

Difterie – ověření stavu imunity u nově nastupujících vojenských profesionálů v České republice

Siráková L.^{id}, Chlíbač R.^{id}, Hanovcová I.^{id}, Polcarová P.^{id}, Malíková M.^{id}, Smetana J.^{id}

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

SOUHRN

Záškrt patří mezi závažná bakteriální infekční onemocnění, jehož výskyt je v Evropě v posledních letech znovu zaznamenáván. Cílem práce bylo zhodnotit stav protilátkové imunity proti difterii u nově nastupujících profesionálních vojáků Armády České republiky (AČR). V letech 2017–2023 byly u 1 116 osob stanoveny hladiny IgG protilátek proti difterickému toxinu metodou ELISA. Dlouhodobou ochranu vykazovalo pouze 1,6 % jedinců, dostatečná séroprotektivita byla zaznamenána u 25,3 % vyšetřených. Celkem 73,1 % dospělých vykazovalo nejistou nebo nedostatečnou hladinu protilátek. S narůstajícím věkem byl patrný pokles hladiny protilátek. Výsledky poukazují na výrazné vyvanutí postvakcinační imunity v dospělé populaci a podporují potřebu pravidelného přeočkování proti difterii, zejména u rizikových profesních skupin.

KLÍČOVÁ SLOVA

difterie – imunita – sérologie – vakcinace – ELISA

ABSTRACT

Siráková L., Chlíbač R., Hanovcová I., Polcarová P., Malíková M., Smetana J.: Diphtheria – assessment of immune status in newly enlisted professional soldiers in the Czech Republic

Diphtheria is a serious bacterial infectious disease whose occurrence has been reported again in Europe in recent years. The aim of this study was to assess the level of antibody immunity against diphtheria among newly enlisted professional soldiers in the Czech Armed Forces. Between 2017 and 2023, IgG antibody levels against diphtheria toxin were measured in 1,116 individuals using the ELISA method. Only 1.6% of individuals demonstrated long-term protection, and sufficient seroprotection was observed in 25.3% of those tested. A total of 73.1% of adults had uncertain or insufficient antibody levels. A decline in antibody levels was evident with increasing age. The results point to a significant waning of post-vaccination immunity in the adult population and support the need for regular diphtheria booster doses, particularly among high-risk occupational groups.

KEYWORDS

diphtheria – immunity – serology – vaccination – ELISA

Epidemiol Mikrobiol Imunol, 2026; 75(3): 131–135
<https://doi.org/10.61568/emi/11-6760/20260624/143939>

ÚVOD

Záškrt (difterie) je závažné akutní infekční onemocnění způsobené toxin produkujícími kmeny rodu *Corynebacterium*, nejčastěji *Corynebacterium diphtheriae*, méně pak *C. ulcerans* a *C. pseudotuberculosis*. Klinický obraz zahrnuje lokální formy s tvorbou pseudomembrán v oblasti horních cest dýchacích, ale i systémové komplikace, zejména myokarditidu a periferní neuropatie, které mohou vést k významné morbiditě a mortalitě [1, 2].

Zavedení plošného očkování proti difterii v dětském věku vedlo v Evropě k dramatickému poklesu incidence onemocnění a během druhé poloviny 20. století prakticky eliminovalo respirační formu difterie z běžné klinické praxe. Očkovací programy, zahájené ve většině evropských zemí v 50–60. letech, způsobily pokles výskytu onemocnění o více než 95 % a v některých

státech, včetně České republiky (ČR), došlo v následujících dekádách k úplnému vymizení případů. Přesto však difterie zůstává globálně přítomna, zejména v zemích s nedostatečným imunizačním pokrytím, a v posledních letech je v Evropě opět pozorován její nárůst. Tento trend souvisí jednak s migračními vlnami z endemických oblastí, jednak s postupným poklesem hladin postvakcinačních protilátek v dospělosti a snižující se proočkovaností dětí i adolescentů [3]. V ČR se záškrt po 27 letech absence znovu objevil v roce 2022, kdy byl zaznamenán první potvrzený případ respirační formy onemocnění. Následně byly v letech 2023–2024 hlášeny další, převážně kožní formy, což odráží trend pozorovaný i v jiných evropských zemích. Za rok 2022 a 2023 bylo zaznamenáno 12 případů, v roce 2024 a 2025 celkem 22 případů záškrtu. V roce 2024 došlo k prvnímu úmrtí na záškrt po 55 letech [4, 5].

KRÁTKÉ SDĚLENÍ

Imunita proti difterii je zprostředkována specifickými protilátkami neutralizujícími difterický toxin. Je známo, že hladina protilátek $\geq 0,1$ IU/ml po primovakcinaci a booster dávkách postupně klesá. Za ochrannou hladinu protilátek se považují hodnoty $> 0,1$ IU/ml. Studie ukazují, že přibližně u 20–40 % dospělé populace může být hladina protilátek pod ochranným prahem již 10–15 let po poslední dávce. Údaje z evropských séroprevalenčních studií rovněž naznačují, že až třetina osob starších 40 let nemá dostatečnou hladinu protilátek, pokud v posledních desetiletích neobdržela posilovací dávku toxoidové vakcíny [6–9]. Tento pokles imunity je biologicky podmíněn tím, že vakcíny obsahují purifikovaný toxoid, který sice indukuje kvalitní humorální odpověď, avšak bez pravidelného antigenního stimulu (v podobě boosterů) nedochází k dlouhodobé stimulaci paměťových B-lymfocytů. Z těchto důvodů doporučují mezinárodní i národní odborné společnosti pravidelné přeočkování dospělých v intervalech 10–15 let, což je zvláště významné pro osoby cestující do endemických oblastí, zdravotnické pracovníky a další rizikové skupiny [3, 10]. Pokles proočkovanosti a zanedbávání booster dávek tak představují významné riziko pro opětovné zavlečení difterie do populace, která již nemá homogenně vysokou kolektivní imunitu.

V České republice je očkování proti difterii součástí pravidelného dětského očkovacího kalendáře a je realizováno kombinovanými vakcínami (hexavakcíny) v kojeneckém věku, následované přeočováním v předškolním věku (5–6 let) a v období mladšího školního věku (10–11 let) kombinovanou vakcínou proti záškrtu, tetanu a černému kašli [11].

Zvláštní pozornost je třeba věnovat rizikovým profesním skupinám, mezi které patří i profesionální vojáci, vzhledem k jejich kolektivnímu způsobu života, možné expozici při zahraničních misích a potenciálnímu pobytu v endemických oblastech.

Cílem této práce bylo ověřit stav imunity proti difterii u nově nastupujících vojáků Armády České republiky (AČR) pomocí sérologického vyšetření hladin specifického imunoglobulinu (IgG) proti difterickému toxinu.

MATERIÁL A METODIKA

V letech 2017–2023 byly u nově nastupujících vojenských profesionálů AČR s jejich souhlasem provedeny odběry krve za účelem stanovení hladiny protilátek proti difterii. K účasti ve studii byli vyzváni všichni rekruti přijímaní cestou Velitelství výcviku – Vojenské akademie v kasárnách Dědice ve Vyškově dle předem určených nástupních termínů, avšak s ohledem na podmínky a časovou náročnost vojenského výcviku se mohla účastnit jen jejich část. Celkem bylo analyzováno 1 116 vzorků biologického materiálu.

Soubor tvořilo 942 mužů (84,4 %) a 174 žen (15,6 %). Věkové rozmezí účastníků bylo 19–51 let, s výraznou převahou věkové skupiny 19–25 let.

Hladiny IgG protilátek proti difterickému toxinu byly stanoveny metodou ELISA pomocí komerční soupravy Euroimmun (Německo) v souladu s doporučením výrobce. Výsledky byly vyjádřeny v mezinárodních jednotkách IU/ml a interpretovány dle výrobcem diagnostického setu daných hranic:

- $\geq 1,0$ IU/ml – dlouhodobá imunizační ochrana,
- $0,1–1,0$ IU/ml – dostatečná imunizační ochrana,
- $0,01–0,1$ IU/ml – nejistá ochrana,
- $< 0,01$ IU/ml – absence ochranných protilátek.

Výsledky byly zpracovány deskriptivní statistikou a vyjádřeny pomocí absolutních a relativních četností.

VÝSLEDKY

Dlouhodobou ochranu proti difterii, definovanou hladinou IgG protilátek $\geq 1,0$ IU/ml, vykazovalo pouze 18 osob (1,6 %). Dostatečná hladina ochranných protilátek v rozmezí $0,1–1,0$ IU/ml byla zjištěna u 282 osob (25,3 %). Převážná část sledovaného souboru, celkem 739 osob (66,2 %), však dosahovala pouze hladiny protilátek s nejistou ochrannou funkcí ($0,01–0,1$ IU/ml), která neodpovídá spolehlivé postinfekční ani postvakcinační protektivitě. U 77 jedinců (6,9 %) nebyly detekovány měřitelné protilátky proti difterickému toxinu ($< 0,01$ IU/ml). Výsledky stanovení IgG protilátek proti difterickému toxinu dle věku a pohlaví jsou uvedeny v tabulce 1.

Celkově tedy u 73,1 % vyšetřených osob nebyly zaznamenány hladiny protilátek odpovídající dostatečné nebo dlouhodobé ochraně, což poukazuje na významný pokles postvakcinační imunity v populaci a zdůrazňuje potřebu pravidelného přeočkování.

Při stratifikaci souboru podle pohlaví byla zjištěna absence hladin IgG protilátek ($< 0,01$ IU/ml) u 6,5 % mužů a 9,2 % žen. Nejistou hladinu protilátek ($0,01–0,1$ IU/ml), která neodpovídá spolehlivé ochraně proti difterii, vykazovalo 65,7 % mužů a 69,0 % žen. Dostatečná sérologická ochrana ($0,1–1,0$ IU/ml) byla zaznamenána u 26,2 % mužů a 20,1 % žen, zatímco dlouhodobě protektivní hladina ($\geq 1,0$ IU/ml) se vyskytovala u 1,7 % mužů a 1,1 % žen. Mezi pohlavími nebyly identifikovány statisticky významné rozdíly ($p = 0,18$), což naznačuje obdobný trend poklesu postvakcinačních hladin protilátek v obou skupinách.

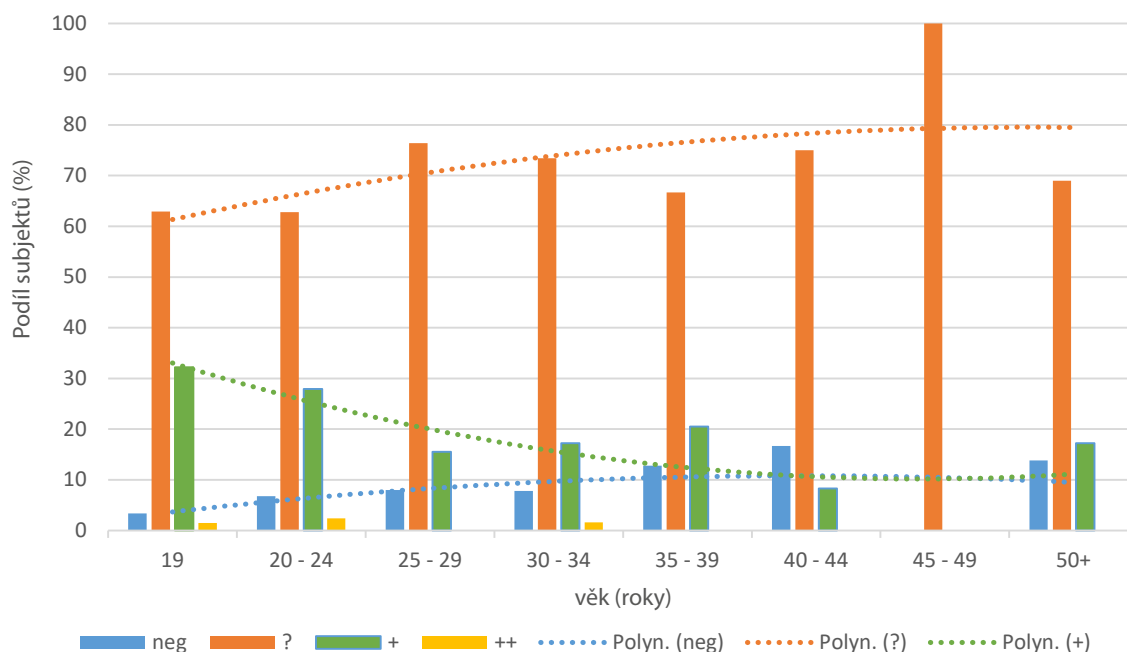
Analýza podle věkových kategorií ukázala, že ve většině věkových kategorií dominovaly osoby s nejistou ochranou proti difterii. Nejvyšší podíl jedinců s dostatečnou hladinou protilátek byl zjištěn ve věkových skupinách 20–24 let a 25–29 let, zatímco dlouhodobě protektivní imunita byla napříč věkovým spektrem zaznamenána pouze ojediněle. S rostoucím věkem byl patrný pozvolný, avšak setrvalý nárůst podílu osob

Tabulka 1. Výsledky stanovení IgG protilátek proti difterickému toxinu dle věku a pohlaví**Table 1.** Results of IgG antibody testing for diphtheria toxin by age and sex

Věk [roky]	neg. (%)			? (%)			+ (%)			++ (%)		
	všichni	M	Ž	všichni	M	Ž	všichni	M	Ž	všichni	M	Ž
19	3,4	3,3	3,6	62,9	60,7	69,1	32,2	34,7	25,5	1,5	1,3	1,8
20	6,6	5,2	13,5	57,1	56,2	61,5	34,2	36,9	21,2	2,0	2,0	1,9
21	2,7	2,1	7,7	70,0	68,0	84,6	23,6	25,8	7,7	3,6	4,1	0,0
22	9,8	9,8	10,0	62,3	62,7	60,0	23,0	21,6	30,0	4,9	5,9	0,0
23	9,7	10,5	0,0	75,8	73,7	100,0	14,5	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0
24	10,0	9,8	11,1	66,0	65,9	66,7	22,0	22,0	22,2	2,0	2,4	0,0
20–24	6,8	6,1	11,2	62,8	62,0	67,4	27,9	29,5	19,1	2,4	2,6	1,1
25–29	8,0	8,2	6,3	76,4	75,9	81,3	15,5	15,8	12,5	0,0	0,0	0,0
30–34	7,8	8,5	0,0	73,4	71,2	100,0	17,2	18,6	0,0	1,6	1,7	0,0
35–39	12,8	8,3	66,7	66,7	72,2	0,0	20,5	19,4	33,3	0,0	0,0	0,0
40–44	16,7	20,0	0,0	75,0	70,0	100,0	8,3	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45–49	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50+	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0	0,0	50,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
Neuveđen	13,8	11,1	50,0	69,0	70,4	50,0	17,2	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	6,9	6,5	9,2	66,2	65,7	69,0	25,3	26,2	20,1	1,6	1,7	1,1

Vysvětlivky: neg. – absence ochranných protilátek (< 0,01 IU/ml), ? – nejistá ochrana (0,01–0,1 IU/ml), + – dostatečná imunizační ochrana (0,1–1,0 IU/ml), ++ – dlouhodobá imunizační ochrana (≥ 1,0 IU/ml), M – muži, Ž – ženy

Legend: neg – absence of protective antibodies (< 0.01 IU/ml), ? – uncertain protection (0.01–0.1 IU/ml), + – sufficient immunizing protection (0.1–1.0 IU/ml), ++ – long-term immunizing protection (≥ 1.0 IU/ml), M – male, F – female

**Obr. 1.** IgG protilátky proti difterickému toxinu u jednotlivých věkových kategorií a jejich změny s narůstajícím věkem**Figure 1.** IgG antibodies against diphtheria toxin by age group and changes with increasing age

Vysvětlivky: neg. – absence ochranných protilátek (< 0,01 IU/ml), ? – nejistá ochrana (0,01–0,1 IU/ml), + – dostatečná imunizační ochrana (0,1–1,0 IU/ml), ++ – dlouhodobá imunizační ochrana (≥ 1,0 IU/ml)

Tečkované linie (Polyn.) – spojnice trendu polynom stupeň 2.

Legend: neg – absence of protective antibodies (< 0.01 IU/ml), ? – uncertain protection (0.01–0.1 IU/ml), + – sufficient immunizing protection (0.1–1.0 IU/ml), ++ – long-term immunizing protection (≥ 1.0 IU/ml)

Dotted lines (Polyn.) – trend lines fitted using a second-degree polynomial.

KRÁTKÉ SDĚLENÍ

s nízkými nebo zcela nedetekovatelnými hladinami protilátek, což odráží přirozený úbytek humorální postvakcinační imunity v časovém odstupu od poslední posilující dávky.

Jak ukazuje graf na obrázku 1, podíl osob s dostatečnými koncentracemi IgG protilátek (0,1–1,0 IU/ml) se postupně s věkem snižuje, zatímco zastoupení jedinců s nízkými nebo nedetekovatelnými hladinami protilátek se zvyšuje. V nejmladších věkových skupinách, zejména ve věku 19–24 let je patrný vyšší podíl osob s dostatečnou hladinou protilátek (0,1–1,0 IU/ml), případně i ojedinělé nálezy dlouhodobě protektivní imunity ($\geq 1,0$ IU/ml), což odpovídá relativně krátkému období od poslední posilovací dávky očkování v rámci dětského nebo adolescentního očkovacího schématu. S přibývajícím věkem převažuje postupný pokles sérových hladin protilátek, který se projevuje nárůstem počtu osob s nejistou (0,01–0,1 IU/ml) nebo negativní hladinou protilátek ($< 0,01$ IU/ml). Z důvodu nelineárního charakteru vztahu mezi věkem a koncentrací specifických imunoglobulinů nebyla použita Pearsonova korelační analýza a vztah byl modelován pomocí polynomické regrese (2. stupně), která získaná data lépe vystihuje.

DISKUSE

Výsledky této studie poukazují na nízkou úroveň protektivní imunity proti difterii u mladé dospělé populace, a to navzdory skutečnosti, že většina jedinců byla v dětství pravděpodobně řádně očkována podle platného očkovacího schématu. Podobné závěry přinášejí i recentní evropské séroprevalenční studie, které upozorňují na vysoký podíl dospělé populace bez dostatečné ochrany proti difterii [6–9]. Multicentrická studie z let 2015–2018 zahrnující 18 evropských zemí například zjistila, že podíl osob starších 40 let věku s nedostatečnou ochranou proti difterii ($< 0,1$ IU/ml) se pohybuje v širokém rozpětí 22,8–82 % [8], což odráží výrazné rozdíly v dlouhodobé udržitelnosti imunity mezi jednotlivými státy a možná i rozdíl v použitých laboratorních esejích.

Naše výsledky jsou rovněž konzistentní s rozsáhlou séroprevalenční studií realizovanou v Polsku, v níž bylo vyšetřeno 1 387 osob ve věku 1 měsíce až 85 let. Autoři zjistili, že přibližně 40 % dospělých nedosahovalo ochranné hladiny protilátek proti difterii ($< 0,1$ IU/ml) a že s narůstajícím věkem podíl séronegativních jedinců dále stoupal, a to z 22,7 % ve věkové kategorii 26–30 let na 67,1 % u osob starších 60 let. Dlouhodobá protektivní imunita byla v polském souboru pozorována nejčastěji ve skupině osob ve věku 19–25 let. Studie neprokázala žádné statisticky významné rozdíly mezi pohlavími [9].

Souhrnně lze tedy konstatovat, že nejen naše data, ale i výsledky dalších studií ve středoevropském regio-

nu potvrzují, že významná část dospělé populace postrádá dostatečnou protilátkovou ochranu proti difterii. Tato zjištění naznačují, že ani vysoká proočkovanost dětských věkových kategorií nezajišťuje dlouhodobou imunitu v dospělosti bez pravidelného přeočkování. Komparativní údaje z jiných zemí střední Evropy tak ještě více podtrhují nezbytnost systematického přeočkování u dospělých proti záškrtu, které je dosud často opomíjeno.

U vojenské populace navíc představuje nízká imunitační ochrana zvýšené riziko nejen z individuálního hlediska, ale i z perspektivy kolektivní bezpečnosti, zejména v podmínkách zahraničních operací a uzavřených komunit. Nedostatečná hladina protilátek může nejen predisponovat k rozvoji klinického onemocnění, ale také umožnit asymptomatický přenos toxigenních kmenů *Corynebacterium diphtheriae* v kolektivu, což může mít operační a epidemiologické důsledky (např. šíření infekce v kolektivu, nutnost izolace a karanténních opatření, snížení personální dostupnosti a omezení operační připravenosti jednotky).

Předkládaná studie má několik limitací. Z důvodu probíhajícího vojenského výcviku se odběrů mohla účastnit jen část nově nastupujících vojenských profesionálů. V období pandemie covidu-19 v letech 2020 až 2022 byly kvůli přijatým protiepidemickým opatřením omezené možnosti realizace sběru biologického materiálu. Určitou roli sehrála i variabilita šarží používaných diagnostických setů.

ZÁVĚR

Tato studie prokázala, že značná část nově nastupujících vojenských profesionálů Armády České republiky nemá dostatečnou imunitní ochranu proti difterii. Převažování osob s nejistou nebo zcela nedetekovatelnou hladinou IgG protilátek představuje potenciální riziko nejenom pro jednotlivce, ale i pro fungování vojenských kolektivů, zejména v podmínkách zahraničních operací, kde může dojít k expozici toxigenním kmenům *Corynebacterium diphtheriae* a k rychlému šíření infekce v uzavřeném prostředí.

Zjištěné výsledky jednoznačně podporují nutnost revize současné očkovací strategie v dospělé populaci ČR a zdůrazňují potřebu zavedení pravidelného přeočkování proti difterii, ideálně v desetiletých intervalech, v souladu s mezinárodními doporučeními. U rizikových profesních skupin, mezi které vojenský personál jednoznačně patří, by mělo být pravidelné přeočkování považováno za klíčový preventivní nástroj zajišťující individuální i kolektivní ochranu. Implementace takto cílené vakcinační politiky může významně přispět ke snížení rizika importu i sekundárního přenosu onemocnění a k udržení operační připravenosti armádního personálu.

LITERATURA

1. Beneš, J. Záškrt a jiné infekce vyvolané *Corynebacterium diphtheriae*. Korynebakteria jiná než *C. diphtheriae*. In: Beneš J. et al. *Infekční lékařství*. Praha: Galén 2009; s. 214–217. ISBN 978-80-7262-644-1.
2. Fabiánová, K. Návrat záškrtu? *Vakcinologie*, 2024;18(2):88–93.
3. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Diphtheria – Annual epidemiological report for 2023. [online]. 23 Jan 2026. [cit. 5. 2. 2026]. Dostupné na: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/DIPH_AER_2023_Report.pdf.
4. Fabiánová, K., Košťálová, J., Zavadilová J. et al. *Surveillance záškrtu v České republice*. Zprávy centra epidemiologie a mikrobiologie. SZÚ, Praha. 2023;32(1):24–29.
5. Výskyt vybraných hlášených infekcí v České republice v roce 2024, porovnání se stejným obdobím v letech 2015–2023 (počet případů). ISIN/EPIDAT, SZÚ. [online]. 2. 5. 2025. [cit. 9. 2. 2026]. Dostupné na: https://szu.gov.cz/wp-content/uploads/2025/05/Tabulka_pocty_onemocneni_2015-2024_CR_aktualizace_2.5.2025.pdf.
6. Papagiannis, D, Thireos E, Mariolis A, et al. Diphtheria and Tetanus Immunity Status among Greek Adults: Results from a Nationwide Seroprevalence Study. *Vaccines*. 2024;12(4):378. DOI: 10.3390/vaccines12040378.
7. Wagner A, Jasinska J, Schmid D, et al. Lack of seroprotection against diphtheria in the Austrian population, in light of reported diphtheria cases in Europe, 2022. *Euro Surveill*. 2023;28(17):2300206. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2023.28.17.2300206.
8. Berbers G, van Gageldonk P, Kasstele J vd, et al. Circulation of pertussis and poor protection against diphtheria among middle-aged adults in 18 European countries. *Nat Commun*. 2021;12:2871. DOI: 10.1038/s41467-021-23114-y.
9. Zasada AA, Rastawicki W, Rokosz N, et al. Seroprevalence of diphtheria toxoid IgG antibodies in children, adolescents and adults in Poland. *BMC Infect Dis*. 2013;13:551. DOI:10.1186/1471-2334-13-551.
10. World Health Organization. Diphtheria vaccine: WHO position paper. *Wkly Epidemiol Rec*. 2017;92:417–436. [online]. 4. 8. 2018. [cit. 10. 2. 2026]. Dostupné na: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/8f8a7f94-c9cd-44c7-91c1-c8f7cf16551f/content>.
11. Vyhláška č. 537/2006 Sb. Vyhláška o očkování proti infekčním nemocem. [online]. 8. 12. 2006. [cit. 5. 2. 2026]. Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-537#p4>.

Do redakce došlo dne 12. 2. 2026.

Adresa pro korespondenci:
prof. MUDr. Roman Chlíbek, Ph.D.
Vojenská lékařská fakulta UO
Třebešská 1575
500 01 Hradec Králové
e-mail: roman.chlibek@unob.cz