tomto období schopen zajistit extraterinní přežití a základní výměnu plynů. Kritickým faktorem determinujícím možnost přežití v případě předčasného porodu v této fázi vývoje je ale tvorba surfaktantu.

1.1.3 Surfaktant

Surfaktant je produkován pneumocyty II. typu a je spojen s tvorbou typických lamelárních tělísek, která zajišťují jeho produkci i recyklaci. Primární funkcí surfaktantu je snížení povrchového napětí a udržení rozepjatých plicních sklípků. To zajišťuje především jeho lipidová složka (78 %) složená z několika typů fosfolipidů (dominantně dipalmitoylfosfatidylcholin). V menším množství (asi 12 %) jsou přítomny i další složky, jako jsou cholesterol, mastné kyseliny a glyceridy. Asi z 10 % surfaktant tvoří specifické proteiny. SP-B a SP-C se účastní především povrchových fyzikálních dějů v alveolech, SP-A a SP-D se podílejí na regulaci zánětlivé odpovědi a obranných protinfekčních mechanismech. Dalším významným proteinem je ABCA3, který se podílí především na transportních funkcích pneumocytů II. typu při tvorbě surfaktantu. Geneticky podmíněné defekty surfaktantových proteinů jsou spojeny se závažnými patologickými procesy s difúzním postižením plicního parenchymu.

Přežití extrémně nezralých plodů přicházejících na svět v období, kdy je jinak již přítomen částečně funkční acinus, je limitováno právě nepřítomností surfaktantu v dostatečné kvalitě a kvantitě. Možnost podání exogenního surfaktantu, která se datuje od přelomu 80. a 90. let 20. století, razantně snížila hranici přežití extrémně nezralých plodů.

Dalším postupem, jenž může pomoci v indukci plicní zralosti a iniciaci produkce endogenního surfaktantu, je podání systémových kortikoidů matce při hrozícím předčasném porodu. Podává se obvykle jedna kúra betametazonu (dvě dávky během 48 hodin).

Přítomnost surfaktantu významně usnadňuje po porodu první dechovou aktivitu. Deficit surfaktantu vede k potřebě významně vyššího alveolárního otevíracího tlaku, alveoly mají navíc tendenci na konci expiraie opět kolabovat. Podání exogenního surfaktantu tak umožňuje záchranu extrémně nezralých dětí, které by jinak ani s kvalitní intenzivní a ventilační péčí neměly šanci přežít. Tím se ovšem setkáváme s dětmi, které přicházejí na svět s plícemi ve velmi nezralé fázi vývoje, na konci kanalikulárního období. Rozdíl ve zralosti plíce nezralých dětí v éře „předsurfaktantové“ a v době, kdy již exogenní surfaktant bylo možné podávat, se promítl dokonce do definice zásadní plicní patologie, která nezralé děti postihuje, tj. bronchopulmonální dysplazie. Tím, že

se díky surfaktantu hranice přežití posunula níže, se setkáváme s dětmi, jejichž plicní postižení je odlišné od dětí v éře před surfaktantem („old BPD“ a „new BPD“ – viz kapitola 21 – Chronické plicní postižení z nezralosti).

Jak bude vypadat prognóza těchto dětí v pozdějších fázích života, lze zatím jen odhadovat.

1.1.4 Alveolarizace

Konečnou fází vývoje je plná alveolarizace plicní tkáně (od 38. tPMA až do adolescence). Až 95 % povrchu alveolů tvoří pneumocyty I. typu, jejichž laterální výběžky jsou svou tloušťkou mezi 0,025–0,1 μm uzpůsobeny pro transfer plynů. Mezialveolární septa se postupně ztenčují a plicní tkáň nabývá své jemné struktury. Dozrávají i mechanismy kontroly a řízení dýchání. U donošeného dítěte je vyvinuta přibližně šestina konečného počtu alveolokapilárních jednotek. I po porodu početní vývoj alveolů pokračuje, v průběhu prvních dvou let života dosahuje počtu až 250 milionů a asi ve třech letech se počet již blíží počtu alveolů v dospělosti (300–400 milionů). Alveolarizace v dalším období zpomaluje, podle recentních studií nicméně pokračuje až do plného ukončení somatického růstu. Proti dřívějším teoriím, že vývoj plic v adolescenci je závislý jen na růstu hrudníku a plic a je pouze objemový, bez změny počtu výměnných alveolokapilárních jednotek, hovoří i studie, které ukazují, že velikost alveolů se mezi 7.–21. rokem života nemění. Oproti stavu na konci bronchogeneze se do dospělosti objem plic zvýší asi 10 \times a alveolární povrch asi 20 \times . Asi 20 % zvětšení alveolárního povrchu je dáno růstem plic a 80 % souvisí s tvorbou nových sept, a tím nárůstem počtu alveolů. Souběžně dochází i k mikrovaskulárnímu dozrávání.

1.1.5 Poruchy vývoje respiračního traktu

Vývoj dýchacích cest a plic je komplexním dějem, který může být negativně ovlivněn řadou nepříznivých faktorů. Kromě zásadních poruch vývoje vlastního respiračního systému (například plicní ageneze či aplazie, stenózy centrálních dýchacích cest apod.) může jít o narušení vývoje mnoha zevními vlivy.

Zásadní problém představuje nedostatek prostoru pro vývoj plíce, jak můžeme pozorovat např. u diafragmatické hernie. Hypoplazie plic a plicního kapilárního řečiště pak může představovat zásadní limit pro přežití dítěte i v případě úspěšné chirurgické korekce. Podobně se může negativně uplatnit i redukce fetálních dýchacích pohybů při útlaku vyvíjející se plicní tkáně kongenitálním chylotoraxem, případně snížené mobility hrudníku na podkladě dysplazie hrudní stěny či při omezení dechových pohybů u dětí se svalovým onemocněním. Hypoplazie plic je asociována i s oligohydramniem. Problémem může být také postižení vývoje plic při různých genetických syndromech. Placentární insuficience nebo závažná malnutrice matky mohou rovněž negativně ovlivnit proces alveolarizace a vést ke sníženému počtu alveolokapilárních jednotek. Kromě toho bylo prokázáno, že poruchy výživy matky v těhotenství vedou u potomků k vyššímu výskytu chronických obstrukčních onemocnění v dospělosti. Podobně negativně se uplatňuje i kouření matky v těhotenství, které kromě obstrukčních změn indukují i bronchiální hyperreaktivitu. Postnatální vývoj může být narušen závažnějšími infekčními onemocněními (postinfekční obliterující bronchiolitida, těžké pneumonie v časném věku apod.).

Souhrn pro klinickou praxi

- Vývoj respiračního traktu je souvislým procesem, který trvá od časných týdnů gestace až do ukončení somatického růstu.
- Nejvýznamnější děje se odehrávají prenatálně a v časném dětství.
- Kvalitní péče o dětský respirační trakt a včasné řešení případných negativních událostí jsou klíčovými faktory pro zajištění dobré celoživotní respirační prognózy.

Literatura

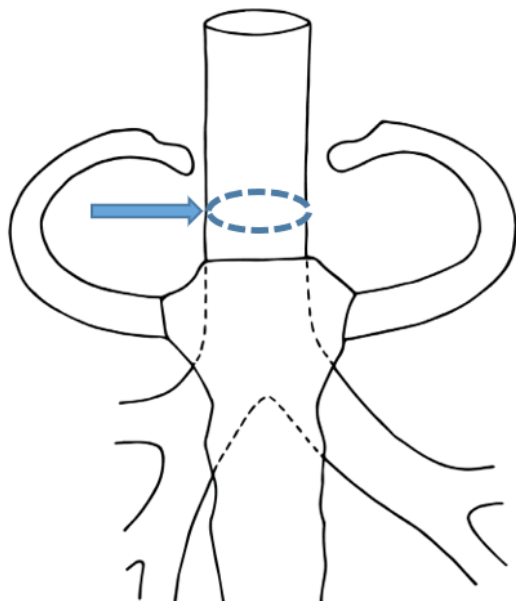
- Bush A. Lung development and aging. *Ann Am Thorac Soc.* 2016;13 Suppl 5:S438– S446.
- Eber E, Midulla F. *ERS handbook. Paediatric Respiratory Medicine, 2nd ed.* European Respiratory Society, 2021.
- Melén E, Guerra S. Recent advances in understanding lung function development. *F1000Res.* 2017;6:726.
- Narayanan M, Owers-Bradley J, Beardsmore CS, et al. Alveolarization continues during childhood and adolescence: new evidence from helium-3 magnetic resonance. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012;185:186–91.
- Nikolić MZ, Sun D, Rawlins EL. Human lung development: recent progress and new challenges. *Development.* 2018;145.
- Surate Solaligue DE, Rodríguez-Castillo JA, Ahlbrecht K, Morty RE. Recent advances in our understanding of the mechanisms of late lung development and bronchopulmonary dysplasia. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2017;313:L1101–L1153.

1.2 Funkční anatomie respiračního systému u dětí

Jana Tuková, Petr Pohunek

1.2.1 Úvod

Respirační systém zajišťuje výměnu dýchacích plynů mezi alveolem a kapilární krví. Tato výměna se odehrává na alveolokapilární membráně podle tlakového gradientu plynů. Atmosférický vzduch proudí do alveolu a nazpět prostřednictvím dýchacích cest. Shoda nepanuje v určení hranic mezi horními a dolními dýchacími cestami. Anatomové obvykle vycházejí z vývoje a za dolní cesty označují larynx, tracheu, bronchy a bronchioly (původem z výchlípký přední stěny hltanu), k horním cestám pak řadí nosní dutinu, paranazální dutiny a nazofarynx. Fyziologické a potažmo klinické dělení zohledňuje odlišné fyzikální podmínky a za hranici horních a dolních dýchacích cest považuje přechod mezi extratorakální a intratorakální částí dýchacích cest (vstup trachey do hrudníku na úrovni horní hrudní apertury) (obr. 1.2).



Obr. 1.2 Hranice extratorakálních a intratorakálních dýchacích cest v místě průchodu trachey horní hrudní aperturou (autorkou obrázku je MUDr. Petra Dvořáková)

1.2.2 Nosní dutina, nazofarynx, orofarynx

Optimálním vstupem vzduchu do respiračního systému je nosní dutina. Vdechovaný vzduch procházející nosem je nosní sliznicí zvlhčován, ohříván a filtrován od větších nečistot. Dýchání ústy se za fyziologických podmínek uplatňuje při vyšší fyzické aktivitě. U řady onemocnění je nosní dýchání omezeno nebo vyřazeno (hypertrofie adenoidní vegetace, polypy, infekční či alergický zánět sliznice, choanální atrezie apod.). Eustachova trubice ústí do nazofaryngu a onemocnění této oblasti může přispívat k její dysfunkci. Nosní dutina, nazofarynx a orofarynx se významně podílejí (asi 50 %) na celkové rezistenci dýchacích cest. Průsvit nazofaryngu a orofaryngu je dán velikostí adenoidní tkáně, tonzil a tonem abduktorů faryngu. Snížení průsvitu se nejvíce uplatňuje ve spánku a může vést k rozvoji spánkové apnoe.

1.2.3 Larynx

Hlavní funkce hrtanu jsou fonace a ochrana dýchacích cest před aspirací nežádoucího obsahu shora. Reflexní addukce hlasivek se podílí na uzavěru dýchacích cest v průběhu polykání. Paréza hlasivek může vést k aspiračním příhodám. Hlasová štěrbina je nejužším místem velkých dýchacích cest u starších dětí a dospělých, u kojenců, batolat a předškolních dětí je tímto kritickým místem oblast krikoidní chrupavky v subglotickém prostoru. Během inspiria se hlasivkové vazy oddalují, v expiriu dochází k částečné addukci. Nesprávná koordinace tohoto cyklu může vést k inspirační nebo smíšené dušnosti, což je typické pro indukovatelnou laryngeální obstrukci (ILO), dříve označovanou jako dysfunkce hlasivek (vocal cord dysfunction – VCD).