

# A *Bordetella pertussis*-antitestek szeroprevalenciája magyarországi felnőttekben

Torzsa Péter dr.<sup>1</sup> ■ Devadiga Raghavendra<sup>2</sup> ■ Tafalla Monica dr.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Családorvosi Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>GSK, CDOC-B, #5 Embassy Links, S. R. T. Roads, 560052 Bangalore, India

<sup>3</sup>GSK, Avenue Fleming 20, 1300 Wavre, Belgium

**Bevezetés:** A pertussis (szamárköhögés) akut légúti fertőző betegség, amelyet a *Bordetella pertussis* okoz, és krónikus, súlyos köhögés jellemez. A pertussis védőoltás beadásának optimális rendje nem tisztázott, így országonként eltér.

**Célkitűzés:** A pertussis szeroprevalenciájának becslése magyarországi felnőttek körében.

**Módszer:** Szérum-antipertussistoxin-immunglobulin-G (anti-PT-IgG)-antitest-szintek elemzése enzimhez kötött immunoszorbens vizsgálattal felnőttekben, háziorvosi praxisokban, egy éven át. A szérumminták a gyártó utasításainak megfelelően kerültek osztályozásra, úgymint: erősen valószínűsíthető a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés ( $\geq 1,5$  optikaiátlúság [OS]-egység); valószínű a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés ( $\geq 1,0$  OS-egység); szeropozitivitás ( $>0,3$  OS-egység); illetve szeronegativitás ( $\leq 0,3$  OS-egység).

**Eredmények:** A vizsgálatban 1999 felnőtt (60,6% nő; átlagos életkor  $47,4 \pm 17,7$  év) vett részt. Közülük 14,8% volt szeropozitív, 1,1% esetében valószínűsíthető, míg 0,1% esetében erősen valószínűsíthető volt a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés.

**Következtetések:** A résztvevők 85,2%-a szeronegatív volt, és ily módon fogékony a pertussisfertőzésre. Körülbelül 1% esetében volt valószínűsíthető a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés, amely potenciálisan átterjedhet fiatal csecsemőkre. A felnőttek immunizálása kulcsjelentőségű a csecsemők közvetett védelme szempontjából.

Orv Hetil. 2018; 159(13): 503–510.

**Kulcsszavak:** szeroprevalencia, *Bordetella pertussis*, epidemiológia, alapellátás, Magyarország

**A klinikai vizsgálat regisztrációja:** Clinicaltrials.gov NCT02014519.

## Seroprevalence of *Bordetella pertussis* antibodies in adults in Hungary: results of an epidemiological cross-sectional study

**Introduction:** Pertussis (whooping cough) is an acute respiratory tract infection caused by *Bordetella pertussis* that is characterized by a chronic, severe cough. The optimum immunization schedule for pertussis is unclear, so these vary by countries.

**Aim:** To estimate the seroprevalence of pertussis in adults in Hungary.

**Method:** Serum anti-pertussis toxin immunoglobulin G (anti-PT IgG) antibody levels were analyzed using enzyme-linked immunosorbent assay in adults in general practitioners' practices during one year. Sera were classified following manufacturer's instructions as: strongly indicative of current/recent infection ( $\geq 1.5$  optical density [OD] units); indicative of current/recent infection ( $\geq 1.0$  OD units); seropositive ( $>0.3$  OD units); or seronegative ( $\leq 0.3$  OD units).

**Results:** 1999 adults (60.6% female; mean age  $47.4 \pm 17.7$  years) were included. 14.8% were seropositive, 1.1% were indicative of current/recent infection, and 0.1% were strongly indicative of current/recent infection.

**Conclusions:** 85.2% of the subjects were seronegative and therefore susceptible to pertussis infection. Approximately 1% was suspicious of current/recent pertussis infection, potentially transmissible to susceptible young infants. Vaccination of adults is a key way to indirectly protect infants.

**Keywords:** seroprevalence, *Bordetella pertussis*, epidemiology, primary care, Hungary

**Trial registration:** ClinicalTrials.gov NCT02014519.

Torzsa P, Devadiga R, Tafalla M. [Seroprevalence of *Bordetella pertussis* antibodies in adults in Hungary: results of an epidemiological cross-sectional study]. Orv Hetil. 2018; 159(13): 503–510.

(Beérkezett: 2017. szeptember 22.; elfogadva: 2017. december 30.)

**Rövidítések**

anti-PT-IgG = antipertussistoxin-immunglobulin-G; CI = konfidenciaintervallum; ELISA = (enzyme-linked immunosorbent assay) enzimhez kötött immunoszorbens vizsgálat; EU = ELISA-egység; FDA (U.S. Food and Drug Administration) az Amerikai Egyesült Államok Élelmiszer-biztonsági és Gyógyszerészeti Hivatala; OS = optikai sűrűség; SD = standard deviáció (szórás)

A pertussis (szamárköhögés) akut légúti fertőző betegség, amelyet a *Bordetella pertussis* okoz, és krónikus, súlyos köhögés jellemez [1]. A pertussisos újszülöttek és beoltatlan csecsemők esetében potenciálisan életveszélyes fertőző betegség [2], így csecsemőkorban ajánlott a védőoltás. Magyarországon a pertussis elleni immunizálást – kombinált diftéria-tetanusz-teljes sejtes pertussis vakcinával – 1953-ban vezették be [3]. Ennek hatására jelentősen csökkent a pertussisfertőzés előfordulási gyakorisága [3]. Ezt a vakcinát váltotta fel 2006-ban egy kombinált diftéria-tetanusz-acellularis pertussis vakcina [4]. A pertussis elleni védőoltás beadásának optimális rendje nem tisztázott, így országonként eltér; Magyarországon a jelenleg ajánlott oltási rendben az acellularis vakcina beadása 2, 3 és 4 hónapos korban ajánlott, amelyet emlékeztető oltások követnek 1, 5, 6 és 11 éves életkorban [5]. Az átoltottság Magyarországon mindegyik dózis esetében nagyon magas (>99%) [6].

Ennek ellenére a felnőttek a védőoltást vagy a természetes fertőzést követően a csökkenő immunitás következtében ki vannak téve a pertussisfertőzés kockázatának [7–10]. Bár a pertussis felnőttkorban általában nem súlyos, mégis morbiditást okoz, és – ami sokkal fontosabb – a beteg felnőttekről a fertőzés átterjedhet azokra a csecsemőkre, akik még nem részesültek (teljes körű) védőoltásban [9]. Egyes európai országokban ezért bevezették a serdülő-, felnőtt- és időskori emlékeztető oltások különféle kombinációit; ilyen a „cocooning” (fészekimmunizálási) stratégia (az újszülöttelel egy háztartásban élők immunizálása) vagy a várandós nők immunizálása (a csecsemő szervezetébe a placentán át bejutó antitestek biztosítása) [11, 12]. A serdülőkori emlékeztető oltás bevezetése mellett ezeknek a stratégiáknak az ajánlására Magyarországon még nem került sor [11]. Tekintettel arra, hogy a bejelentési arány Magyarországon a csecsemőknél (<1 éves életkor) 2014-ben 2,24/100 000 volt – körülbelül 12-szer nagyobb, mint az 1 éves vagy idősebb kisgyermekeknél (kb. 0,18/100 000) [13] –, a gyermekpopuláció magas szintű átoltottsága ellenére a csecsemők még egyértelműen ki vannak téve a pertussisfertőzés kockázatának.

Bár Magyarországon a pertussis összesített bejelentési aránya (2015-ben 0,17/100 000) [14, 15] a legalacsonyabbak közé tartozik Európában [13], az aluljelentettség jól ismert jelenség, különösen felnőtteknél, akiknél a tünetek általában jóval enyhébbek, mint csecsemőkorban, így nehézséget jelent a megfázástól való megkülön-

böztetés [16]. A pertussis alacsony jelentési aránya, társulva a magas átoltottsági szinttel, odavezethet, hogy a háziorvosok Magyarországon krónikus köhögés esetén felnőtteknél nem végeznek specifikus kivizsgálást pertussisra. A pertussis tényleges előfordulási gyakorisága ilyen módon jelentősen magasabb lehet, mint a bejelentett eseteké, különösen a felnőttek körében.

A pertussis előfordulási gyakoriságának valóságosabb becslése szeroepidemiológiai vizsgálatok alapján történhet, amelyek segíthetnek a védettség időtartamának, az emlékeztető oltások szükségességének, valamint a betegség újbóli kialakulása mögött meghúzódó okoknak a meghatározásában is [17].

Bár a magas antitesttiter nemrég lezajlott fertőzésre utal, az alacsonyabb értékek mögött állhat korábbi fertőzés vagy a védőoltás. Jóllehet a magasabb antipertussistoxin-immunglobulin-G (anti-PT-IgG)-szinteket összefüggésbe hozták a pertussis elleni védelemmel [18], nincs konszenzus a pertussis elleni protektív antitestszint vonatkozásában. Különböző országokban több tanulmány vizsgálta a pertussisantigének szeroprevalenciáját, ám mivel ez idáig Magyarországon nem került sor ilyen vizsgálatokra, a jelen szeroepidemiológiai vizsgálatunk célkitűzése az volt, hogy felbecsüljük a pertussis szeroprevalenciáját a magyarországi felnőttek körében.

**Módszer**

Epidemiológiai, keresztmetszeti vizsgálatunkra (NCT02014519) felnőttek bevonásával, öt centrumban került sor Magyarországon. A résztvevők toborzását a háziorvosi praxisok végezték 2014. április 24. és 2015. április 24. között, a leggyakrabban más okból történő orvosi konzultáció során, de olykor telefonon vagy e-mailben is megkeresték a pácienseket (főleg a fiatalabbak körében volt nehezebb a betegbeválasztás). A részvételi követelmények közé tartozott a 18 éves vagy idősebb életkor és az írásos beleegyező nyilatkozat, illetve nem kaphattak pertussis elleni védőoltást a vizsgálatot megelőző 12 hónapban, továbbá a diagnosztizált vagy gyanított immunológiai betegség hiánya.

A szérum-PT-IgG-szinteket a kereskedelemben forgalmazott, enzimhez kötött immunoszorbens vizsgálat (ELISA)-készlettel (*PERTUSSCAN PT IgG*, Euro Diagnostics AB, Malmö, Svédország) a Nemzeti Epidemiológiai Központ laboratóriumában határozták meg standardizált és validált eljárással, a gyártó utasításai szerint [19]. A szérummintákat a gyártó által előre meghatározott határértékeknek megfelelően a következő csoportokba soroltuk: erősen valószínűsíthető a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés ( $\geq 1,5$  optikaisűrűség [OS]-egység: megfelel 110 ELISA-egység [EU]/ml-nek az Amerikai Egyesült Államok Élelmiszer-biztonsági és Gyógyszerészeti Hivatala [Food and Drug Administration] 3. standard gyártási tételével (standard Lot 3) szemben [19]); valószínűsíthető a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés ( $\geq 1,0$  OS-egység: megfelel 70

EU/ml-nek); szeropozitív ( $>0,3$  OS-egység, amely megfelel 18 EU/ml-nek; a módszer érzékenységi határa); illetve szeronegatív ( $\leq 0,3$  OS-egység).

Vizsgálatunk fő célja az anti-PT-IgG-szeroprevalencia értékelése volt hazai felnőtteken a fent meghatározott határértékek szerinti csoportosításban. Kiértékeljük az eredményeket korcsoportok szerint is (18–29, 30–44, 45–59 és  $\geq 60$  éves korcsoportok). A szeropozitivitás és a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést valószínűsítő anti-PT-IgG-szintek összehasonlítása khi-négyzet próbával történt. A szeropozitivitás, valamint a korcsoport, a nem, a pertussis elleni védőoltási státusz, a kórtörténetben szereplő pertussisfertőzés, a megelőző 12 hónap során alkalmazott gyógyszerek (légtúti fertőzések ellen adott antibiotikumok, vényköteles és vény nélkül kapható köhögéscsillapítók), a megelőző 12 hónap során bekövetkezett légtúti fertőzések, valamint a dohányzási státusz vizsgálata logisztikus regressziós analízissel történt (a paraméterek becslését maximum likelihood [legnagyobb valószínűség] módszerrel végezve). Ugyanerre az elemzésre került sor a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést valószínűsítő antitestszintek esetében. A szaturált (azaz minden potenciális tényezőt figyelembe vevő) modellel felül a hátrafelé haladó változótörlesztés (backward elimination) módszerrel kapott végső modellek (ame-

lyekben 0,20-es p-érték a követelmény valamely potenciális tényező modellben tartására) is alkalmazásra kerültek. Mindkét modell korrigálásra került az abban alkalmazott összes egyéb tényezővel, beleértve a zavaró tényezőket (confoundereket) is. Statisztikailag szignifikánsnak a  $p < 0,05$  értékeket tekintettük. Minden statisztikai elemzés elvégzése a SAS Version 9.2 programmal történt.

A célul kitűzött mintaméret egy korábbi, hasonló izraeli [20] vizsgálat alapján körülbelül 2000 fő volt (400 fő a 18–29 éves, 550 fő a 30–44 éves, 510 fő a 45–59 éves és 540 fő a  $\geq 60$  éves korcsoportban).

## Eredmények

Összesen 1999 olyan személy került beválogatásra, akik értékelhető adatokat szolgáltatnak (egy személyt zártunk ki, mivel nem felelt meg a beválasztási és a kizárási kritériumoknak). A demográfiai jellemzőket az 1. táblázat ismerteti. Meg kell jegyezni, hogy 836 személy nem ismeri a saját védőoltási státuszát. Azok közül, akik tudták, hogy be voltak-e oltva szamárköhögés ellen, 75,8% kapott védőoltást. A szamárköhögés személyes kórtörténetével tisztában lévő személyeknek csak az 5,6%-a jelezte, hogy diagnosztizáltak náluk korábban szamárköhögést, a leggyakrabban (86,2%) gyermekkorban. A szeropozitív

1. táblázat | A vizsgálati populáció általában és anti-PT-IgG-szeropozitivitás szerinti csoportosításban

	Összes résztvevő (n = 1999)	Szeropozitív <sup>a</sup> (n = 295)	Szeronegatív <sup>b</sup> (n = 1704)
<b>Demográfiai adatok</b>			
Életkor (év)	47,4 ± 17,7	48,8 ± 19,4	47,1 ± 17,4
Nők	1212/1999 (60,6)	160/295 (54,2)	1052/1704 (61,7)
<b>Pertussis-kórtörténet</b>			
Pertussis elleni védőoltás	882/1163 (75,8)	127/165 (77,0)	755/998 (75,7)
Pertussis a kórtörténetben	88/1566 (5,6)	15/227 (6,6)	73/1339 (5,5)
Csecsemők	3/87 (3,4)	0	3/73 (4,1)
Gyermekek	75/87 (86,2)	13/14 (92,9)	62/73 (84,9)
Serdülők	3/87 (3,4)	1/14 (7,1)	2/73 (2,7)
Felnőttek	6/87 (6,9)	0	6/73 (8,2)
Tartós köhögés <sup>c</sup>	164/1971 (8,3)	20/290 (6,9)	144/1681 (8,6)
Közelmúltbeli érintkezés pertussisban vagy krónikus köhögésben szenvedővel <sup>c</sup>	227/1795 (12,6)	30/270 (11,1)	197/1525 (12,9)
Rendszeres érintkezés gyermekekkel	919/1999 (46,0)	122/295 (41,4)	797/1704 (46,8)
Releváns gyógyszerek <sup>d</sup>	241/1962 (12,3)	39/287 (13,6)	202/1675 (12,1)
Releváns hospitalizációk <sup>e</sup>	10/1994 (0,5)	4/294 (1,4)	6/1700 (0,4)

Átlagolt adatok ± SD vagy n/N (%), ahol az N az ismert adatokkal rendelkező résztvevők száma.

<sup>a</sup> $>0,3$  OS-egység.

<sup>b</sup> $\leq 0,3$  OS-egység.

<sup>c</sup>Az előző 12 hónap során  $\geq 3$  héten át tartó köhögés.

<sup>d</sup>Bármilyen antibiotikum és/vagy egyéb gyógyszer (például bármilyen köhögéscsillapító) alsó légtúti fertőzésekre vagy (gyanított) pertussisfertőzésekre a megelőző 12 hónap során.

<sup>e</sup>Légtúti fertőzések miatti hospitalizációk a megelőző 12 hónap során.

anti-PT-IgG = antipertussistoxin-immunglobulin-G; OS = optikai sűrűség; SD = standard deviáció

résztevők egyike sem említette, hogy korábban, felnőttkorban diagnosztizáltak volna a szamárköhögést. Az elmúlt 12 hónapban tartós köhögésről beszámoló (8,3%) közül a többség (86,4%) azt jelentette, hogy köhögése legalább 30 napon át tartott, és száraz jellegű volt (54,3%). A résztvevők 12,6%-a jelzett személyes kontaktust a megelőző 12 hónap során valakivel – főleg családtaggal (61,7%) és napi szinten (67,8%) –, aki krónikus köhögésben szenvedett. A résztvevőknek csak a 0,5%-át hospitalizálták a megelőző 12 hónap során légúti fertőzés miatt

medián értékben 1 alkalommal (tartomány: 1–5 alkalom), szintén medián értékben 9 napra (tartomány: 3–35 nap).

Összesen 295 személy (14,8%) volt anti-PT-IgG-szeropozitív (>0,3 OS-egység), 22 páciens (1,1%) érte el a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést valószínűsítő (>1,0 OS-egység) és 2 személy (0,1%) a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést nyomatékosan valószínűsítő (>1,5 OS-egység) szintet (2. táblázat).

A szeropozitivitás (>0,3 OS-egység) szignifikánsan ( $p = 0,0004$ ) változott a korcsoportok szerint, és a leg-

2. táblázat | Az egyes határértékek alatti/feletti anti-PT-IgG-szinttel rendelkező résztvevők

Anti-PT-IgG-szint	Összes résztvevő (n = 1999)	Korcsoportok			
		18–29 évesek (n = 408)	30–44 évesek (n = 541)	45–59 évesek (n = 509)	≥60 évesek (n = 541)
Nyomatékosan valószínűsíti a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést (≥1,5 OS-egység)	2 (0,10 [0,01–0,36])	0 (0,00 [0,00–0,90])	1 (0,18 [0,00–1,03])	1 (0,20 [0,00–1,09])	0 (0,00 [0,00–0,68])
Valószínűsíti a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést (≥1,0 OS-egység)	22 (1,10 [0,69–1,66])	2 (0,49 [0,06–1,76])	5 (0,92 [0,30–2,14])	4 (0,79 [0,21–2,00])	11 (2,03 [1,02–3,61])
Szeropozitív (>0,3 OS-egység)	295 (14,76 [13,23–16,39])	67 (16,42 [12,96–20,38])	67 (12,38 [9,73–15,46])	56 (11,00 [8,42–14,05])	105 (19,41 [16,16–23,00])
Szeronegatív (≤0,3 OS-egység)	1704 (85,24 [83,61–86,77])	341 (83,58 [79,62–87,04])	474 (87,62 [84,54–90,27])	453 (89,00 [85,95–91,58])	436 (80,59 [77,00–83,84])

Adatok: n (% [95% CI]).

anti-PT-IgG = antipertussisoxin-immunglobulin-G; CI = konfidenciaintervallum; OS = optikai sűrűség

3. táblázat | Az illesztett logisztikus regressziós modell becsült koefficiensei a szeropozitivitásra<sup>a</sup> a hátrafelé haladó változótörés (backward elimination) előtt és után

Jellemzők	Szaturált modell		Végző modell	
	OR (95% CI)	p-érték	OR (95% CI)	p-érték
18–29 évesek vs. 45–59 évesek <sup>b</sup>	1,64 (1,10–2,44)	0,015	1,67 (1,13–2,46)	0,0094
30–44 évesek vs. 45–59 évesek <sup>b</sup>	1,15 (0,78–1,70)	0,48	1,17 (0,80–1,71)	0,41
≥60 évesek vs. 45–59 évesek <sup>b</sup>	2,13 (1,46–3,12)	<0,0001	1,97 (1,39–2,80)	0,0002
Férfiak vs. nők	1,29 (1,00–1,67)	0,050	1,30 (1,01–1,68)	0,041
Védőoltás igen vs. nem	1,46 (0,92–2,29)	0,11	–	–
Védőoltás nem ismert vs. nem	1,36 (0,90–2,05)	0,15	–	–
Pertussis igen vs. nem	0,99 (0,54–1,81)	0,97	–	–
Pertussis nem ismert vs. nem	0,99 (0,72–1,37)	0,96	–	–
Gyógyszerek <sup>c</sup> igen vs. nem	1,04 (0,71–1,54)	0,83	–	–
Gyógyszerek <sup>c</sup> nem ismert vs. nem	1,44 (0,62–3,33)	0,39	–	–
Hospitalizáció <sup>d</sup> igen vs. nem	3,01 (0,79–11,55)	0,11	–	–
Hospitalizáció <sup>d</sup> nem ismert vs. nem	1,03 (0,11–10,21)	0,98	–	–
Jelenlegi dohányos vs. sose dohányzott	1,36 (0,99–1,87)	0,055	1,38 (1,01–1,89)	0,045
Korábbi dohányos vs. sose dohányzott	1,44 (1,07–1,95)	0,018	1,46 (1,08–1,97)	0,014

<sup>a</sup>>0,3 OS-egység.

<sup>b</sup>A legalacsonyabb szeropozitivitású korcsoport szolgált referenciaként.

<sup>c</sup>Bármilyen antibiotikum és/vagy egyéb gyógyszer (például bármilyen köhögéscsillapító) alsó légúti fertőzésekre vagy (gyanított) pertussisfertőzésekre a megelőző 12 hónap során.

<sup>d</sup>Légúti fertőzések miatti hospitalizációk a megelőző 12 hónap során.

CI = konfidenciaintervallum; OR = esélyhányados; OS = optikai sűrűség; vs. = versus

magasabb értéket a  $\geq 60$  éves, illetve a 18–29 éves korcsoportban érte el, azonban a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzési státusz ( $\geq 1,0$  OS-egység) nem változott szignifikánsan az életkorral ( $p = 0,096$ ).

Különböző jellemzők szignifikáns kapcsolatban álltak a szeropozitivitással ( $>0,3$  versus  $\leq 0,3$  OS-egység). Ezek közé tartozott az életkor (a 18–29 éves, a  $\geq 60$  éves versus a 45–59 éves korcsoport), a nem és a dohányzási státusz (3. táblázat). A fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés fokozott valószínűsége ( $\geq 1,0$  versus  $<1,0$  OS-egység) vonatkozásában visszafelé irányuló változótörést követően csak a dohányzási státusz maradt szignifikáns, bár a  $\geq 60$  éves korcsoportban a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés fokozott valószínűsége felé mutató tendencia volt megfigyelhető (4. táblázat).

## Megbeszélés

Ebben a magyarországi tanulmányban a részt vevő egészséges felnőttek 14,8%-a (2014–2015 során) anti-PT-IgG-szeropozitivitást ( $>0,3$  OS) mutatott. Ez alacsonyabb, mint amit más országokban felnőtteken végzett szeroprevalenciavizsgálatokban jelentettek (kb. 20–80% [20–27]).

Meg kell azonban jegyezni, hogy ezekben a vizsgálatokban különféle meghatározási módszereket alkalmaztak, a szeropozitivitás definiálására alkalmazott egységek és határértékek jelentősen eltértek, ami korlátozza összehasonlíthatóságukat [16]. Ezenfelül az anti-PT-IgG-sze-

ropozitivitás oka lehet korábban lezajlott pertussisfertőzés vagy beadott védőoltás [28]. Bár a jelen vizsgálatban egyetlen résztvevő sem kapott pertussis elleni védőoltást az elmúlt egy évben, ez nem feltétlenül volt így a többi szeropidemiológiai vizsgálat esetében. E problémáktól eltekintve a jelen tanulmányban a vizsgált felnőttek 85,2%-a volt szeronegatív, azaz esetükben fennáll a pertussisfertőzés kockázata. Bár Magyarországon a gyermekkori átoltottsági arány nagyon magas [6], a pertussis elleni védettség idővel gyengül [7–10], ami azt jelenti, hogy sok felnőttél már nem áll fenn védettség. Ez elkerülhető a felnőttkori emlékeztető oltások alkalmazásával, amelyeket már bevezettek különböző európai országokban [11] és az Egyesült Államokban [29].

A jelen tanulmányban a résztvevők 1,1%-a rendelkezett  $\geq 1,0$  OS anti-PT-IgG-szinttel, amely valószínűsíti a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést. Nehéz ezt más vizsgálatokkal összehasonlítani, mivel ezek a vizsgálatok különböző meghatározási módszereket, határértékeket és definíciókat alkalmaztak, de felnőtteknél az elmúlt évben lezajlott fertőzések, illetve a közelmúltbeli/aktív fertőzések aránya 1–10% közötti volt [22, 25, 27, 30–36], amely hasonló vagy magasabb annál, mint amit a jelen vizsgálat mutat.

Saját szeroprevalenciaadatainknak a jelentett pertussis-esetekkel történő összehasonlítása érdekében elvégeztük a pertussis előfordulási gyakoriságának becslését a szeroprevalenciaadatok és a gyártó által előre meghatározott

4. táblázat | Az illesztett logisztikus regressziós modell becsült koefficiensei a jelenlegi/közelmúltbeli fertőzések fokozott valószínűségére,<sup>a</sup> a hátrafelé haladó változótörés (backward elimination) előtt és után

Jellemzők	Szaturált modell		Végző modell	
	OR (95% CI)	p-érték	OR (95% CI)	p-érték
18–29 évesek vs. 45–59 évesek <sup>b</sup>	0,57 (0,10–3,31)	0,53	0,58 (0,11–3,24)	0,54
30–44 évesek vs. 45–59 évesek <sup>b</sup>	1,21 (0,31–4,74)	0,79	1,21 (0,32–4,57)	0,78
$\geq 60$ évesek vs. 45–59 évesek <sup>b</sup>	3,60 (1,06–12,24)	0,040	2,99 (0,94–9,56)	0,064
Férfiak vs. nők	1,55 (0,65–3,70)	0,32	–	–
Védőoltás igen vs. nem	2,03 (0,35–11,81)	0,43	–	–
Védőoltás nem ismert vs. nem	3,31 (0,71–15,5)	0,13	–	–
Pertussis igen vs. nem	0,45 (0,06–3,64)	0,45	–	–
Pertussis nem ismert vs. nem	0,30 (0,08–1,08)	0,065	–	–
Gyógyszerek <sup>c</sup> igen vs. nem	1,24 (0,35–4,38)	0,74	–	–
Gyógyszerek <sup>c</sup> nem ismert vs. nem	2,14 (0,25–17,97)	0,49	–	–
Hospitalizáció <sup>d</sup> igen vs. nem	0,00 (0,00–NR)	0,99	–	–
Hospitalizáció <sup>d</sup> nem ismert vs. nem	0,00 (0,00–NR)	1,00	–	–
Jelenlegi dohányos vs. sose dohányzott	7,08 (2,17–23,16)	0,0012	7,50 (2,32–24,31)	0,0008
Korábbi dohányos vs. sose dohányzott	4,12 (1,21–14,01)	0,024	4,07 (1,21–13,64)	0,023

<sup>a</sup> $\geq 1,0$  OS-egység.

<sup>b</sup>A legalacsonyabb szeropozitivitású korcsoportot szolgált referenciaként.

<sup>c</sup>Bármilyen antibiotikum és/vagy egyéb gyógyszer (például bármilyen köhögéscsillapító) alsó légúti fertőzésekre vagy (gyanított) pertussisfertőzésekre a megelőző 12 hónap során.

<sup>d</sup>Légúti fertőzések miatti hospitalizációk a megelőző 12 hónap során.

CI = konfidenciaintervallum; NR = nem jelentett; OR = esélyhányados; OS = optikai sűrűség; vs. = versus



határértékek kombinációja alapján. Előzetesen *de Melker és mtsai* [37] alkalmaztak az előfordulási gyakoriság becslésére szeroprevalenciaadatokat a fertőzés óta eltelt időtartam alatti antitestszint-csökkenéssel kombinálva. Feltéve, hogy a „közelmúltbeli” szó az előző évet jelenti, az 1999 páciens közül 2 (0,1%) olyan résztvevő volt, akinél a mért szint nyomtatékosan valószínűsíti a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést ( $\geq 1,5$  OS-egység), és ez a jelen vizsgálatban durva becsléssel 100/100 000 éves pertussiselőfordulási gyakorisági aránynak felel meg. Hasonlóan az 1999 páciens közül 22 személy (1,1%) rendelkezett a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést valószínűsítő szinttel ( $\geq 1,0$  OS-egység), amely szintén durva becsléssel 1100/100 000 éves pertussiselőfordulási gyakorisági arányt eredményezne. Ezek a durva becslések Magyarországon kb. 500-szor–6000-szer nagyobb előfordulási gyakoriságot jeleznek, mint a 2014-ben a legalább 20 éves életkorúaknál jelentett arány (kb. 0,19/100 000) [13], ami nagyon nagy mérvű aluljelentettséget jelez. Egy közelmúltbeli áttekintő közlemény világszerte hasonló eltéréseket talált [16]. Meg kell jegyezni azonban, hogy a jelen vizsgálatot nem arra terveztük, hogy ilyen típusú számításokat végezzünk, és a „közelmúltbeli” szó (a gyártó meghatározása szerint) nem feltétlenül azonos az 1 éves időtartammal.

A felnőttkori emlékeztető oltás bevezetése ebben a korcsoportban segíthetné a pertussissterhelés csökkentését, és ugyancsak csökkenthetné a fogékony csecsemők megfertőződésének kockázatát. Az elsődleges védőoltási sorozat beadása előtti időszakban a csecsemők védelmét szolgálhatja a fészekimmunizálás (cocooning) vagy a várandós nők immunizálása. Különböző európai országok [11] és az Egyesült Államok [29] bevezették a fenti megközelítések egyikét-másikát az újszülöttek védelmére. A közelmúltbeli adatok azonban azt jelzik, hogy a szülőknek a szülést követő időszakban végzett immunizálása nem feltétlenül olyan eredményes, mint az anyáké a várandósság folyamán [38–40]. Bár az anya immunizálása előnyös lehet az újszülött számára, önmagában ez a megközelítés nem enyhíti a felnőtt populáció pertussissterhelését.

Jelen vizsgálatunkban a szeropozitivitás fennállása szignifikánsan valószínűbb volt a  $\geq 60$  éves és a 18–29 éves, mint a 45–59 éves korcsoportban, és a  $\geq 60$  éves korcsoportban a fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzés nagyobb valószínűségére mutatkozott tendencia, mint a 45–59 éves korcsoportban. Összességében ezek az eredmények alátámasztják az immunitás gyengülését a gyermekkori védőoltásokat követően, ami évekkal később nagyobb fertőzési arányokat okoz. Magyarországon 2006-ban vezették be a 11 éves életkorban adott pertussis emlékeztető oltást [4], így a legfiatalabb korcsoportban néhány felnőtt már részesülhetett 7–8 évvel korábban ebben a védőoltásban. A populáció fennmaradó része feltehetően legalább 14 évvel korábban kapott utoljára pertussisvakcinát, vagy akár sohasem részesült ilyen védőoltásban. Bár az immunitás meglehetősen gyorsan gyengül a pertussis-védőoltások beadását köve-

tően [41], az anti-PT-antitestek kb. 10 éven keresztül jelen lehetnek [42]. Ily módon a 18–29 éves korcsoportban észlelt emelkedett szeropozitivitási arány valószínűleg a serdülőkor (vagy akár a gyermekkori) védőoltások következménye. A  $\geq 60$  éves korcsoportban az emelkedett szeropozitivitási arány feltehetőleg összefügg a pertussisfertőzésekkel, amelyek előfordulása szintén emelkedett ebben a korcsoportban. Ezen eredmények alapján az idősök immunizálása Magyarországon előnyös lenne a pertussissterhelés csökkenése szempontjából ebben a korcsoportban, amelyben jelentős, pertussisszal összefüggő morbiditás tapasztalható [43].

Egyes további vizsgálatok szintén nagyobb szeropozitivitást jelentettek az idősebb felnőttek körében [20, 23, 27]. Más szerzők azonban a legmagasabb szeropozitivitási arányokat különböző fiatal felnőtt korcsoportokban jelentették [21, 24], vagy csekély eltéréseket észleltek a felnőttek körében [25]. Hasonlóképpen egyes korábbi vizsgálatok lehetséges összefüggést jelentettek a valószínűsíthető pertussisfertőzés és az emelkedő életkor között [20, 22, 31], míg mások nem figyeltek meg ilyen kapcsolatot [25, 34, 35]. Nem világos, hogy ezek az eredmények valódi különbségeket jeleznek az egyes országok és/vagy évek között, vagy ezek az ilyen különbségek azonosításához szükséges megfelelő nagyságú erőhiányt mutatják.

A nemeket illetően azt észleltük, hogy a férfiaknál a szeropozitivitás valószínűsége szignifikánsan nagyobb, mint a nőknél, de nem rendelkeznek szignifikánsan nagyobb arányban fennálló/közelmúltban lezajlott fertőzést jelző anti-PT-IgG-szinttel. A férfiak körében szintén nagyobb szeropozitivitást jelentettek vizsgálatok Mexikóból [24], Koreából [23] és Hollandiából [31], más tanulmányokban azonban nem közöltek szignifikáns eltéréseket a nemek közötti szeropozitivitásban [21, 22, 26, 34–36]. Összességében nem világos, hogy van-e valódi kapcsolat a pertussis és a nemek között; ha van, akkor ennek oka egyelőre ismeretlen.

A dohányzási státuszt illetően korrelációt figyeltünk meg a szeropozitivitás és az aktuális/korábbi dohányzási státusz között, és még erősebb korreláció áll fenn a közelmúltbeli pertussisfertőzés bizonyítéka és az aktuális/korábbi dohányzás között. Ennek az lehet az oka, hogy a dohányosok hámsajtjeiről kimutatták, hogy fokozottabban kötődnek a *Bordetella pertussis*-hoz [44], és így módon fokozódik a pertussisfertőzés kockázata.

## Limitációk

A résztvevők némelyikét szokásos háziiorvosi vizsgálat során válogatták be, így a vizsgált populáció betegebb és/vagy egészségtudatosabb lehet, mint az általános népesség. Ez a toborzási módszer feltehetően a női résztvevők nagyobb arányáért is felelős. Sajnos a toborzási módszerekről (háziiorvosi rendelés, telefonhívás vagy e-mail) nem állnak rendelkezésre pontos adatok, így toborzási módszerenként nem hasonlíthatók össze az ada-

tok. Ugyanakkor, bár tudatában vagyunk annak, hogy ez a „kényelmes minta” (convenience sample) a vizsgálat korlátozó tényezője, úgy gondoljuk, hogy valószínűleg reprezentálja a teljes magyarországi felnőtt populációt.

Mivel nincs konszenzus arról, hogy milyen anti-PT-antitest-küszöbértéket lehet protektívnek tekinteni, a szeroprevalenciavizsgálatok értelmezése notóriusan nehéz. Ugyancsak, a gyártó „aktuális/közelmúltbeli” fertőzés meghatározására adott definíciója meglehetősen homályos, ami problémássá teszi a többi vizsgálatvaló összehasonlítást. Végül, a p-értékek nem voltak korrigálva a végpontok multiplicitására (mivel csak egy vizsgálati végpont volt), így az eredmények statisztikai szignifikanciáját csak óvatosan lehet értelmezni.

## Következtetések

Ebben a szeroprevalenciavizsgálatban a magyarországi felnőttek 14,8%-a volt anti-PT-IgG-antitest-szeropozitív; fokozott kockázatúak voltak a férfiak, a  $\geq 60$  éves, illetve a 18–29 éves korosztály, az aktuálisan/korábban dohányzók. A felnőttek fennmaradó 85,2%-a szeronegatív volt, és ily módon ki vannak téve a pertussisfertőzés kockázatának. Ezenfelül a felnőttek 1,1%-ának esetében volt megfigyelhető a jelenlegi/közelmúltbeli fertőzésre utaló bizonyíték; ebben a tekintetben fokozott kockázatúak a jelenlegi/korábbi dohányosok, és tendencia mutatkozott a  $\geq 60$  éves korcsoport fokozott kockázatát illetően. Ez durva becsléssel évente 1100/100 000 pertussiselőfordulási gyakoriságot jelent, amely kb. 6000-szer nagyobb, mint a magyarországi bejelentési arány. Ez azt jelenti, hogy Magyarországon sok felnőttnél fordulhat elő diagnosztizálatlan pertussisfertőzés, amellyel akaratlanul megfertőzhetnek fogékony csecsemőket. A felnőttkori pertussis elleni emlékeztető oltás bevezetése segíthetne elkerülni ezt a potenciális problémát [45].

**Anyagi támogatás:** A vizsgálatot (NCT02014519) a GlaxoSmithKline Biologicals SA támogatta, és részt vett a vizsgálat minden fázisában, beleértve az adatok elemzését is. A GlaxoSmithKline Biologicals SA a jelen kézirat összeállításával és publikálásával kapcsolatos összes költséget is finanszírozta.

**Szerzői munkamegosztás:** D. R. és T. M. részt vett a vizsgálat elrendezésének kialakításában, továbbá elemezte és értelmezte a vizsgálati adatokat. T. P. és T. M. gyűjtötte, illetve generálta az adatokat. Mindegyik szerző fontos szellemi hozzájárulásokkal vett részt a kézirat összeállításában és kritikájának áttekintésében. Mindegyik szerző teljes körű hozzáféréssel rendelkezett az adatokhoz, és a kézirat benyújtásához előzetesen végső hozzájárulását adta. Mindegyik szerző felelősséget vállal a munka minden vonatkozásában azért, hogy a munka bármely részének pontosságát és integritását illető kérdések megfelelő kivizsgálásra és megválaszolásra kerüljenek. A jelen munka

elvégzése az ICMJE-nek a tudományos munkák kivitelezésére, orvosi szaklapokban történő megjelentetésével, szerkesztésére és közléseire vonatkozó ajánlásaival összhangban történt. A levelező szerző viseli a végső felelősséget a közlemény benyújtásáért.

**Érdekeltségek:** T. P. kijelenti, hogy részéről nem áll fenn összeférhetetlenség. D. R. és T. M. a GSK vállalatcsoport munkatársai. T. M. a munkavállalói juttatások részeként rendelkezik a GSK vállalatcsoport részvényeivel.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak *dr. Faragó Katalinnak* (a vizsgálat vezető orvosának) a vizsgálatban végzett munkájáért, *Amulya Jayadevnek* (a GSK statisztikusának) a statisztikai támogatásért, valamint *Andrew Vyse-nek* (a GSK epidemiológusának) a kézirat áttekintése során nyújtott értékes észrevételeiért. A szerzők a GSK részéről köszönetet mondanak a Business & Decision Life Sciences platformnak a szerkesztésben és a kézirat koordinációjában nyújtott segítségért. *Grégory Leroux* koordinálta a kézirat elkészítését és segítette a megjelentetését. A szerzők szintén köszönetet mondanak a GSK részéről *Jenny Lloyd*nak (Compass Healthcare Communications Ltd.) a kézirat megszövegezésében és összeállításában nyújtott támogatásáért.

## Irodalom

- [1] Pertussis. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Solna, 2016. Available from: <http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/pertussis/Pages/index.aspx> [accessed: June 22, 2016].
- [2] Torre JA, Benevides GN, de Melo AM, et al. Pertussis: the resurgence of a public health threat. *Autops Case Rep.* 2015; 5: 9–16.
- [3] Joo I. Epidemiology of pertussis in Hungary. *Dev Biol Stand.* 1991; 73: 357–359.
- [4] Heininger U, Andre P, Chlibek R, et al. Comparative epidemiologic characteristics of pertussis in 10 Central and Eastern European countries, 2000–2013. *PLoS ONE* 2016; 11: e0155949.
- [5] Vaccine Scheduler. Immunisation schedules by target disease pertussis in [Hungary]. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Solna, 2016. Available from: <http://vaccine-schedule.ecdc.europa.eu/Pages/Scheduler.aspx> [accessed: June 22, 2016].
- [6] National Epidemiology Center. Vaccinations performance of 2015. [Országos Epidemiológiai Központ. Védőoltások teljesítése, 2015.] *Epinfo* 2016; 23: 369–381. Available from: <http://www.oek.hu/oekfile.pl?fid=6840> [accessed: September 8, 2016]. [Hungarian]
- [7] Esposito S, Principi N, European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID), Vaccine Study Group (EVASG). Immunization against pertussis in adolescents and adults. *Clin Microbiol Infect.* 2016; 22(Suppl 5): S89–S95.
- [8] Wendelboe AM, Van Rie A, Salmaso S, et al. Duration of immunity against pertussis after natural infection or vaccination. *Pediatr Infect Dis J.* 2005; 24(Suppl 5): S58–S61.
- [9] Zepp F, Heininger U, Mertsola J, et al. Rationale for pertussis booster vaccination throughout life in Europe. *Lancet Infect Dis.* 2011; 11: 557–570.
- [10] World Health Organization (WHO). Pertussis vaccines: WHO position paper, August 2015 – Recommendations. *Vaccine* 2016; 34: 1423–1425.
- [11] Recommended immunisations for pertussis [All EU countries]. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Solna, 2016. Available from: <http://vaccine-schedule.ecdc.europa.eu/Pages/Scheduler.aspx> [accessed: July 19, 2016].

- [12] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Expert consultation on pertussis 2012. Available from: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/pertussis-meeting-2012.pdf> [accessed: June 22, 2016].
- [13] Surveillance Atlas of Infectious Diseases. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Solna, 2016. Available from: <http://atlas.ecdc.europa.eu/public/index.aspx?Dataset=27&HealthTopic=38&Indicator=106761&GeoResolution=2&TimeResolution=Year&StartTime=2006&EndTime=2014&CurrentTime=2014&Distribution=106765&DistributionRepresentation=B&TimeSeries=106761&TimeSeriesRepresentation=T&FixDataset=1> [accessed: June 22, 2016].
- [14] National Epidemiology Center. Data on infectious diseases. [Országos Epidemiológiai Központ. Fertőző betegségek adatai.] EpiInfo 2016; 22: 640–650. Available from: <http://www.oek.hu/oekfile.pl?fid=6451> [accessed: September 5, 2016]. [Hungarian]
- [15] Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. Hungary 2015. Available from: <http://populationpyramid.net/hungary/2015/> [accessed: September 8, 2016].
- [16] Barkoff AM, Gröndahl-Yli-Hannuksela K, He Q. Seroprevalence studies of pertussis: what have we learned from different immunized populations. *Pathog Dis.* 2015; 73: ftv050.
- [17] Cutts FT, Hanson M. Seroepidemiology: an underused tool for designing and monitoring vaccination programmes in low- and middle-income countries. *Trop Med Int Health* 2016; 21: 1086–1098.
- [18] Taranger J, Trollfors B, Lagergård T, et al. Correlation between pertussis toxin IgG antibodies in postvaccination sera and subsequent protection against pertussis. *J Infect Dis.* 2000; 181: 1010–1013.
- [19] Euro Diagnostica. Instruction: PERTUSSCAN PT IgG: ELISA for detection of IgG against *Bordetella pertussis* toxin (PT) in serum. Euro Diagnostica, Lundavägen, Malmö, Sweden, 2013 Oct. 120 p. Document No. E-23-0207-02.
- [20] Rendi-Wagner P, Tobias J, Moerman L, et al. The seroepidemiology of *Bordetella pertussis* in Israel – Estimate of incidence of infection. *Vaccine* 2010; 28: 3285–3290.
- [21] Pavlopoulou ID, Syriopoulou V, Daikos GL, et al. Pertussis seroprevalence in different age groups in Greece. *Scand J Infect Dis.* 2007; 39: 14–18.
- [22] Scott S, van der Sande M, Faye-Joof T, et al. Seroprevalence of pertussis in The Gambia: evidence for continued circulation of *Bordetella pertussis* despite high vaccination rates. *Pediatr Infect Dis J.* 2015; 34: 333–338.
- [23] Lee SY, Han SB, Bae EY, et al. Pertussis seroprevalence in Korean adolescents and adults using anti-pertussis toxin immunoglobulin G. *J Korean Med Sci.* 2014; 29: 652–656.
- [24] Conde-Glez C, Lazcano-Ponce E, Rojas R, et al. Seroprevalence of *Bordetella pertussis* in the Mexican population: a cross-sectional study. *Epidemiol Infect.* 2014; 142: 706–713.
- [25] Wanlapakorn N, Ngaovithunwong V, Thongmee T, et al. Seroprevalence of antibodies to pertussis toxin among different age groups in Thailand after 37 years of universal whole-cell pertussis vaccination. *PLoS ONE* 2016; 11: e0148338.
- [26] González-Escalada A, García-García L, Viguera-Ester P, et al. Seroprevalence of antibodies against measles, rubella, mumps, varicella-zoster, and *B. pertussis* in young adults of Madrid, Spain. *Hum Vaccin Immunother.* 2013; 9: 1918–1925.
- [27] Palazzo R, Carollo M, Fedele G, et al. Evidence of increased circulation of *Bordetella pertussis* in the Italian adult population from seroprevalence data (2012–2013). *J Med Microbiol.* 2016; 65: 649–657.
- [28] Wirsing von König CH. Pertussis diagnostics: overview and impact of immunization. *Expert Rev Vaccines* 2014; 13: 1167–1174.
- [29] Recommended adult immunization schedule for adults aged 19 years or older, by vaccine and age group. United States, 2016. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2016. Available from: <http://www.cdc.gov/vaccines/schedules/hcp/imz/adult.html> [accessed: July 20, 2016].
- [30] Caboré RN, Piérard D, Huygen K. A Belgian serosurveillance/seroprevalence study of diphtheria, tetanus and pertussis using a luminex xMAP technology-based pentaplex. *Vaccines (Basel)* 2016; 4: E16.
- [31] de Greeff SC, de Melker HE, van Gageldonk PG, et al. Seroprevalence of pertussis in The Netherlands: evidence for increased circulation of *Bordetella pertussis*. *PLoS ONE* 2010; 5: e14183.
- [32] Huygen K, Rodeghiero C, Govaerts D, et al. *Bordetella pertussis* seroprevalence in Belgian adults aged 20–39 years, 2012. *Epidemiol Infect.* 2014; 142: 724–728.
- [33] Launay O, Toneatti C, Bernede C, et al. Antibodies to tetanus, diphtheria and pertussis among healthy adults vaccinated according to the French vaccination recommendations. *Hum Vaccin.* 2009; 5: 341–346.
- [34] Rønn PF, Dalby T, Simonsen J, et al. Seroepidemiology of pertussis in a cross-sectional study of an adult general population in Denmark. *Epidemiol Infect.* 2014; 142: 729–737.
- [35] Xu Y, Wang L, Xu J, et al. Seroprevalence of pertussis in China: need to improve vaccination strategies. *Hum Vaccin Immunother.* 2014; 10: 192–198.
- [36] Chen Z, Zhang J, Cao L, et al. Seroprevalence of pertussis among adults in China where whole cell vaccines have been used for 50 years. *J Infect.* 2016; 73: 38–44.
- [37] de Melker HE, Versteegh FG, Schellekens JF, et al. The incidence of *Bordetella pertussis* infections estimated in the population from a combination of serological surveys. *J Infect.* 2006; 53: 106–113.
- [38] Carcione D, Regan AK, Tracey L, et al. The impact of parental postpartum pertussis vaccination on infection in infants: A population-based study of cocooning in Western Australia. *Vaccine* 2015; 33: 5654–5661.
- [39] Healy CM, Rench MA, Wootton SH, et al. Evaluation of the impact of a pertussis cocooning program on infant pertussis infection. *Pediatr Infect Dis J.* 2015; 34: 22–26.
- [40] Safadi MA. Control of pertussis in infants: time has finally come? *Expert Rev. Vaccines* 2015; 14: 781–783.
- [41] McGirr A, Fisman DN. Duration of pertussis immunity after DTaP immunization: a meta-analysis. *Pediatrics* 2015; 135: 331–343.
- [42] Mertsola J, Van Der Meeren O, He Q, et al. Decennial administration of a reduced antigen content diphtheria and tetanus toxoids and acellular pertussis vaccine in young adults. *Clin Infect Dis.* 2010; 51: 656–662.
- [43] Ridda I, Yin JK, King C, et al. The importance of pertussis in older adults: a growing case for reviewing vaccination strategy in the elderly. *Vaccine* 2012; 30: 6745–6752.
- [44] El Ahmer OR, Essery SD, Saadi AT, et al. The effect of cigarette smoke on adherence of respiratory pathogens to buccal epithelial cells. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 1999; 23: 27–36.
- [45] Torzsa P, Devadiga R, Tafalla M. Seroprevalence of *Bordetella pertussis* antibodies in adults in Hungary: results of an epidemiological cross-sectional study. *BMC Infect Dis.* 2017; 17: 242.

(Torzsa Péter dr.,

Budapest, Kútvolgyi út 4., 1125

e-mail: torzsa.peter@med.semmelweis-univ.hu)

Ez a kézirat az alábbi eredeti közlemény – tartalmában kismértékben kiegészített – magyar nyelvű fordítása:

Torzsa P, Devadiga R, Tafalla M. Seroprevalence of *Bordetella pertussis* antibodies in adults in Hungary: results of an epidemiological cross-sectional study. *BMC Infect Dis.* 2017; 17(1):242. Doi: 10.1186/s12879-017-2356-2.

Létölthető: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-017-2356-2>, Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>) alapján Copyright © The Author(s). 2017.