

Šíření nákazy SARS-CoV-2 mezi žáky základních škol: současný stav poznání

MUDr. Jan David, Ph.D., doc. MUDr. Ondřej Hradský, Ph.D., doc. MUDr. Jiří Bronský, Ph.D.,
prof. MUDr. Jan Lebl, CSc.

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

Ačkoli je infekce SARS-CoV-2 vyvolaná beta koronavirem (covid-19) vysoce nakažlivá, pediatričtí pacienti představují jen malou část ze všech diagnostikovaných nemocných. Z publikovaných dat totiž vyplývá, že závažnost, vnímavost i infekčnost vůči naze SARS-CoV-2 jsou u dětí významně nižší oproti dospělým. Tato fakta by měla reflektovat i zaváděná protiepidemická opatření. Níže předkládaný přehledový článek vychází z recentních publikovaných studií a věnuje se této problematice v kontextu omezení školní docházky.

Klíčová slova: koronavirus, vnímavost, infekčnost, protiepidemická opatření.

Spread of SARS-CoV-2 among primary school pupils: State-of-the-art

Although the SARS-CoV-2 infection (covid-19), caused by beta coronavirus is highly contagious; paediatric patients represent only a small proportion of all diagnosed patients. Indeed, published data suggest that the severity, susceptibility, and infectivity of SARS-CoV-2 infection in children are significantly lower than in adults. These facts should also reflect the anti-epidemic measures being implemented. The article presented below is based on recent published studies and addresses this issue in the context of school closure.

Key words: coronavirus, susceptibility, infectivity, anti-epidemic measures.

Incidence a závažnost SARS-CoV-2 v pediatrické populaci

Ačkoli je infekce SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*) vyvolaná beta koronavirem (*Coronavirus disease 2019, covid-19*) vysoce nakažlivá, pediatričtí pacienti představují jen 1–5 % všech diagnostikovaných nemocných (1). Z epidemiologických studií vyplývá, že vyšší věk je nejsilnějším rizikovým faktorem, a to jak na úrovni jednotlivých populací, tak mezi jednotlivci (2, 3). Nižší incidence u dětí zřejmě vychází ze samotné patogeneze vzniku covidu-19 (4). Pro vstup virionu beta koronaviru do nitra buňky a následně i pro rozvoj samotné infekce hraje

důležitou roli přítomnost angiotensin-konvertujícího enzymu 2 (ACE2), jakožto receptoru pro SARS-CoV-2 (5), a proteolytického enzymu TMPRSS2 – transmembránové serinové proteázy 2. typu (6). Jak ACE2, tak TMPRSS2 jsou androgen-dependentní – jejich exprese je závislá na množství androgenů v organismu. U dětí obvykle do sedmi až devíti let, tedy v období před aktivací kůry nadledvin (tzv. adrenarché), dochází jen k nízké expresi androgenů a tím také ACE2 a TMPRSS2, což zřejmě redukuje efektivní infekční dávku a tím snižuje riziko klinicky významného, resp. závažného průběhu samotné infekce (7).

Pokud se u dětí covid-19 rozvine, pak se většinou, ve srovnání s dospělou populací,

jedná o asymptomatické či mírně symptomatické průběhy (8, 9). Významným protektivním faktorem je obvykle také nepřítomnost komorbidit, které přispívají k riziku nepříznivého průběhu nemoci covid-19. Naopak přidružená kardiovaskulární (vrozené srdeční vady, kardiomyopatie), endokrinní (obezita, diabetes mellitus), respirační (asthma bronchiale) či neurologická (epilepsie a neurodegenerativní procesy) onemocnění signifikantně vedou k vážnějšímu průběhu covidu-19 u dětí. Výčet je seřazen sestupně dle popisované četnosti výskytu komorbidit u ventilovaných pacientů s nálezem SARS-CoV-2 (10). Druhý významný faktor, který se může na nezávažném průběhu u dětí podílet, představuje jejich tymocytární

aktivita v prvních letech života. Beta koronavirus totiž napadá CD 26 T-lymfocyty. Vede tak k jejich apoptóze a následně lymfopenii. U dětí s ještě aktivním tymem dochází pravděpodobně k efektivní náhradě zaniklých T-lymfocytů. Naopak u starších jedinců s již atrofovaným tymem může být tento reparativní mechanismus značně omezen (11).

Vnímavost a infekčnost vůči SARS-CoV-2 v pediatrické populaci

Z výše uvedeného vzniká otázka, zdali malý podíl dětí mezi osobami pozitivně testovanými na přítomnost SARS-CoV-2 je dán jen jejich nižší vnímavostí k infekci nebo spíše netestováním dětí s bezpříznakovým onemocněním. Objevují se totiž ojedinělé názory, že děti s asymptomatickým průběhem mohou sloužit jako facilitátory přenosu viru (12). S tím také souvisí fakt samotné infekčnosti SARS-CoV-2 u dětí a mladistvých. Ta z logiky věci závisí na vnímavosti jedince, která podle dostupných dat koreluje s věkem (13). Jak vyplývá z rozsáhlé islandské studie autorů Gudbjartsson *et al.*, pozitivita SARS-CoV-2 je nižší u dětí do deseti let věku, a to jak u jedinců v riziku, tak při populačním screeningu (14). V populační španělské studii autorů Pollán *et al.* byla nižší také seropozitivita u osob mladších deseti let (15). Podobně i v populační studii ze švýcarské Ženevy autorů Stringhini *et al.* byly děti mezi pátým a devátým rokem méně často IgG séropozitivní oproti dospělým mezi 20–49 lety (16). Na druhou stranu je třeba připomenout, že děti mají oproti dospělým pravděpodobně jinou sérologickou odpověď na covid-19 (17).

Viner *et al.* prokázali v provedené metaanalýze nižší vnímavost dětí do 10–14 let ve srovnání s dospělou populací nad dvacet let (OR 0,56, 95% CI 0,37–0,85), avšak

bez korelace s infekčností (18). Dattner *et al.* v retrospektivní studii na populaci izraelského města Bnei Brak testovali všechny členy domácnosti, pokud byl alespoň jeden z nich v podezření na pozitivitu SARS-CoV-2. Tito autoři potvrzují nejen nižší vnímavost jedinců mladších dvaceti let ve srovnání s dospělými (OR 0,43, 95% CI 0,31–0,55), ale také jejich nižší infekčnost (OR 0,63, 95% CI 0,37–0,88) (19). Podobně i práce autorů Davies *et al.*, která vychází z matematického modelování, prokazuje zhruba poloviční vnímavost k infekci SARS-CoV-2 u osob mladších dvaceti let oproti dospělým (20).

Protiepidemická opatření a vliv školní docházky na šíření SARS-CoV-2

Z výše uvedených skutečností jasně vyplývá, že děti nejsou častými přenašeči infekce SARS-CoV-2 ve srovnání s dospělými. Navíc publikovaná data poukazují na to, že protiepidemické intervence zaměřené na děti nemusí vést k významné redukci šíření covidu-19 v obecné populaci. Naopak protiepidemická opatření zasáhla a stále zasahuje do všech sfér každodenního života. V oblasti zdravotnictví došlo mimo jiné k částečné transformaci systému s odkladem neakutní péče (21). V pediatrii se změnil počet a spektrum ambulantních i hospitalizovaných pacientů (22). Za částečně pozitivní aspekt lze označit významný rozvoj telemedicíny (23). Problémem však zůstává, že některé restriktce nejsou podloženy vědeckými důkazy a přinášejí spíše negativní důsledky.

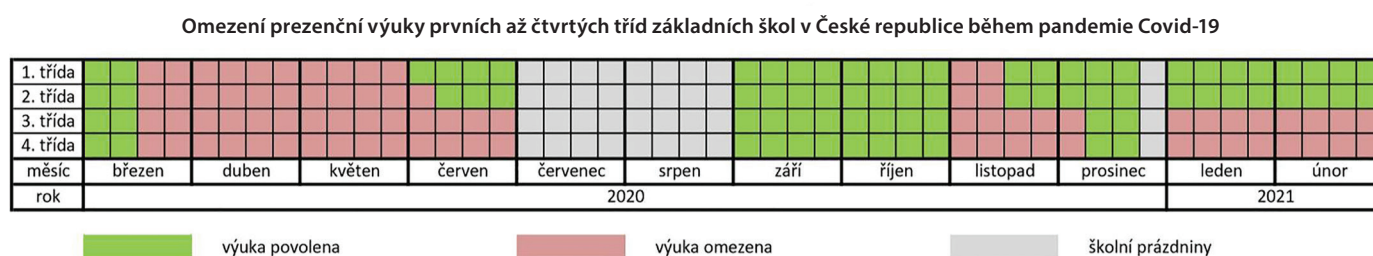
Jedním z kontroverzních opatření je omezení školní docházky v časných fázích šíření viru v populaci (24, 25). Dostupná data prokazují, že v 75–100% případů dochází k nákaze SARS-CoV-2 v rodinném prostředí (13). Proto se začínají objevovat práce zaměřené na přenos této infekce ve školách. Série

kazuistik z Irska z roku 2020 autorů Heavey *et al.* nepotvrdila významný přenos SARS-CoV-2 ve školním prostředí, a to ještě v období před uzavřením škol (26). K podobným závěrům dospěli i Vlachos *et al.* s daty ze švédského národního registru, podle kterých otevření škol vedlo jen k nevýznamnému zvýšení počtu pozitivně testovaných rodičů (OR 1,17, 95% CI 1,03–1,32) (27). Došlo ale ke dvojnásobnému vzestupu počtu nakažených učitelů středních škol oproti učitelům nižších ročníků (OR 2,01, 95% CI 1,52–2,67) (27). Tento fakt zdůrazňuje rozdílnou vnímavost a infekčnost podle věku dětí a také význam ochrany učitelů, zejména na středních školách (28).

Rozsáhlá německá epidemiologická studie posuzovala vztah mezi návratem žáků do škol po prázdninách a vzestupem incidence covidu-19. Tato studie organizovaná německým Institutem ekonomiky práce využila rozdílného nástupu žáků do škol v jednotlivých německých spolkových státech a ukázala, že návrat školáků po prázdninách neměl v Německu vliv na rozvoj další vlny epidemie (29). Podobně i australská práce autorů Macartney *et al.*, která vychází z monitorace přenosu SARS-CoV-2 ve školních a předškolních zařízeních v celém Novém Jižním Walesu, ukazuje nízkou míru sekundárního přenosu (30). Publikovaný model autorů Viner *et al.* vytvořený na základě systematického přehledu literatury odhaduje, že uzavření škol může zabránit 2–4% úmrtí, tedy mnohem méně než ostatní používaná opatření omezující sociální kontakt (31).

V České republice, podobně jako i v dalších evropských zemích (Francie, Itálie, Velká Británie, Německo, Rakousko a další), avšak v různých modifikacích, byla poprvé školní docházka omezena 11. března 2020 mimořádným opatřením Ministerstva zdravotnictví „O zákazu osobní přítomnosti žáků a studentů

Obr. 1. Grafický přehled omezení školní docházky na prvním stupni (první až čtvrtá třída), zdroj vlastní



na vzdělávání a studiu na českých základních, středních, vyšších odborných i vysokých školách a školských zařízeních". Grafický přehled omezení školní docházky na prvním stupni (první až čtvrtá třída) znázorňuje obrázek 1.

Zdravotní důsledky omezení školní docházky

Negativní dopady pandemie covidu-19 na zdraví populace jsou evidentní. Avšak kromě důsledků samotné infekce se objevují i jiné nepříznivé účinky, například eskalovaný strach z nákazy – tzv. koronafobie, či dopady spojené s jednotlivými protiepidemickými opatřeními (32, 33). I když podíl dětí a mladistvých na šíření infekce SARS-CoV-2 je zřejmě nevýznamný, negativní důsledky zasahují masivně i tuto velmi zranitelnou část populace. Mezi nejznatelnější důsledky patří omezení sociálních kontaktů a volnočasových aktivit, změna zavedených životních stereotypů a v neposlední řadě též omezení školní docházky (34). Školní rutina totiž mimo jiné představuje důležitý tzv. copingový mechanismus pro dětské pacienty s duševním onemocněním (35). Studie autorů *Tso et al.* uvádí zvýšený výskyt psychosociálních problémů zejména u dětí se speciálními

školními potřebami či s akutním nebo chronickým onemocněním ve věku 2–12 let během uzavěru škol (36). Podle práce publikované autory *Liu et al.* se dokonce objevují problémy s chováním u školních dětí v domácí karanténě, a to s prevalencí 4,7–10,3 % (37). Naopak incidence suicidálního chování během omezení školní docházky zřejmě zůstává stejná (38). Není však vyloučeno, že toto chování se projeví až po delší době.

Vedle negativních psychosociálních dopadů se mohou objevovat i jiné somatické změny. Nejčastěji se uvádí obezita, a to v kontextu redukce pohybové aktivity a nárůstu obezitogenního prostředí při distanční výuce (39, 40). Kanadská observační studie autorů *Moore et al.* zjistila během karanténních opatření adekvátní pohybovou zátěž jen u 4,8 % dětí (5–11 let) a u 0,6 % mladistvých (12–17 let) (41). Obdobně i národní francouzský výzkum ukazuje omezení pohybové aktivity u 42,0 % dětí a 58,7 % mladistvých (42). Navíc observační studie autorů *Pietrobelli et al.* uvádí signifikantní nárůst konzumace nutričně nevhodných potravin u dětí a mladistvých (43). Všechny tyto faktory se mohou projevit na budoucím nárůstu obezity v pediatrické a následně i v dospělé

populaci. Pokud by nedošlo k opětovnému zlepšení po ukončení karanténních opatření, mohlo by to vést k výraznému nárůstu celopopulační morbidity a mortality. Výše uvedená rizika by měla reflektovat budoucí politická rozhodnutí a strategie na podporu pohybové aktivity u dětí (44).

Závěr

Z publikovaných dat vyplývá, že incidence, závažnost, vnímavost i infekčnost vůči naze SARS-CoV-2 jsou v pediatrické populaci významně nižší oproti dospělým. Na tato fakta by měla reagovat i zaváděná protiepidemická opatření. Příklad kontroverzního nařízení představuje omezení školní docházky v různých fázích šíření viru v populaci, což dokládají i dostupné zahraniční studie. Přestože publikovaná data dávají poměrně přesvědčivé informace o velmi malém efektu uzavření základních škol, je nutno připustit, že konkrétní podmínky se mohou v jednotlivých zemích značně lišit. K přesnějšímu odhadu rizika šíření nákazy SARS-CoV-2 v základních školách je třeba provést analýzu dat z českého prostředí. Výsledky pak umožní zavedené opatření racionalizovat na podkladě vědeckých důkazů.

LITERATURA

- Ludvigsson JF. Systematic review of covid-19 in children shows milder cases and a better prognosis than adults. *Acta Paediatr.* 2020; 109(6): 1088–1095.
- Hradský O, Komárek A. Demographic and public health characteristics explain large part of variability in covid-19 mortality across countries. *Eur J Public Health.* 2021; 31(1): 12–16.
- Sudharsanan N, Didzun O, Bärnighausen T, et al. The Contribution of the Age Distribution of Cases to covid-19 Case Fatality Across Countries: A Nine-Country Demographic Study. *Ann Intern Med.* 2020; 173(9): 714–720.
- Dhochak N, Singhal T, Kabra SK, et al. Pathophysiology of covid-19: Why Children Fare Better than Adults? *Indian J Pediatr.* 2020; 87(7): 537–546.
- Ni W, Yang X, Yang D, et al. Role of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) in covid-19. *Crit Care.* 2020; 24(1): 422.
- Yu J, Chai P, Ge S, et al. Recent Understandings Toward Coronavirus Disease 2019 (covid-19): From Bench to Bedside. *Front Cell Dev Biol.* 2020; 8: 476.
- Mihalopoulos M, Levine AC, Marayati NF, et al. The Resilient Child: Sex-Steroid Hormones and covid-19 Incidence in Pediatric Patients. *J Endocr Soc.* 2020; 4(9): bvaa106.
- Mehta NS, Mytton OT, Mullins EWS, et al. SARS-CoV-2 (covid-19): What Do We Know About Children? A Systematic Review. *Clin Infect Dis.* 2020; 71(9): 2469–2479.
- Dong Y, Mo X, Hu Y, et al. Epidemiology of covid-19 Among Children in China. *Pediatrics.* 2020; 145(6).
- Williams N, Radia T, Harman K, et al. Covid-19 Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection in children and adolescents: a systematic review of critically unwell children and the association with underlying comorbidities. *Eur J Pediatr.* 2021; 180(3): 689–697.
- Gunes H. What chances do children have against covid-19? Is the answer hidden within the thymus? *Eur J Pediatr.* 2021; 180(3): 983–986.
- Kelvin AA, Halperin S. Covid-19 in children: the link in the transmission chain. *Lancet Infect Dis.* 2020; 20(6): 633–634.
- Rajmil L. Role of children in the transmission of the covid-19 pandemic: a rapid scoping review. *BMJ Paediatr Open.* 2020; 4(1): e000722.
- Gudbjartsson DF, Helgason A, Jonsson H, et al. Spread of SARS-CoV-2 in the Icelandic Population. *N Engl J Med.* 2020; 382(24): 2302–2315.
- Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet.* 2020; 396(10250): 535–544.
- Stringhini S, Wisniak A, Piumatti G, et al. Sero-prevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study. *Lancet.* 2020; 396(10247): 313–319.
- Weisberg SP, Connors TJ, Zhu Y, et al. Distinct antibody responses to SARS-CoV-2 in children and adults across the covid-19 clinical spectrum. *Nat Immunol.* 2021; 22(1): 25–31.
- Viner RM, Mytton OT, Bonell C, et al. Susceptibility to SARS-CoV-2 Infection Among Children and Adolescents Compared With Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2021; 175(2): 143–156.
- Dattner I, Goldberg Y, Katriel G, et al. The role of children in the spread of covid-19: Using household data from Bnei Brak, Israel, to estimate the relative susceptibility and infectivity of children. *PLoS Comput Biol.* 2021; 17(2): e1008559.
- Davies NG, Klepac P, Liu Y, et al. Age-dependent effects in the transmission and control of covid-19 epidemics. *Nat Med.* 2020; 26(8): 1205–1211.
- Philips K, Uong A, Buckenmyer T, et al. Rapid Implementation of an Adult Coronavirus Disease 2019 Unit in a Children's Hospital. *J Pediatr.* 2020; 222: 22–27.
- David J, Sibikova M, Amaratunga SA, et al. Covid-19 Pandemic in the Czech Republic: Substantial Decline of the Demand for Pediatric Healthcare Services. *Klin Pediatr.* 2021; 233(1): 40–42.
- Berg EA, Picoraro JA, Miller SD, et al. Covid-19-A Guide to Rapid Implementation of Telehealth Services: A Playbook for the Pediatric Gastroenterologist. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2020; 70(6): 734–740.
- Munro APS, Faust SN. Children are not covid-19 super spreaders: time to go back to school. *Arch Dis Child.* 2020; 105(7): 618–619.
- Gras-Le Guen C, Cohen R, Rozenberg J, et al. Reopening schools in the context of increasing covid-19 community transmission: The French experience. *Arch Pediatr.* 2021; 15: S0929-693X(21)00017-8.
- Heavey L, Casey G, Kelly C, et al. No evidence of secondary transmission of covid-19 from children attending school in Ireland, 2020. *Euro Surveill.* 2020; 25(21).
- Vlachos J, Hertegård E, Svaleryd H. The effects of school closures on SARS-CoV-2 among parents and teachers. *Proc Natl Acad Sci.* 2021; 118(9).
- Buonsenso D, Graglia B. High rates of SARS-CoV-2 transmission in a high-school class. *J Paediatr Child Health.* 2021; 57(2): 299–300.

Další literatura u autora
a na www.pediatricpraxi.cz