

SOUBORNÉ SDĚLENÍ

Epidemiologie invazivních pneumokokových onemocnění ve vztahu k možnostem očkování u dětí v České republice

Epidemiology of invasive pneumococcal diseases in relation to vaccination options in children in the Czech Republic

Jan Smetana

Katedra epidemiologie,
Vojenská lékařská fakulta,
Univerzita obrany,
Hradec Králové

SOUHRN

Smetana J. Epidemiologie invazivních pneumokokových onemocnění ve vztahu k možnostem očkování u dětí v České republice

Incidence invazivních pneumokokových onemocnění (IPO) je závislá na věku, přítomnosti chronických onemocnění a dalších rizikových faktorů. Malé děti do 4 let věku patří mezi nejvíce ohrožené věkové skupiny. V České republice (ČR) jsou pneumokoková onemocnění významnou příčinou morbidit a mortality u dětí. V roce 2023 byla ve věkové skupině 0–11 měsíců zaznamenána nemocnost 4,4 / 100 000 a ve skupině 1–4 roky 7,1 / 100 000. V letech 2020–2023 zemřely v ČR ve věkové skupině 0–4 roky 4 děti. V ČR je v současnosti zavedené dobrovolné, plně hrazené očkování dětí včetně vybraných zdravotně rizikových skupin. Doporučené a hrazené jsou 20-/15-/13valentní konjugované vakcíny. Preferovanými vakcínami k očkování dětí jsou PCV20 a PCV15. U dětí narozených v roce 2022 byla zjištěna proočkovanost alespoň jednou dávkou některé vakcíny 76,4 %. Se zvyšujícím se zastoupením pneumokokových sérotypů ve vakcínách roste i teoretické pokrytí a prevence případů IPO. V letech 2019–2023 by v ČR ve věkové skupině 0–11 měsíců činilo 38 % u PCV13, 45 % u PCV15 a 62 % u PCV20. Nejčastější sérotypy pneumokoka u případů IPO v roce 2023 v ČR byly 3, 19A a 8. Sérotypy 3 a 19A jsou obsaženy ve všech doporučených konjugovaných vakcínách (PCV20, PCV15, PCV13). Sérotyp 8 je obsažen, a tedy potenciálně krytý pouze v případě PCV20. K dosažení maximálně možného benefitu očkování u dětí je optimální, vzhledem k věku dítěte, co nejčasnější provedení očkování.

Klíčová slova: invazivní pneumokoková onemocnění, epidemiologie, děti, očkování, úhrada

SUMMARY

Smetana J. Epidemiology of invasive pneumococcal diseases in relation to vaccination options in children in the Czech Republic

The incidence of invasive pneumococcal disease (IPD) depends on age, the presence of chronic diseases and other risk factors. Young children under 4 years of age are among the most at risk age groups. In the Czech Republic (CZ), pneumococcal diseases are a significant cause of morbidity and mortality in children. In 2023, the recorded morbidity rate was 4.4/100,000 in the 0-11 months age group and 7.1/100,000 in the 1-4 years age group. In 2020-2023, 4 children died in the 0-4 years age group in the CZ. Voluntary, fully-funded vaccination of children, including selected health-risk groups, is currently in place in the CZ. The recommended and covered vaccines are 20/15/13 valent conjugate vaccines. The preferred vaccines for childhood vaccination are PCV20 and PCV15. Vaccination coverage with at least one dose of some vaccine was reported to be 76.4% for children born in 2022. With the increasing numbers of pneumococcal serotypes in vaccines, the theoretical coverage and prevention of IPD cases is increasing. In 2019-2023, the theoretical coverage of IPD cases in the 0-11 months age group would be 38% for PCV13, 45% for PCV15 and 62% for PCV20. The most common pneumococcal serotypes in IPD cases in 2023 in the CZ were 3, 19A and 8. Serotypes 3 and 19A are included in all recommended conjugate vaccines (PCV20, PCV15, PCV13). Serotype 8 is included and therefore potentially covered only in PCV20. To achieve the maximum benefit of vaccination in children, the earliest possible vaccination is the most optimal.

Key words: invasive pneumococcal disease, epidemiology, children, vaccination, reimbursement

Korespondující autor:

prof. MUDr. Jan Smetana, Ph.D.
Katedra epidemiologie, Vojenská lékařská fakulta Univerzity obrany
Třebešská 1575
500 01 Hradec Králové
jan.smetana@unob.cz.

PNEUMOKOKOVÁ ONEMOCNĚNÍ

Pneumokoková onemocnění jsou způsobena bakterií *Streptococcus pneumoniae* (pneumokokem), která patří k nejčastějším bakteriálním původcům zejména respiračních infekcí u dětí. Jedná se o grampozitivního diplokok s polysacharidovým pouzdrém, na základě jehož antigenních charakteristik je popsáno více než 100 sérotypů pneumokoků. Ty se liší mírou své rizikovosti, patogenitou a virulencí, ale i třeba rezistencí vůči antibiotikům.

Pneumokoky za normálních okolností běžně osídlují oblast nosohltanu, kde se vyskytují u 5–10 % zdravých dospělých a u 20–60 % dětí, aniž by vedly k nějaké klinické symptomatologii.^(1,2) Tito nosiči jsou potenciálním zdrojem infekce pro svoje okolí, ať již v domácím prostředí, nebo v kolektivu. K mezilidskému přenosu pneumokoků dochází vzdušnou cestou kapénkami nebo prostřednictvím kontaminovaných předmětů. Pneumokoková onemocnění mají jasně vyjádřenou sezonalitu. V našich podmínkách jsou dominantní období roku s nejvyšší incidencí zima a jaro a období následující po virových respiračních onemocněních, protože velice často na ně nasedají jako bakteriální superinfekce.⁽³⁾ Sezonnost podporují vlivy jako např. častý pobyt v uzavřených prostorách v chladném období roku, nízká vlhkost vzduchu a znečištěné ovzduší. Vnímavost k nákaze je všeobecná. Po onemocnění nebo po očkování vzniká typově specifická imunita.

Klinické spektrum pneumokokových infekcí je poměrně široké a obecně se pneumokoková onemocnění rozdělují na neinvazivní a invazivní. Mezi neinvazivní formy se řadí lokalizované slizniční formy onemocnění (otitis media, sinusitida, rinitida, faryngitida atd.) a pneumonie stojící na hraně s invazivními onemocněními. Pokud pneumokoky překonají slizniční bariéru (lokální šíření, průchod do krevního řečiště atd.), dochází k rozvoji invazivních forem pneumokokových onemocnění (IPO).⁽⁴⁾ Mezi invazivní onemocnění, při nichž se pneumokok vyskytuje v lokalizacích normálně sterilních, se řadí např. bakteriemická pneumonie, bakteriémie, seps, purulentní meningitida a další, méně častá postižení.⁽⁵⁾

Riziko vzniku invazivních pneumokokových onemocnění je závislé na věku, přítomnosti chronických onemocnění a dalších rizikových faktorů. IPO může onemocnět člověk v jakémkoliv věku. Nejvíce ohroženou skupinou jsou však malé děti do 4 let věku, zejména v prvních 2 letech života, a starší jedinci nad 65 let věku.^(5,6) Vedle toho jsou ohroženi jedinci s přítomnými rizikovými faktory bez ohledu na věk. Ke zdravotním rizikovým faktorům patří chronická onemocnění srdce, chronická onemocnění plic a dýchacích cest, diabetes mellitus, chronická renální onemocnění a nefrotický syndrom, chronická jaterní onemocnění, chronická neurologická onemocnění, invazivní meningokokové nebo

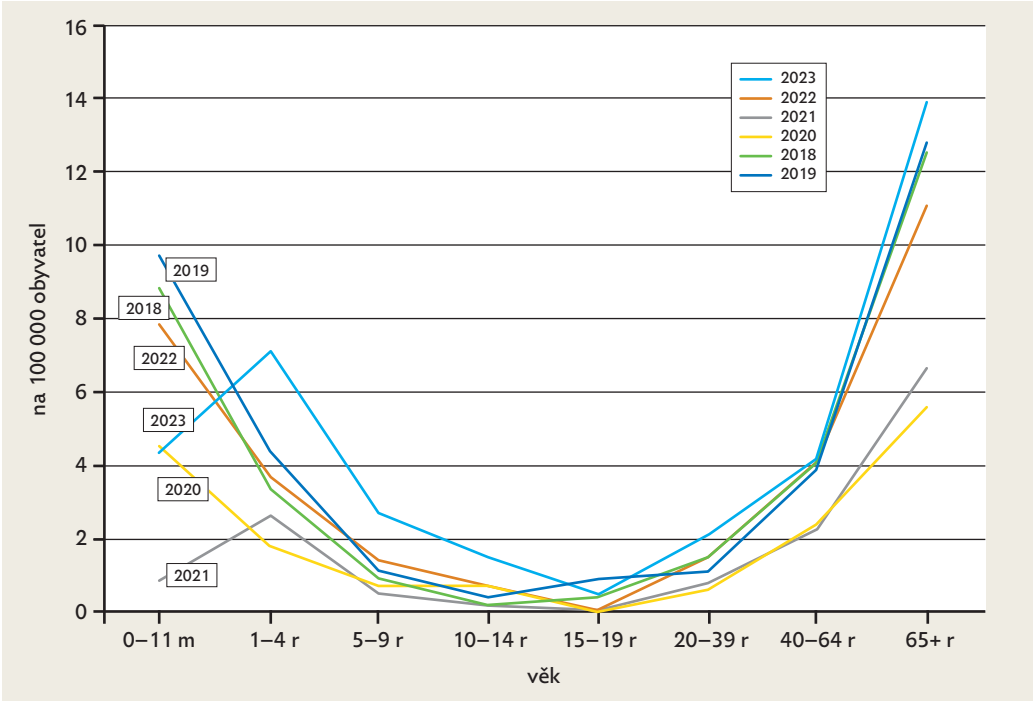
pneumokokové onemocnění v anamnéze, implantace kochleárního implantátu, únik mozkomíšního moku a imuno-kompromitující stavy (např. asplenie nebo funkční hyposplenie, vrozené a získané imunodeficity, hematoonkologická onemocnění, transplantace hematopoetických kmenových buněk).⁽²⁾ Rozvoji IPO často předchází jiné, zejména virové infekce. Mezi sociální a environmentální faktory predisponující vzniku IPO patří předčasné narození, podvýživa, expozice tabákovému kouři či pobyt v kolektivních zařízeních.

Odhaduje se, že celosvětově zemře na pneumokoková onemocnění ročně 192 000–366 000 dětí ve věku do pěti let. Smrtnost invazivních pneumokokových infekcí dosahuje u bakteriémie až 20 % a u meningitidy až 50 % v nízké a středně příjmových zemích.⁽⁷⁾ Vedle rizika vlastního onemocnění (závažný průběh, komplikace, následky a úmrtí) je rizikem pneumokokových infekcí v širším slova smyslu zvyšující se antibiotická rezistence pneumokoků a nakonec i celková zátěž zdravotnického systému. Současně je třeba zmínit i významný fakt, že infekce často působí jako spouštěč dekompenzací základních onemocnění.

I v České republice (ČR) jsou pneumokokové infekce významnou příčinou morbidit a mortality u dětí. Podle výsledků surveillance IPO je v ČR jejich výskyt dlouhodobě stabilní, a i když byl v období pandemie onemocnění covid-19 zaznamenán pokles hlášených případů, v roce 2023 se počet hlášených případů IPO vrátil na úroveň před pandemií. Celkem bylo v roce 2023 zaznamenáno 585 případů IPO, což je nárůst o 113 proti roku 2022. Nejvyšší počty případů byly zaznamenány u osob ve věku 65+ (310). Celková nemocnost byla 5,4 / 100 000, přičemž nejvyšší byla ve věkové skupině 65+ (13,9 / 100 000). V nejrizikovějších dětských věkových skupinách byla nemocnost ve skupině 0–11 měsíců věku 4,4 / 100 000 a ve skupině 1–4 roky věku 7,1 / 100 000 (obr. 1).⁽⁸⁾ U dětí ve věku 1–4 roky nemocnost vzrostla v roce 2023 proti předchozímu roku téměř na dvojnásobek. Celkem bylo v ČR v roce 2023 zaznamenáno 108 úmrtí, nejvíce u osob ve věku 65+ (76). U dětí ve věkové skupině 0–4 roky nebylo v roce 2023 evidováno žádné úmrtí. Dlouhodobě však i v podmínkách ČR stále dochází k ojedinělým dětským úmrtím (rok 2020 1×, 2021 0×, 2022 3×).^(9–11)

OČKOVÁNÍ PROTI PNEUMOKOKOVÝM ONEMOCNĚNÍM U DĚTÍ

Základním nástrojem v prevenci invazivních pneumokokových onemocnění je očkování. Vakcíny proti pneumokokovým onemocněním se dělí na vakcíny polysacharidové (PPSV), kdy antigenem jsou polysacharidy bakteriálního pouzdra, a na vakcíny konjugované (PCV), kdy jsou polysacharidy



Obr. 1: Věkově specifická nemocnost u invazivních pneumokokových onemocnění v České republice v letech 2018–2023

pouzdra navázány na proteinový nosič. Vakcíny jsou sérotypově specifické, tedy protektivní efekt je zaměřený na pneumokokové sérotypy obsažené ve vakcíně.

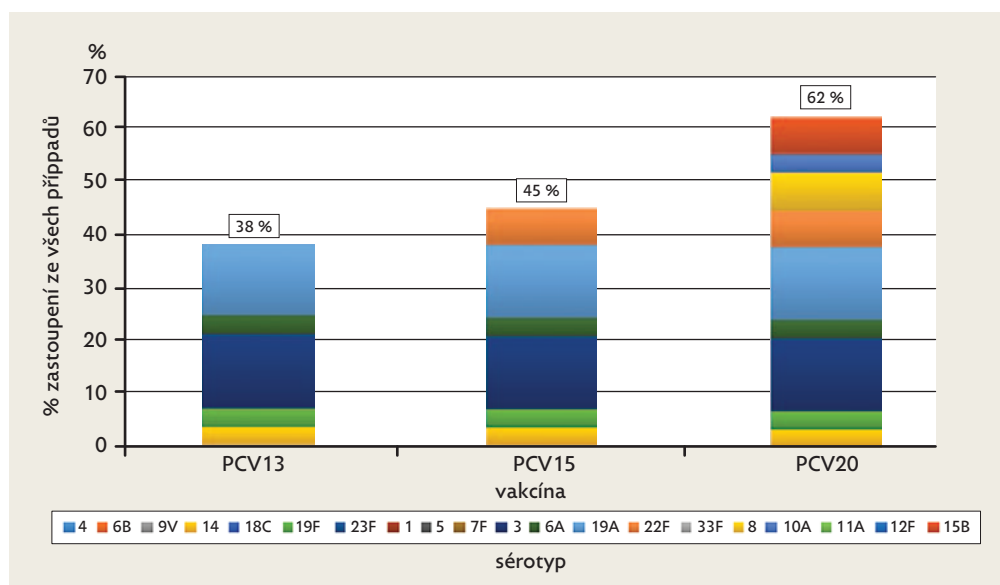
Historie pneumokokových vakcín začala v 70. letech minulého století polysacharidovými vakcínami. U těch je však jednou ze základních nevýhod nemožnost využití u dětí mladších 2 let z důvodu nedostatečné imunitní odpovědi po jejich podání.⁽¹²⁾ V roce 2000 došlo k příchodu konjugovaných vakcín, které vyvolávají imunitní odpověď i u malých dětí pod 2 roky věku, jsou účinné v prevenci slizničních infekcí a nosičství, mají lepší imunogenitu, jsou více účinné u imunokompromitovaných osob a současně vyvolávají dlouhodobější ochranu. Na rozdíl od PPSV lze PCV použít u dětí již od 6 týdnů věku. Zpočátku byla nevýhodou PCV nižší valentnost vakcín, tedy zaměření na nižší počet sérotypů pneumokoků než u polysacharidové vakcíny. Postupně však docházelo k jejímu navyšování a mizení této nevýhody. V současnosti máme v České republice registrovanou

20valentní PCV. Ta se dnes svým sérotypovým pokrytím téměř vyrovnává PPSV23. I proto jsou dnes PCV v očkování první volbou.

V ČR jsou v současnosti registrované pro očkování dětí 4 konjugované vakcíny (PCV10, PCV13, PCV15 a PCV20) a jedna polysacharidová (PPSV23). Označení vakcín specifikuje typ vakcíny a počet pokrytých sérotypů pneumokoka. PCV13 obsahuje sérotypy 1, 3, 4, 5, 6A, 6B, 7F, 9V, 14, 18C, 19A, 19F, 23F. PCV15 ve srovnání s PCV13 navíc obsahuje 22F a 33F. PCV20 ve srovnání s PCV13 navíc obsahuje 8, 10A, 11A, 12F, 15B, 22F a 33F (tab. 1). Sérotypy u PCV20 rozšiřující spektrum pokrytí PCV13 se podílejí na případech meningitid, dalších závažných formách IPO, ale i neinvazivních pneumokokových onemocněních jako např. zánět středního ucha. Významně také ovlivňují úmrtnost a v neposlední řadě bývají zmiňovány v souvislosti s rozvojem ATB rezistence.^(13–23) Jejich zastoupení u případů pneumokokových onemocnění je rozdílné v různých geografických lokalitách, u různých

Tab. 1: Vakcíny proti pneumokokovým onemocněním registrované a hrazené u dětí v České republice

Zkratka vakcíny	Název vakcíny (výrobce)	Pneumokokové sérotypy ve vakcíně																							
		1	3	4	5	6A	6B	7F	9V	14	18C	19A	19F	23F	8	10A	11A	12F	15B	22F	33F	2	9N	17F	20
PCV13	Prevenar 13 (Pfizer)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●												
PCV15	Vaxneuvance (MSD)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●	●				
PCV20	Prevenar 20 (Pfizer)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
PPSV23	Pneumovax 23 (MSD)	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



Obr. 2: **Potenciální pokrytí pneumokokových sérotypů vakcínami u případů IPO u dětí ve věku 0–11 měsíců v České republice v letech 2019–2023**

věkových skupin a stejně tak existuje variabilita v čase, kdy dochází ke kolísání jejich zastoupení v různých sezonách. Nepochybně se uplatňuje i selekční vakcinační tlak a fenomén replacementu sérotypy neobsaženými v méněvalentních vakcínách. I proto je jejich zastoupení v PCV20 významným přínosem a je nezbytné sledovat data pneumokokové surveillance.

Při analýze dat surveillance z let 2019–2023 v ČR je vypočtené teoretické pokrytí pneumokokovými vakcínami u výskytů případů IPO u dětí způsobených příslušnými sérotypy pneumokoka (vakcinální sérotypy / sérotypy u všech případů IPO) ve věkové skupině 0–11 měsíců 38 % u PCV13, 45 % u PCV15 a 62 % u PCV20 (obr. 2) a ve věkové skupině 1–4 roky 62 % u PCV13, 63 % u PCV15 a 72 % u PCV20.^(9–11) Toto teoretické pokrytí i přes své limity poskytuje přehled o možném počtu případů IPO, které by mohly být v konkrétním období prevenovány danou vakcínou za předpokladu její 100 % účinnosti a 100 % proočkovanosti. Každopádně navýšení počtu vakcinálních sérotypů u PCV20 dává potenciální možnost navýšení protekce vůči pneumokokovým onemocněním a snížení výskytu případů onemocnění, což s sebou nese nejenom zdravotní, ale i ekonomické benefity.⁽²⁴⁾ Nejčastější sérotypy pneumokoka u případů IPO v roce 2023 v ČR byly 3, 19A a 8.⁽⁸⁾ Sérotypy 3 a 19A jsou obsaženy ve všech PCV doporučovaných Českou vakcinologickou společností (PCV13, PCV15, PCV20). Sérotyp 8 je obsažený, a tedy potenciálně krytý pouze v případě PCV20.

Prevence IPO očkováním cílí na nejrizikovější skupiny osob – děti nejnižších věkových skupin, dospělé starší 65 let a osoby bez ohledu na věk se závažnými základními chorobami. U dětí je doporučení očkování proti pneumokokovým onemocněním závislé na věku a přítomnosti rizikových faktorů s přihlédnutím k předchozímu provedení očkování. Obecně je očkování doporučeno pro všechny děti mladší 5 let. Pro děti ve věku 5 let a starší je očkování doporučeno pouze v případech výskytu základních chronických

onemocnění, která zvyšují riziko pneumokokových onemocnění. Doporučení České vakcinologické společnosti pro očkování dětí a adolescentů ve věku 0–17 let doporučuje pro děti vzhledem k sérotypovému pokrytí a imunologickým vlastnostem používání pouze konjugovaných vakcín PCV13, PCV15 a PCV20, přičemž vakcíny PCV15 a PCV20 jsou preferované. Očkování dětí s využitím PCV10 v minulosti je považované za platné a přeočkování není pro zdravé děti nutné.⁽²⁵⁾

Při očkování zdravých dětí na základě věku, bez rizikových faktorů, je doporučené schéma 2 + 1 pro PCV15 a PCV13 a schéma 3 + 1 pro PCV20. Pro očkování dětí narozených předčasně, dříve než v gestačním věku 37 týdnů, se doporučuje PCV15 nebo PCV20 ve schématu 3 + 1. Pro očkování dětí se zdravotními rizikovými faktory se doporučuje v závislosti na věku schéma 3 + 1, resp. zachytné schéma s použitím očkovací látky PCV20. Při předchozím použití PCV10, PCV13 nebo PCV15 se doporučuje u rizikových dětí doplnit alespoň 1 dávku PCV20. Z praktického pohledu je v rámci vakcinačního schématu možný přechod na vícevalentní vakcíny. Přechod z PCV10 na PCV13/PCV15, resp. z PCV13 na PCV15 je možný kdykoli v průběhu schématu za podmínky aplikace celkem 3 dávek (schéma 2 + 1). Při přechodu na PCV20 po aplikaci 1. nebo 2. dávky jiné vakcíny je potřeba dodržet schéma 3 + 1.⁽²⁵⁾

Ve snaze o vysokou proočkovanost a dosažení co nejvyššího benefitu očkování je v ČR pro vybrané skupiny dětí očkování proti pneumokokovým onemocněním plně hrazené z veřejného zdravotního pojištění. Jedná se o očkování nepovinné a dobrovolné. V současnosti, na počátku roku 2025 je úhrada očkování proti pneumokokům u dětí definována v Zákoně č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění, v § 30 Hrazené služby Ods. 2j, který stanovuje úhradu, pokud byly všechny dávky očkovací látky aplikovány do sedmého měsíce věku pojištěnce a přeočkování provedené do patnáctého měsíce věku pojištěnce. V případě očkování

rizikových skupin, kam spadají i dětské věkové kategorie, je úhrada definována v Zákoně č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění, v § 30 Hrazení služby Ods. 2k, který stanovuje úhradu u pojištěnců s porušenou nebo zaniklou funkcí sleziny (hyposplenismus nebo asplenie) nebo u pojištěnců s indikovanou nebo provedenou splenektomií, u pojištěnců s provedenou autologní nebo allogenní transplantací kmenových hematopoetických buněk, u pojištěnců se závažnými primárními nebo sekundárními imunodeficity, které vyžadují dispenzarizaci na specializovaném pracovišti, nebo u pojištěnců po prodělané invazivní meningokokové nebo invazivní pneumokokové infekci.⁽²⁶⁾

Hrazení očkovací látky schvaluje Ministerstvo zdravotnictví a zveřejňuje je formou sdělení ve Sbírce zákonů a mezinárodních smluv. V případě očkování proti pneumokokovým onemocněním u dětí a rizikových skupin se aktuálně jedná o Sdělení Ministerstva zdravotnictví č. 23/2024 z 29. 1. 2024 o antigenním složení očkovacích látek proti pneumokokovým infekcím pro očkování v dětském věku a u pojištěnců s rizikovými faktory zdravotního stavu. Plně hrazeny jsou konjugované očkovací látky aplikované samostatně nebo v sekvenčním schématu – PCV20, PCV15, PCV13, PCV13 + PPSV23, PCV15 + PPSV23.⁽²⁷⁾ Způsob vykazování očkování stanovuje příslušný Metodický postup zdravotních pojišťoven.⁽²⁸⁾

Dostupnost nových moderních PCV využitelných i u malých dětí a úhrada očkování u dětí vedou k narůstající proočkovanosti. V roce 2017 u dětí dosáhl podíl pojištěnců očkovaných alespoň jednou dávkou vakcíny 67,5 % a v roce 2022

byl na úrovni 76,4 % s předpokládaným dalším pozvolným růstem. Zde je zřejmý rozdíl při srovnání s využitím očkování proti pneumokokům u seniorů, u kterých se i přes zavedenou úhradu proočkovanost pohybuje na významně nižších hodnotách. Z dostupných dat je zřejmé, že existuje i významný meziregionální rozdíl v proočkovanosti dětí. V roce 2022 byl podíl pojištěnců očkovaných alespoň jednou dávkou vakcíny nejvyšší ve Středočeském kraji (82,2 %) a naopak nejnižší ve Zlínském kraji (67,1 %). Analýza z období 2012–2023 dokládá, že očkování proti pneumokokům bylo do 7. měsíce věku zahájeno u 97 % dětí ve věku 0–2 roky.⁽²⁹⁾

ZÁVĚR

Na počátku roku 2025 máme v ČR dostupné moderní konjugované očkovací látky proti pneumokokům. Preferované jsou vícevalentní vakcíny PCV20 a PCV15. Zejména PCV20 poskytuje potenciální vysoké pokrytí vyskytujících se pneumokokových sérotypů způsobujících IPO, blíží se PPSV23. Všechny doporučované vakcíny jsou plně hrazené ve specifikované věkové skupině malých dětí, kdy aplikace základních dávek má být provedena do 7. měsíce věku. Očkování se doporučuje neodkládat ani z pohledu posunu do vyššího věku dětí, ani z pohledu sezonnosti výskytu pneumokokových onemocnění. Maximální reálný benefit očkování je dosažen, je-li očkování provedeno vzhledem k věku dítěte co nejdříve, protože pak je potenciál pokrytí největšího počtu možných IPO nejvyšší. |

LITERATURA

- Blechová Z. Pneumokokové infekce v dětském věku. *Pediatr Praxi* 2006; 2: 91–95.
- CDC. Clinical overview of pneumococcal disease. Dostupné na: <https://www.cdc.gov/pneumococcal/hcp/clinical-overview/index.html>
- ECDC. Invasive pneumococcal disease. Annual epidemiological report for 2022. Dostupné na: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/invasive-pneumococcal-disease-annual-epidemiological-report-2022>
- Bogaert D, De Groot R, Hermans PW. Streptococcus pneumoniae colonisation: the key to pneumococcal disease. *Lancet Infect Dis* 2004; 4(3): 144–154.
- ECDC. Factsheet for health professionals about pneumococcal disease. Dostupné na: <https://www.ecdc.europa.eu/en/pneumococcal-disease/facts>
- Thomas RE. Pneumococcal pneumonia and invasive pneumococcal disease in those 65 and older: rates of detection, risk factors, vaccine effectiveness, hospitalisation and mortality. *Geriatrics* 2021; 6(1): 13.
- WHO. WHO position paper on pneumococcal conjugate vaccines in infants and children under 5 years of age – February 2019. *Weekly Epidemiological Record* 2019; 94(8): 85–104. Dostupné na: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/position_paper_documents/pneumococcus/who-pp-pcv-2019-presentation.pdf?sfvrsn=e054efe1_2
- Kozáková J, Vohrnová S, Okonji Z, et al. Invazivní pneumokoková onemocnění v České republice v roce 2023. *Zprávy CEM (SZU, Praha)*. 2024; 33(6): 193–197.
- Kozáková J, Žemličková H, Vohrnová S, et al. Invazivní pneumokokové onemocnění v České republice v roce 2022. *Zprávy CEM (SZU, Praha)*. 2023; 32(6–7): 261–266.
- Kozáková J, Žemličková H, Vohrnová S, et al. Invazivní pneumokokové onemocnění v České republice v roce 2021 (Druhý rok ovlivněný pandemií covid-19). *Zprávy CEM (SZU, Praha)* 2022; 31(6): 217–221.
- Kozáková J, Okonji Z, Vohrnová S, et al. Invazivní pneumokokové onemocnění v České republice v roce 2020 (Ovlivnila pandemii covid-19 situaci ve výskytu IPO v ČR?). *Zprávy CEM (SZU, Praha)* 2021; 30(4): 115–120.
- Musher DM, Anderson R, Feldman C. The remarkable history of pneumococcal vaccination: an ongoing challenge. *Pneumonia* 2022; 14(1): 5.
- Balsells E, Guillot L, Nair H, et al. Serotype distribution of Streptococcus pneumoniae causing invasive disease in children in the post-PCV era: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017; 12(5): e0177113.
- Amin-Chowdhury Z, Collins S, Sheppard C, et al. Characteristics of invasive pneumococcal disease caused by emerging serotypes after the introduction of the 13-valent pneumococcal conjugate vaccine in England: A prospective observational cohort study, 2014–2018. *Clin Infect Dis* 2020; 71(8): e235–e243.
- García Quesada M, Yang Y, Bennett JC, et al. Serotype distribution of remaining pneumococcal meningitis in the mature PCV10/13 period: Findings from the PSERENADE project. *Microorganisms* 2021; 9(4): 738.
- Levy C, Varon E, Ouldali N, et al. Bacterial causes of otitis media with spontaneous perforation of the tympanic membrane in the era of 13 valent pneumococcal conjugate vaccine. *PLoS One* 2019; 14(2): e0211712.
- Ekinci E, Desmet S, Van Heirstraeten L, et al. Streptococcus pneumoniae serotypes carried by young children and their association with acute otitis media during the period 2016–2019. *Front Pediatr* 2021; 9: 664083.
- Morales M, Ludwig G, Eribengoa M, et al. Changes in the serotype distribution of Streptococcus pneumoniae causing otitis media after PCV13 introduction in Spain. *PLoS One* 2018; 13(12): e0209048.
- Kaur R, Fuji N, Pichichero ME. Dynamic changes in otopathogens colonizing the nasopharynx and causing acute otitis media in children after 13-valent (PCV13) pneumococcal conjugate vaccination during 2015–2019. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2022; 41(1): 37–44.

20. Müller A, Kleynhans J, de Gouveia L, et al. Streptococcus pneumoniae serotypes associated with death, South Africa, 2012-2018. *Emerg Infect Dis* 2022; 28(1): 166–179.
21. De Miguel S, Latasa P, Yuste J, et al. Age-dependent serotype-associated case-fatality rate in invasive pneumococcal disease in the autonomous community of Madrid between 2007 and 2020. *Microorganisms* 2021; 9(11): 2286.
22. Yun KW, Rhie K, Kang JH, et al. Emergence of serotype 10A-ST11189 among pediatric invasive pneumococcal diseases, South Korea, 2014-2019. *Vaccine* 2021; 39(40): 5787–5793.
23. Ouldali N, Cohen R, Levy C, et al. Pneumococcal susceptibility to antibiotics in carriage: a 17 year time series analysis of the adaptive evolution of non-vaccine emerging serotypes to a new selective pressure environment. *J Antimicrob Chemother* 2019; 74(10): 3077–3086.
24. Rozenbaum MH, Huang L, Perdrizet J, et al. Cost-effectiveness of 20-valent pneumococcal conjugate vaccine in US infants. *Vaccine* 2024; 42(3): 573–582.
25. Česká vakcinologická společnost ČLS JEP. Doporučení České vakcinologické společnosti ČLS JEP pro očkování dětí a adolescentů ve věku 0–17 let proti pneumokokovým onemocněním, 10. dubna 2024. Dostupné na: <https://www.vakcinace.eu/doporučení-a-stanoviska>
26. Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění, § 30 Hrazení služby. Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-48#Top>
27. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Sdělení Ministerstva zdravotnictví č. 23/2024 z 29. 1. 2024 o antigenním složení očkovacích látek proti pneumokokovým infekcím pro očkování v dětském věku a u pojištěnců s rizikovými faktory zdravotního stavu. Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2024-23>
28. Metodický postup k vykazování očkování od 14. 11. 2024. Dostupné na: <https://www.vzp.cz/poskytovatele/informace-pro-praxi/ockovani/metodicky-postup-k-vykazovani-ockovani>
29. Národní zdravotnický informační portál. Očkování v dostupných datech. Dostupné na: <https://www.nzip.cz/data/1704-ockovani-v-dostupnych-datech-nzis>, staženo 4. 2. 2025