

# TETANUS 2) ZÁHADY TETANU

HOVORME  
O VEDE 57)

Tetanus, keď vypukne, je bezpochyby strašné ochorenie. Časť ľudí, ktorí váhajú s očkovaním, sa vo svetle týchto a podobných faktov necháva očkovať aspoň proti tetanu. Avšak pre úplnosť pohľadu treba prediskutovať aj početné nejasnosti a záhady, ktoré obklopujú tetanus.

Baktéria  
*Clostridium*  
tetani

## TETANUS Z ODRENÍN?

Ako sme uviedli v minulej časti, ochorenie na tetanus spôsobuje výhradne toxín, ktorý produkujú tetanové klostrídie – baktérie, ktoré sa kontaminovaným zranením dostanú do prostredia organizmu. [1] [2] Avšak aj táto na prvý pohľad jednoduchá a zrozumiteľná informácia je obklopená kontroverziami.

Typicky ide o hlboké špinavé zranenie, pričom nutnou podmienkou infekcie je narušenie kožného krytu. Klostrídie totiž dokážu klíčiť iba v anaeróbnom prostredí (bez prístupu kyslíka), nie na povrchu pokožky, a samy osebe nedokážu prekonať kožný kryt. [2] [1] [3] Tieto fakty zrejme viedli napríklad českého lekára MUDr. Jana Vavrečku, PhD., ku konštatovaniu: „Tetanovka je na odreniny totálne zbytočná. Z odretého kolena ešte snáď v histórii medicíny nikto nikdy tetanus nedostal.“ [4] Napodiv, týmto výrokom si vyslúžil výsmech istej facebookovej komunity (spravovanej zväčša lekármi), ktorá sa odvolala na štúdiu z Kalifornie, kde sa v tabuľke uvádzajú 4 prípady tetanu po „odreninách“ za 6 rokov (na asi 37 miliónov obyvateľov) [6] a na štúdiu z USA z rokov 1998 až 2000, kde sa uvádza 8 prípadov tetanu z „odreniny“. [7] MUDr. Vavrečka vo svojej odpovedi poukázal na niekoľko zaujímavých okolností. Ako prvý nastolil otázku, čo všetko sa môže skrývať pod anglickým pojmom *abrasion* – mohlo by totiž ísť aj o rozsiahlejšie povrchové rany, kde by napríklad hrubšie zrazeniny – krusty mohli vytvoriť anaeróbne prostredie vhodné na klíčenie tetanových spór. V súvislosti s výskytom tetanu by pravdepodobne išlo skôr o takéto typy „odrenín“ a nie o malé povrchové ranky, ktoré si bežne predstavíme pod pojmom „odrenina“.

Ďalší fakt je ešte zaujímavejší: podľa tej istej tabuľky ochorelo na tetanus 12 ľudí bez akéhokoľvek známeho poranenia. V inej literatúre sa uvádza, že až v 30 percentách prípadov tetanu nie je známe miesto vstupu. [3] Ak teda v toľkých prí-

padoch nevieme rozlíšiť príčinu tetanu, potom na pozadí miliárd odrenín, ktoré každoročne vznikajú v 300-miliónovom štáte, nemôžeme s istotou zistiť, či v prípade takého raritného ochorenia, akým je tetanus, odrenina u toho-ktorého pacienta bola príčinou alebo (skôr) len celkom nesúvisiacim náhodným javom.

Polemiku na tému vstupných brán infekcie rozšírime ešte o niektoré poznámky americkej vládnej agentúry CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*). Podľa samotnej citovanej štúdie by sa menšie zranenie mohlo stať príčinou tetanu, ak pacient nevyhľadal lekársku pomoc alebo ak by sa rana náležite neošetrila. [7] Polemiku si zaslúži ešte jedna položka, ktorú CDC uvádza na zozname možných príčin tetanu – pomliaždeniny. [1] Pravdepodobne išlo o také pomliaždeniny, ktoré narušili kožný kryt. Tie, ktoré ho nenarušili, môžeme pokladať tiež len za náhodný a nesúvisiaci jav. V opačnom prípade by sme totiž buď museli priznať, že tetanus bol chybnou diagnózou, alebo že mechanizmus vzniku tetanu stále nie je plne objasnený.

Pojednanie o príčinách tetanu zakončíme informáciou, že významná časť ochorení nastáva u používateľov intravenózných drog, napríklad až 40 percent v kalifornskej štatistike z rokov 1987 až 1997. [2]

## ZRIEDKAVOSŤ TETANU

Už v predošlých odstavcoch si mohol čitateľ všimnúť, že tetanus je mimoriadne zriedkavé ochorenie. V USA sa vyskytuje približne 30 prípadov za rok, čo pri 300 miliónoch obyvateľov znamená ročnú chorobnosť 1 ku 10 miliónom a úmrtnosť 1 ku 100 miliónom. [1] Keď vezmeme do úvahy, že ide o prakticky všadeprítomnú baktériu, s ktorou sa stretávame denno-denne, tak musíme priznať, že ochorenia sú veľkou raritou, najmä ak uvažíme, koľko drobných či väčších poranení neustále vzniká.

Zástancovia očkovania by tento fakt zrejme pripísali očkovaniu, avšak takéto vysvetlenie by bolo veľmi nedostatočné.

V sérologickom prieskume len 90 percent Američanov, ktorí navštívili urgentný príjem kvôli zraneniu, malo ochrannú hladinu protilátok. U seniorov (starších ako 70 rokov) je podiel imúnnych len 31 percent. Výskyt tetanu je síce u seniorov skutočne vyšší, ale aj tak je štatisticky veľmi malý z pohľadu tak veľkej neimúnnej populácie.

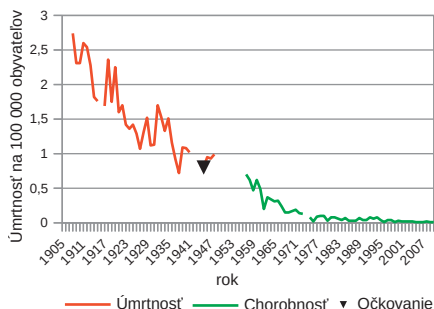
Spomedzi dospelých len 40 percent absolvovalo odporúčané preočkovanie v časovom rámci, ktorý je v USA stanovený na 10 rokov. Niektoré štatistiky sú ešte horšie. [2]

To znamená, že v USA museli byť rádovo desiatky miliónov ľudí, ktorí nemali ochrannú hladinu protilátok. Časť z nich po poranení nebola ani správne ošetrovaná, ani nedostali preočkovanie či pasívne protilátky. [1] V tejto chvíli nejde o hodnotenie účinnosti očkovania, k nemu sa ešte podrobnejšie vrátíme. Ide o samotný fakt, že výskyt tetanu bol aj za týchto okolností taký nízky. Toto si zaiste zaslúži chvíľu úžasu a potom aj hlbšie zamyslenie.

## HISTÓRIA

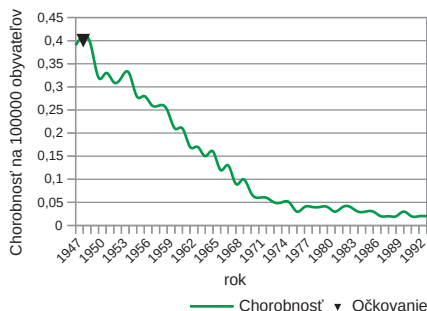
Aby sme pre naše zamyslenie mali viac informácií, vezmeme si obdobie pred zavedením očkovania. Počas prvej svetovej vojny sa vyskytlo 70 prípadov tetanu u pol milióna zranených vojakov (13,4 ochorení na 100 000). [1] [2] Medzi vojnové zranenia sa zrejme nepočítali škrabance, odreniny a iné menšie poranenia, ktoré v súčasnosti podoivo dezinfikujeme, prípadne nechávame čistiť a šiť na chirurgii. Skôr išlo o vážne zranenia, ktoré spôsobili oslabenie alebo vyradenie vojaka z bojovej činnosti (a možno len preto sa podchytili v nejakej štatistike). Prvá svetová vojna sa vyznačovala dlhodobými zákopovými bojmi pri slabej úrovni hygieny a logistiky, kde sa ešte masovo využívali kone (ktorých trus je významným zdrojom tetanových spór). Mohli by sme ju nazvať vojnou v blate. Za zmienku ešte stojí, že počas prvej svetovej vojny sa už začala používať pasívna imunizácia – hotové protilátky ako profylaxia pri zraneniach. [1]

Graf: Tetanus Austrália 1905 – 2010



Zdroj: *Bureau of Census and Statistics* [27] [28] (Údaje sú neúplné.)

Graf: Tetanus USA 1947 – 1993

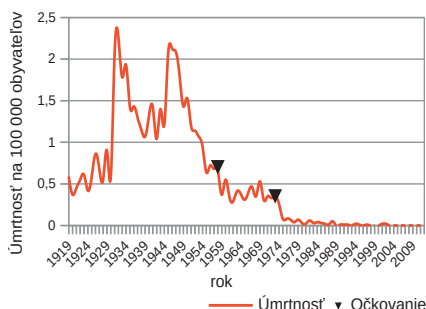


Zdroj: *Centers for Disease Control* [17] [18]

V druhej svetovej vojne sa uvádza výskyt tetanu u vojakov na úrovni 0,44 ochorení na 100 000. Tento pokles sa síce pripisuje zavedeniu očkovania vojakov, [1] avšak nemali by sme ignorovať ani celkom odlišný charakter bojov, ktoré sa vyznačovali údermi vysoko mobilných obrnených zoskupení a omnoho vyššou úrovňou zásobovacej i zdravotníckej logistiky.

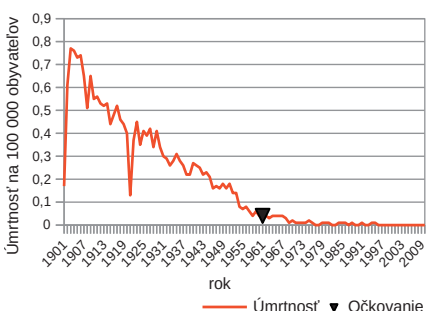
Ak chceme úplnejší pohľad, pozrime sa na celoštátne štatistiky. Z USA nám chýbajú údaje pred zavedením očkovania, preto nemáme presný obraz vývoja, avšak CDC uvádza, že od začiatku 20. storočia po štyridsiate roky tetanus výrazne ustúpil. Ak teda uvážime, že sa s plošným očkovaním detí začalo až koncom štyridsiatych rokov, [1] ústup tetanu v tomto období musel súvisieť s inými faktormi, a to pravdepodobne s tými, ktoré by sme mohli zhrnúť ako „zmenu životnej úrovne a životného štýlu“. Údaje z niektorých krajín to potvrdzujú. Česká republika zaznamenala kolísavý vývoj a celkovo ústup tetanu pred zavede-

Graf: Tetanus ČR 1919 – 2012



Zdroj: Český statistický úřad, Ministerstvo zdravotníctví ČR [22 – 26]

Graf: Tetanus Anglicko a Wales 1901 – 2010



Zdroj: *Office for National Statistics* [19] [20] [21]

ním očkovania, pričom po mimoriadnom preočkovaní dospelých v rokoch 1973 až 1975 vymizla aj zvyšková úmrtnosť, ktorá dovtedy predstavovala cca 3 až 4 úmrtia na milión obyvateľov.

## OČKOVANIE A PREEČKOVANIE

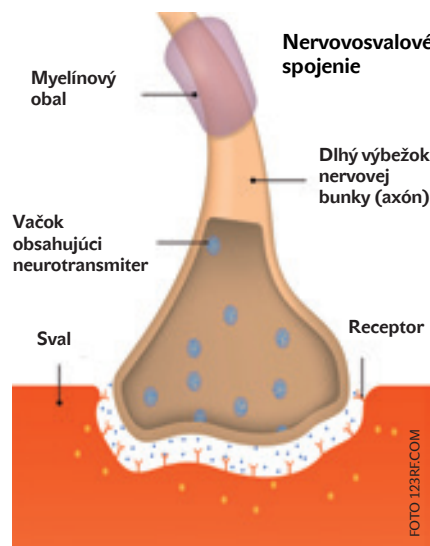
Tetanovú vakcínu objavili v roku 1924 a pozostáva z tetanového toxoidu (toxínu, ktorý sa inaktivoval formaldehydom), ktorý sa viaže na hliníkový nosič, aby vyvolal imunitnú odozvu. Vakcína neobsahuje časti baktérie a jej cieľom je iba vytvoriť protilátky proti samotnému toxínu (tetanospazmínu). Ak nastane poranenie a tetanové klostrídie v rane začínajú produkovať svoj nebezpečný toxín, protilátky by mali toxín zneškodniť a zabrániť tak vypuknutiu ochorenia. [1]

Zvyčajne sa očkuje kombinovanými vakcínami, a to minimálne záškrt + tetanus. Základné očkovanie tromi dávkami prebieha už u dojčiat, na Slovensku v rámci hexavakcíny. Pokračuje sa posilňovacími (booster)

dávkami [1], a to u detí po završení 5 a 12 rokov a u dospelých potom až do smrti.

Cieľom preočkovania je udržovanie ochrannej hladiny protilátok, avšak jeho dopad na prevenciu ochorenia nie je priamočiar a je predmetom diskusie. Znížuje síce riziko ochorenia, avšak to je tak či tak veľmi zriedkavé u ľudí, ktorí absolvovali aspoň základné očkovanie, ktoré samo osebe môže vyvolať aj doživotnú imunitu. [1] [2]

Pravidelné preočkovanie so sebou prináša aj riziká – ak má človek ešte vysokú hladinu protilátok a dostane (či už pri úraze alebo v rámci pravidelného preočkovania) ďalšiu dávku vakcíny, v zriedkavých prípadoch nastáva veľmi vážna alergická hypersenzitívna reakcia typu III (známa ako Arthus reakcia). CDC napriek tomu odporúča pre dospelých preočkovanie každých 10 rokov, pretože po tomto čase u niektorých ľudí klesne hladina protilátok pod ochrannú úroveň. [1] [2] Na Slovensku sa od takejto schémy upustilo a od roku 2009 sa prešlo na 15-ročnú schému, ktorá je o niečo opatrnejšia z hľadiska nežiaducich účinkov. Tieto a ďalšie rozdiely v očkovacích programoch znovu ukazujú, že dostupné údaje sa dajú vyhodnotiť rôznym spôsobom, a že poznanie stále nie je úplné.



## ZDROJE

[1] Centers for Disease Control and Prevention. *Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases*. Atkinson W, Wolfe S, Hamborsky J, eds. 13th ed. Washington DC: Public Health Foundation 2015. Chapter 21. Tetanus RHEE, P. – NUNLEY, M. K. – DEMETRIADES, D. et al: Tetanus and trauma: a review and recommendations. *J Trauma*. 2005 May;58(5):1082-8. PMID: 15920431

[3] FARRAR, J. J. – YEN, L. M. – COOK, T. et al: Tetanus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2000 Sep;69(3):292-301. PMID: 10945801. PMID: PMC1737078. DOI: 10.1136/jnnp.69.3.292

[4] VAVREČKA, J.: Očkování proti tetanu a jeho otazníky. *Vitalia.cz* 26.4.2013

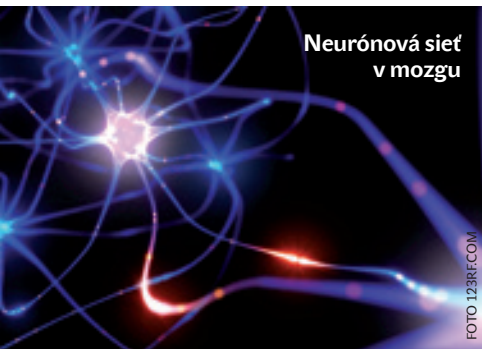
[5] VAVREČKA, J.: Tetanus v USA – i po odřeních. *Vitalia.cz* 24.5.2016

[6] YEN, C. et al: Missed opportunities for tetanus postexposure prophylaxis--California, January 2008-March 2014. *MMWR Morb Mortal*

*Wkly Rep*. 2015 Mar 13;64(9):243-6. PMID: 25763876. PMID: PMC5779607

[7] PASCUAL, F. B. et al: Tetanus surveillance--United States, 1998--2000. *MMWR Surveill Summ*. 2003 Jun 20;52(3):1-8. PMID: 12825541

[8] JANOUT, V. – MATOUŠKOVÁ, I. – POVOVÁ, J.: Epidemiologie tetanu a problémy imunity. Ústav preventívneho lékařství LF UP Olomouc, Ústav epidemiologie a OVZ LF OU Ostrava. Prezentácia, 5.11.2013



## PRIRODZENÁ ODOLNOSŤ

Proponenti očkovania zvyčajne uvádzajú, že prekonaním tetanu nevzniká imunita; toxín je mimoriadne silný a jeho dávka, ktorá vyvoláva ochorenie, je stále príliš malá na to, aby vyvolala tvorbu špecifických protilátok. [1]

Toto je síce pravda, avšak iba polovičná – prirodzená imunita proti tetanu totiž existuje. Nezískava sa však prekonaním tetanu, ale prehltnutím tetanových spór, ich pomnožením a dlhodobším pôsobením v črevách človeka, kde sa s nimi a s toxínom oboznámi aj imunitný systém.

Už v minulých častiach sme uviedli, že značná časť ľudí pracujúcich v poľnohospodárstve má v črevách baktérie *C. tetani*. Aj výskyt prirodzenej odolnosti výrazne súvisí so sociálno-ekonomickými ukazovateľmi, pričom vo vyspelých krajinách je prirodzená odolnosť zriedkavá, zatiaľ čo v rozvojových krajinách ju môže nadobudnúť až 90 percent obyvateľstva, zrejme kvôli nízkej úrovni hygieny a častému kontaktu s hlinou. V týchto krajinách je zároveň výskyt tetanu oveľa nižší než by sa dalo čakať z hľadiska na nízku úroveň starostlivosti o zranenia a nízku očkovanosť. [8 – 10] Tento poznatok je zaujímavý a má takmer poetický nádych – dalo by sa povedať, že ľudia úzko spätí s pôdou sú voči ochoreniu do istej miery chránení, zatiaľ čo ľudia

odtrhnutí od zeme o túto ochranu prišli a snažia sa ju získať umelo – očkovaním.

## ZÁHADNÝ TOXÍN

Kolekciu záhad uzavrieme samotným tetanospazmóm. Tento mocný neurotoxín, ktorý vyvoláva ochorenie na tetanus, sa dostane do nervového zakončenia a jeho aktívne jadro sa potom presúva vnútri motorických nervov pomocou retrográdneho transportu do centrálnej nervovej sústavy (CNS) rýchlosťou 3 až 13 mm/h. [11] [12] Zrejme z tohto dôvodu rozvoj tetanu nastáva tým rýchlejšie, čím bližšie k CNS sa vyskytlo vstupné poranenie, a tým býva zároveň priebeh závažnejší. [1] [3]

Toxín pôsobí vnútri neurónov niekoľko týždňov a blokuje uvoľňovanie kyseliny gama-aminomaslovej (GABA z angl. *gamma-aminobutyric acid*) v nervových zápojoch (synapsách), čím spôsobuje kŕče. Vzhľadom na to, aký silný a trvalý je jeho účinok, nie je ešte plne objasnené, akým mechanizmom nastáva obnovenie funkcie. [11] [12]

Toxín je vo vnútri nervového vlákna chránený pred pôsobením protilátok. [11] [12] Týmto sa dá napríklad vysvetliť aj smrteľný prípad tetanu u človeka, ktorý mal hladinu protilátok 16-krát vyššiu, než sa považuje za ochrannú – miesto infekcie bolo zrejme blízko nervového vlákna a protilátky nemohli zabrániť toxínu v jeho činnosti. [13]

Aj pôvod toxínu je tajomný; nie všetky kmene *C. tetani* sú toxigénne (schopné produkovať toxín); iba niektoré kmene totiž obsahujú príslušný gén. [3] [14] Nie je známa žiadna funkcia, pre ktorú by klostrídie potrebovali toxín, a tak je zvláštne, že ho vyprodukujú až do 5 – 10 percent svojej hmotnosti. To, že táto mo-

lekula je pre cicavce toxická, je zrejme anomália v prírode, resp. náhoda. [15] Čitateľ si možno spomenie na viacerom paralele so záškrtom a ponúka sa aj možnosť obdobného vysvetlenia – že produkcia toxického molekuly je dôsledkom biologickej nehody (pozri *Dieta 6 – 7/2015*). [16]

## ZÁVER

Ak vezmeme do úvahy, že tetanové klostrídie sú prakticky všadeprítomné (v pôde, prachu, tráviacej sústave zvierat a dokonca ľudí) a uvážime množstvo zranení, ktoré ľudia ročne utrpia, je veľmi pozoruhodné, že výskyt tetanu je štatisticky blízky nule. Historicky úmrtnosť klesla prevažne už pred zavedením očkovania so zmenami spôsobu života. Napriek tomu tetanus ostáva strašiacom z dôvodu jeho vysokej smrtnosti.

Tetanový toxín, jeho funkcia a príčiny vzniku sú záhadou. Tetanová vakcína pozostáva z inaktivovaného toxínu (toxoidu) a má za úlohu vytvoriť protilátky, ktoré majú zniesť tento toxín v prípade, že sa tetanové spóry dostanú do prostredia tela a začnú toxín produkovať. Ako uvádza CDC: „Účinnosť toxoidu sa nikdy neskúmala vo vakcínovej skúške. Z ochranných úrovní antitoxínu sa dá odvodiť, že úplná očkovačská séria má klinickú účinnosť takmer 100 percent; prípady tetanu u plne očkovaných osôb, ktoré dostali dávku naposledy v rámci posledných 10 rokov, sú extrémne zriedkavé.“ [1]

Z dostupných údajov teda môžeme usudzovať, že vakcína má ochranný účinok, no otázku ostáva účelnosť masového očkovania a preočkovania. Týmto témam, ako aj profylaxii a liečbe sa budeme viac venovať nabadúce.

Spracoval Mgr. Peter Tuhársky  
Iniciatíva pre uvedenie si rizík  
očkovania, o. z.

Uvedené názvy môžu byť ochrannými značkami ich oprávnených držiteľov.

- [9] TENBROECK, C. – BAUER, J. H.: Studies On The Relation Of Tetanus Bacilli In The Digestive Tract To Tetanus Antitoxin In The Blood. *J Exp Med.* 1923 Mar 31;37(4):479-89. PMID: 19868740. PMID: PMC2128370. DOI: 10.1084/jem.37.4.479
- [10] VERONESI, R. et al: New approaches on tetanus immunization: naturally acquired immunity. Preliminary report. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 1973 Nov-Dec;28(6):313-8. PMID: 4797502
- [11] ROPER, M. H. – VANDELAER, J. H.; GASSE, F. L.: Maternal and neonatal tetanus. *Lancet.* 2007 Dec 8;370(9603):1947-59. PMID: 17854885. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)61261-6
- [12] GOMES, A. P. et al: Clostridium tetani infections in newborn infants: a tetanus neonatorum review. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2011 Dec;23(4):484-91. PMID: 23949463
- [13] ABRAHAMIAN, F. M. et al: Fatal tetanus in a drug abuser with „protective“ antitetanus antibodies. *J Emerg Med.* 2000 Feb;18(2):189-93. PMID: 10699520
- [14] EISEL, U. et al: Tetanus toxin: primary structure, expression in *E. coli*, and homology with botulinum toxins. *EMBO J.* 1986 Oct;5(10):2495-502. PMID: 3536478. PMID: PMC1167145

- [15] TODAR, K. University of Wisconsin, Department of Bacteriology. Pathogenic Clostridia, including Botulism and Tetanus (page 3). *Todar's Online Textbook Of Bacteriology*, 2008-2012.
- [16] Staršie čísla časopisu *Dieta* sa dajú objednať u vydavateľa. Predošlé časti seriálu nájdete aj v archíve na stránke [www.dieta.sk](http://www.dieta.sk) alebo (od začiatku až po číslo 9/2015) zahrnuté v knihe TUHÁRSKÝ, P.: *Hovorme o očkovaní... a nebojme sa pýtať*. Sollertia, 2016. ISBN 978-80-969294-2-9
- [17] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Summary of notifiable diseases, United States, 1993. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 1994;42(53):i-xvii; 1-73. PMID: 9247368.
- [18] National Center for Health Statistics. Mortality Data -- Vital Statistics NCHS' Multiple Cause of Death Data, 1959-2015.
- [19] The 20th Century Mortality Files, 1901-2000. Reference tables. Number of deaths by sex, age group and underlying cause, 2011. Office for National Statistics.
- [20] The 21st Century Mortality Files, 2001-2010. Reference tables. Deaths Dataset.
- [21] Health Protection Agency / Public Health England. Measles notifications and deaths in England and Wales, 1940-2013.

- [22] Pohyb obyvateľstva v Českých zemích 1785-2013, relativní údaje 2.6.2014. Obyvateľstvo - roční časové řady. Český statistický úřad, Na padesátém 81, 100 82 Praha 10.
- [23] Demografické ročenky (pramenná díla). 1949 – 1930; 1969 – 1950; 1989 – 1970; 2009 – 1990; 2010 – 2018. Český statistický úřad, Na padesátém 81, 100 82 Praha 10.
- [24] Zemřelí podle podrobného seznamu příčin smrti, pohlaví a věku v ČR (období 1919-1930; 1931-1940; 1941-1948; 1949-1957; 1958-1967; 1968-1978; 1979-1993; 1994-2004). Český statistický úřad, Na padesátém 81, 100 82 Praha 10. Zveřejněno dne: 4.1.2006
- [25] Přirozená měna obyvatelstva v zemích Koruny české v letech I.světové války 1914 až 1918. Český statistický úřad, Na padesátém 81, 100 82 Praha 10.
- [26] DOLEJŠÍ, V. et al: Československé zdravotnictví ve statistických údajích, 1948-1958. Ministerstvo zdravotnictví ČSSR, Zdravotnické aktuality, Státní zdravotnické nakladatelství, Praha, 1959.
- [27] Official Year Book of the Commonwealth of Australia. Commonwealth Bureau of Census and Statistics, Melbourne, 1908 – 1927; Canberra 1928 – 1976.
- [28] Year Book Australia. Australian Bureau of Statistics, Canberra. 1977 – 2012.