

UNIVERZITA KARLOVA
FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ
KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PREVENCE STŘEVNÍCH INFEKČÍ

PETRA HATAŠOVÁ

Vedoucí práce: PharmDr. Jana Urbánková Rathouská, Ph.D.

HRADEC KRÁLOVÉ, 2024

Poděkování

Velmi děkuji své vedoucí práce PharmDr. Janě Urbánkové Rathouské, Ph.D. za ochotu, vstřícnost při výběru tématu, rady a odborné vedení mé bakalářské práce. Poděkování si rovněž zaslouží má rodina za trpělivost a podporu během celé doby mého studia.

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

V Hradci Králové 2024

Petra Hatašová

Obsah

1. ABSTRAKT	8
2. ABSTRACT	9
3. ÚVOD	10
4. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE	11
5. FYZIOLOGIE TLUSTÉHO STŘEVA	12
5.1 Části tlustého střeva.....	12
5.1.1 Slepé střevo (intestinum caecum)	13
5.1.2 Vzestupný tračník (colon ascendens)	13
5.1.3 Příčný tračník (colon transversum).....	13
5.1.4 Sestupný tračník (colon descendens)	13
5.1.5 Esovitá klička (colon sigmoideum)	14
5.1.6 Konečník (rectum).....	14
5.2 Funkce tlustého střeva	14
5.2.1 Resorpce vody a elektrolytů	15
5.2.2 Střevní bakterie	15
5.2.3 Defekace	16
6. STŘEVNÍ INFEKCE A JEJICH PŮVODCI	17
6.1 Bakteriální původci.....	17
6.1.1 Escherichia coli	17
6.1.1.1 Klasifikace	18
6.1.1.2 Zdroj a přenos	19
6.1.1.3 Léčba	19
6.1.1.4 Prevence	19
6.1.2 Salmonella	19
6.1.2.1 Salmonella enteritidis	20
6.1.2.2 Salmonella typhi.....	22

6.1.3	Shigella	23
6.1.3.1	Klasifikace	24
6.1.3.2	Výskyt a onemocnění	24
6.1.3.3	Zdroj a přenos	25
6.1.3.4	Léčba	26
6.1.3.5	Prevence	26
6.1.4	Campylobacter	26
6.1.4.1	Klasifikace	26
6.1.4.2	Výskyt a onemocnění	27
6.1.4.3	Zdroj a přenos	28
6.1.4.4	Léčba	28
6.1.4.5	Prevence	28
6.1.5	Vibrio	28
6.1.5.1	Klasifikace	29
6.1.5.2	Výskyt a onemocnění	29
6.1.5.3	Zdroj a přenos	29
6.1.5.4	Léčba	30
6.1.5.5	Prevence	30
6.1.6	Clostridium difficile	30
6.1.6.1	Výskyt a onemocnění	31
6.1.6.2	Zdroj a přenos	31
6.1.6.3	Léčba	31
6.1.6.4	Prevence	32
6.1.7	Stafylococcus aureus	32
6.1.7.1	Výskyt a onemocnění	32
6.1.7.2	Zdroj a přenos	33
6.1.7.3	Léčba	33
6.1.7.4	Prevence	33
6.2	Viroví původci	34
6.2.1	Rotavirus	34
6.2.1.1	Výskyt a onemocnění	34

6.2.1.2	Zdroj a přenos.....	35
6.2.1.3	Léčba	35
6.2.1.4	Prevence	35
6.2.2	Norovirus.....	35
6.2.2.1	Výskyt a onemocnění	36
6.2.2.2	Zdroj a přenos	36
6.2.2.3	Léčba	37
6.2.2.4	Prevence	37
7.	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ STŘEVNÍ MIKROBIOM	38
7.1	Charakteristika střevního mikrobiomu	38
7.1.1	Vývoj osídlení lidského organismu mikrobiomem.....	38
7.1.2	Funkce střevního mikrobiomu	39
7.1.3	Složení lidského mikrobiomu.....	39
7.2	Očkování.....	40
7.2.1	Očkování proti břišnímu tyfu.....	41
7.2.2	Očkování proti choleře a enterotoxigenní E. coli.....	41
7.2.3	Očkování proti rotavirům	41
7.3	Stravování a pohyb.....	43
7.3.1	Tajemství špinavé kuchyně	43
7.3.2	Výživa pro správnou funkci mikrobiomu	44
7.3.2.1	Výživa kojenců a batolat	44
7.3.2.2	Výživa předškolních, školních dětí a mládeže.....	44
7.3.2.3	Výživa dospělých	45
7.3.2.4	Výživa ve stáří.....	46
7.3.3	Tipy pro bezpečné stravování	47
7.3.4	Pohyb.....	47
8.	ZÁVĚR.....	48
9.	POUŽITÉ ZKRATKY	49
10.	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	50

11. SEZNAM GRAFŮ	50
12. POUŽITÁ LITERATURA	51

1. ABSTRAKT

Cíl: Prevence střevních onemocnění je velmi důležitou a nedílnou součástí našeho života nejen v případě vycestování do zahraničí, ale i každodenně v našich domácnostech. Cílem práce je komplexně shrnout nejběžnější původce infekcí a poukázat na možnosti jejich prevence.

Hlavní poznatky: Existuje mnoho patogenů, které se liší v mnoha ohledech: nakažlivosti, léčbě, výskytu, způsobu vyvolání onemocnění, faktorech virulence atd. Bylo vyhledáno několik způsobů, jak předejít střevnímu onemocnění. Nejefektivnější je vakcinace u vybraných původců, která brání vážným následkům infekce. Rovněž se každým dnem setkáváme s přípravou jídla, což předpokládá určitá hygienická opatření. Vyvážená strava a pravidelný pohyb jsou klíčové pro správnou funkci a složení lidského mikrobiomu, který rovněž napomáhá v boji proti infekcím.

Závěry: Byly zjištěny informace o tlustém střevě. V rámci fyziologie tlustého střeva byly popsány jeho části a funkce. Dále byly souhrnně popsány jednotlivé střevní patogeny a jimi vyvolaná onemocnění. Nakonec byl vytvořen přehled možností preventivních opatření.

Klíčová slova: střevní infekce, mikroorganismy, prevence, mikrobiom, očkování

2. ABSTRACT

Background: Preventing intestinal diseases is a very important and integral part of our lives not only when traveling abroad, but also in our homes every day. The aim of this thesis is to comprehensively summarize the most common causes of infections and point out the possibilities of their prevention.

Main Findings: There are many pathogens that differ in many ways: infectivity, treatment, occurrence, mode of disease induction, virulence factors, etc. Several ways to prevent enteric disease have been explored. The most effective is vaccination against selected pathogens, which prevents serious consequences of infection. We also encounter food preparation every day, which implies certain hygienic measures. A balanced diet and regular exercise are key to the proper function and composition of the human microbiome, also helpful in the fight against infection.

Conclusions: Information on the colon was found. Within the physiology of the large intestine, its parts and functions were described. Furthermore, individual pathogens and the diseases caused by them were summarized. Finally, an overview of the possibilities of preventive measures was created.

Key words: enteric infections, microorganisms, prevention, microbiome, vaccination.

3. ÚVOD

Střevní infekce se široce vyskytují po celém světě. Průběh infekce se odvíjí od původce a rovněž hraje významnou roli stav střevního mikrobiomu jedince, bez kterého bychom nemohli existovat. Správná životospráva má rovněž vliv na průběh a závažnost onemocnění. U střevních infekcí dochází ke kolonizaci trávicího traktu takovými mikroorganismy, které se za patologických stavů výrazně pomnoží. Svým metabolismem a produkty jsou schopny poškodit tkáň a vyvolat příznaky infekčního onemocnění. [20]

Patogenita jednotlivých druhů mikrobů je variabilní, ovlivněna zdravotním stavem jedince a vlastnostmi daného mikroorganismu. Míra poškození makroorganismu je dána schopností invazivity a toxigenity mikroba. [10][20]

4. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

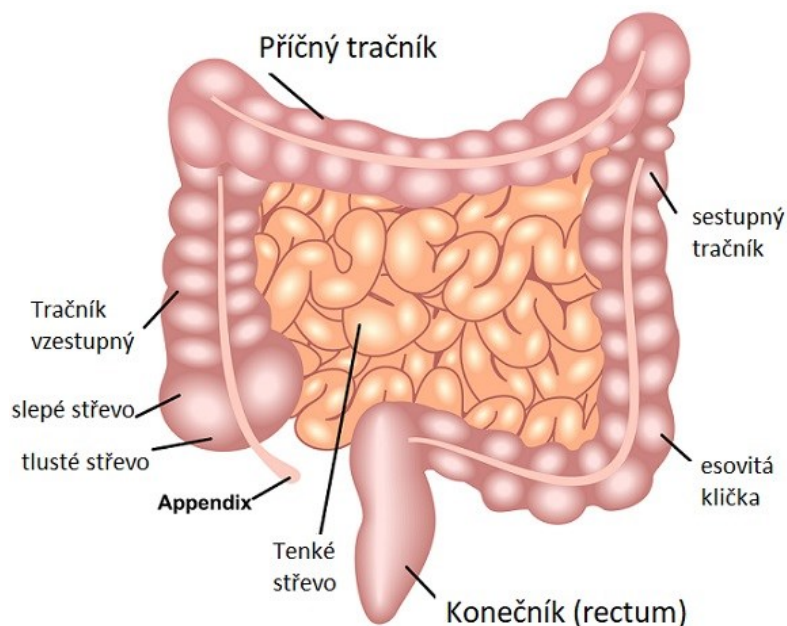
Hlavním cílem této práce je seznámit čtenáře se širokoúhlými informacemi, které se zabírají tématem střevních infekcí a jejich původců s následným přehledem, jak předejít těmto infekcím. Úvodním tématem je fyziologie tlustého střeva, která popisuje nejen jednotlivé oddíly, ale i nejdůležitější funkce střeva. Dále jsou probrána témata očkování, péče o střevní mikrobiom a způsoby dodržení hygienických postupů v každodenním životě.

5. FYZIOLOGIE TLUSTÉHO STŘEVA

Tlusté střevo (*intestinum crassum*) je konečnou částí trubicové trávicí soustavy. Tvoří zhruba 1,3 m dlouhý úsek a široký je od 7,5 cm do 4 cm. Zahrnuje tři hlavní oblasti – slepé střevo, tračník a konečník. Z tenkého střeva přijímá kašovitý až tekutý obsah tzv. chymus, ze kterého byly v tenkém střevě resorbovány živiny. Z chymu se v tlustém střevě vstřebávají elektrolyty, voda a tento obsah je přeměněn na hustší ve formě stolice. Následně je stolice z posledního úseku tlustého střeva (konečníku) odstraněna řitním otvorem. Z toho vyplývá, že stolice je zde upravena pro vstřebávání vody, zahuštění obsahu a dokončení trávení kvašením a hnitím zbytků potravy. Za produkci hlenu chránícího stěnu střeva před poškozením různými látkami, které jsou tvořeny při hnití bílkovin, kvašení cukrů a tuků, jsou zodpovědné hlenové žlázy střevní sliznice. Sliznice tlustého střeva je vnitřně vchlípena do hloubky a tvoří kryty. Na rozdíl od tenkého střeva netvoří klky. Dalším typickým znakem je výskyt pravidelných vyklenutí zevní stěny (*haustra coli*), vznikajících jako následek tahu tří podélných svazků zevní svaloviny označované jako *taeniae coli*. [3][4][8]

5.1 Části tlustého střeva

Tlusté střevo se skládá ze slepého střeva, tračníku vzestupného, přímého a sestupného, esovité kličky a konečníku. Jednotlivé části ukazuje Obrázek 1. [1]



Obrázek 1 - Části tlustého střeva, převzato z [25].

5.1.1 Slepé střevo (*intestinum caecum*)

Prvním oddílem tlustého střeva je slepé střevo, které je nejširší. Slepé střevo je vakovitá krátká část, spojující tenké střevo s tračníkem. Je dlouhé asi 7 cm a široké 6-7 cm. Tato část se nachází v pravé kyčelní jámě s ileocaekálním vyústěním na levém boku slepého střeva, tzv. červovitý výběžek (*appendix vermiformis*), který je navázaný na slepě zakončený dolní konec slepého střeva. Ve stěně *appendixu* se hojně nachází lymfatická tkáň. Dochází zde k častým zánětům zvanými *appendicitis*. Nejčastěji se dostává od slepého střeva do malé pánve, kam směřuje blíže k močovému měchýři nebo vaječníku, občas směřuje až pod játra nebo k pupku podél dvojité vrstvy peritonea, které spojuje tenké střevo s dutinou břišní tzv. *mezenteriem*. [1][2][3]

5.1.2 Vzestupný tračník (*colon ascendens*)

Tračník je nejdůležitější část tlustého střeva, která se dělí na 4 oddíly. První z nich je vzestupný tračník, který je přisedlý k zadní stěně břišní a z přední strany je kryt serózou. Je dlouhý 12 až 16 cm a užší než slepé střevo. Vede od slepého střeva po pravé straně horizontálně nahoru až k dolnímu okraji jater. Nepřítomnost nástěnného peritonea vychází z faktu, že tento úsek tračníku nemá prakticky *mesocolon*, a je tedy tak krátké, že zadní strana střeva přímo srůstá se zadní stěnou břišní dutiny. Tlusté střevo se pod játry ohýbá na levou stranu a přechází k přímému tračníku. [1][3]

5.1.3 Příčný tračník (*colon transversum*)

Příčný tračník probíhá přes břišní dutinu a stoupá do levého podžebří ke slezině, kde se zpětně otáčí dolů. V celém rozsahu je kryt serózou a v závěsu *mesocolon transversum* probíhají cévy. Délka činí 50 až 60 cm, což je zhruba dvojnásobek příčného rozměru dutiny břišní. Kvůli své délce visí prohnutě k dolnímu okraji. Levý úsek příčného tračníku je pohyblivější, protože *mesocolon transversum* je delší u levého úseku než u pravého. *Colon transversum* přichází do styku s mnoha orgány, směrem k hlavě s játry, žlučníkem, slezinou a žaludkem. Směrem k dolní části těla se stýká s kličkami tenkého střeva, v zadní části s pankreatem a duodenem. [1][3]

5.1.4 Sestupný tračník (*colon descendens*)

Sestupný tračník je z přední strany kryt pouze serózou a přisedá k zadní stěně břišní. Je poměrně úzký oproti příčnému tračníku a postupně se ještě více zužuje. Sestupný tračník je dlouhý 22 až 30 cm a úzký 4 cm. *Mesocolon* nemá, je široce srostlý se zadní stěnou tělní, tím pádem nástěnné peritoneum

přechází po bocích *colon descendens* v serózní povlak *colon*. V levé jámě kyčelní přechází plynule do esovité kličky. [1][3]

5.1.5 Esovítá klička (*colon sigmoideum*)

Esovítá klička se nachází v levé jámě kyčelní a může dosahovat až k pupku. Úsek dlouhý cca 30 až 40 cm, je také nejužší částí tlustého střeva o průměru 3,7 cm. Je celá kryta serózou se závěsem, *mesosigmoideum*. Esovítá klička přechází v konečník na hranici velké a malé pánve. Jedná se o tzv. *rectosigmoideum*. [1][3]

5.1.6 Konečník (*rectum*)

Konečník je poslední, okolo 12 cm dlouhý, úsek tlustého střeva uložený v pánvi, kde probíhá před křížovou kostí a ústí na povrch těla řitním (análním) otvorem. V tomto dlouhém úseku nejsou vytvořeny *haustra* ani *tenie*. Rektum se vyklenuje v pánevní dutině v rozšířenou část dutého orgánu tzv. *ampulla*. Sliznice této části tvoří tři příčné řasy. Přídavný svěrač rekta nepodléhající vůli je tvořen větší vrstvou hladké svaloviny, která se skládá ze střední řasy tzv. Kohlrauschovy řasy, která je největší. Dva svěrače jsou umístěny v zevním ústí análního kanálu, tedy v místě, kde konečník prostupuje svalovým dnem pánve. Zevní z obou svěračů se skládá z příčně pruhovaného svalstva a má z toho důvodu volní inervaci. Tento svěrač ovládá vyprazdňování střeva. Naopak vnitřní svěrač je složen z hladké svaloviny. Rektum přechází v dolní část, zvanou řitní kanál (*canalis analis*), která měří asi 4 cm. Sliznice análního kanálu je formována do podélných řas podmíněných žilními pleteněmi, prohlubeniny mezi nimi se jmenují anální sinusy. Anální kanál se otevírá jako řiť (*anus*). Ta je kryta tenkou kůží, jejíž přechod je ve sliznici rekta zubatý. Pohled zvenku ukazuje anus, který je vtažen a kůže tvoří řasy. [1][2][3]

5.2 Funkce tlustého střeva

Po dokončení chemického štěpení potravy v tenkém střevě, dochází ke vstřebání živin. Vznikne trávenina (částečně strávená a zkapalněná potrava), která prochází přes ileocekální chlopeň do slepého střeva a dále do jednotlivých tračníků. Vzestupný tračník přeměňuje tráveninu na polotuhou stolici, která se v tlustém střevě skladuje. Mnoho symbiotických (přátelských) bakterií se objevuje v tračniku. Tlusté střevo má několik hlavních funkcí, patří sem resorpce vody a elektrolytů, skladování střevního obsahu, tvorba a vylučování formované stolice a produkce vitamínu K. [4][8]

5.2.1 Resorpce vody a elektrolytů

Schopnost tlustého střeva resorbovat velké množství vody (okolo 90 % množství chymu přesunutého z tenkého střeva), se uplatňuje při formování stolice. Následuje vstřebávání Na^+ iontů sekundárně aktivním transportérem v tenkém i tlustém střevě a je stimulováno hormonálně pomocí aldosteronu. Přitom jsou uvolňovány K^+ ionty, v menším množství i HCO_3^- . Resorpce živin (cukrů, tuků a bílkovin) neprobíhá v tlustém střevě, nýbrž v tenkém. Enzym pohánějící vstřebávání sodíku je $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPáza}$ umístěna v enterocyty. Tato pumpa udržuje rozdíl koncentrací Na^+ a K^+ mezi intracelulárním a extracelulárním prostorem tak, že čerpá Na^+ z buňky a dostává K^+ do buňky. [6][8]

V gastrointestinálním traktu (GIT) se vstřebává okolo 9 l vody za den. Jedná se o 7 l vody z trávicích šťáv a zbytek vody z potravy. Mnohem méně se voda vstřebává v tračníku. Pohyb draslíku v tračníku je závislý na celkové potřebě organismu. Z toho vyplývá, že v tlustém střevě se reguluje jak sekrece K^+ řízena aldosteronem, tak resorpce K^+ . Ve střevě jsou HCO_3^- ionty nezbytné pro neutralizaci kyselých látek, které jsou uvolňovány působením střevních bakterií. HCO_3^- ionty jsou vylučovány výměnou za Cl^- . [6][8]

5.2.2 Střevní bakterie

Pár týdnů po narození dochází k osídlení střeva bakteriemi. Většina je tvořena anaerobními bakteriemi. Pouze 1 % zahrnuje aerobní *Escherichia coli*. U dospělých jedinců je výskyt bakterií $10^{11}\text{-}10^{12}$ v 1 ml obsahu tlustého střeva. Z důvodu kyselého pH v žaludku jako ochrany proti mikrobům se ve dvanáctníku nevyskytují téměř žádné bakterie. Hlavním úkolem střevních bakterií je přeměnit nestravitelné zbytky a nevstřebané sacharidy na vstřebatelné mastné kyseliny s kratším řetězcem a na plyny, např. CO_2 , CH_4 , H_2 . Pomocí jejich aktivity mohou produkovat vitamín K, komplexy vitamínu B - B_1 , B_3 a B_{12} . Bakterie lze dělit dle jejich účinku na hnilobné a kvasné. [7][8]

Mezi hnilobné bakterie patří *Proteus sp.* Činností těchto bakterií je produkce toxických látek z aminokyselin, jako je amoniak, sirovodík nebo indol. U zdravého člověka se tyto látky resorbují do portální krve, jsou vychytávány a následně detoxikovány v jaterních buňkách. V případě zhoršené funkce buněk nejsou toxiny dostatečně vychytávány a mohou prostupovat hematoencefalickou bariérou a způsobit vážné poškození mozku. [5]

Kvasné bakterie rozkládají menší množství nestravitelných látek (vláknina) a polysacharidy v lidské stravě, které se nevstřebaly v tenkém střevě.

Produktem těchto látek je alkohol, kyselina mléčná, mastné kyseliny o krátkém řetězci a metan. Kyseliny, které takto vznikly, snižují pH střevního obsahu a tím pádem blokují hnilobné reakce. Mezi kvasné bakterie se řadí *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*. Mastné kyseliny s kratším řetězcem fungují jako zdroj energie pro buňky sliznice tlustého střeva, působí ochranně proti zánětům sliznice a vzniku nádorových buněk. [5]

Střevní plyny jsou tvořeny z nestrávených a nevstřebaných cukrů činností bakterií. V tlustém střevě se produkuje asi 7-10 l střevních plynů denně. Téměř všechny se vstřebají, kromě zbývajících 600 ml. Do střeva přichází nejen bakteriální plyny, ale i spolykaný vzduch a plyny, které difundují z krve do GIT. Nadále se z velké části vstřebávají ze střeva do krve a následně jsou eliminovány plícemi. Plyny se tvoří třemi způsoby. Buď polknutím vzduchu, tvorbou bakteriemi tlustého střeva, nebo plyny difundují z krve do střeva. Malé množství, které se dostává do tlustého střeva, obsahuje dusík, většina spolykaného vzduchu je vstřebána v tenkém střevě. Z krve do střeva je uvolňován kyslík, oxid uhličitý a vodík. Malá část plynů uniká z těla ven. Za zvýšené uvolňování střevních plynů je zodpovědná jejich zvýšená produkce nebo zvýšená motorická aktivita střeva. [5][8]

5.2.3 Defekace

Zbytky potravy, které se nestrávily, se spolu s dalšími složkami stolice schraňují v esovité kličce a odtud jsou pomocí hromadné peristaltiky posouvány do konečníku několikrát za den. Po naplnění horní části konečníku střevním obsahem, dojde k podráždění mechanoreceptorů, což vede k nucení na stolicí. Samovolnému odchodu stolice zabraňují dva svěrače. Vnitřní a zevní anální svěrač. Rozdíl spočívá v ovládní vůlí. Vnitřní svěrač podléhá inervaci autonomním nervstvem, zatímco zevní je inervovaný somatomotorickými vlákny, tím pádem je ovladatelný vůlí. [6][8]

6. STŘEVNÍ INFEKCE A JEJICH PŮVODCI

6.1 Bakteriální původci

6.1.1 Escherichia coli

Bakterie je fakultativně anaerobní. To znamená, že je schopna růstu za přítomnosti i nepřítomnosti kyslíku, kdy vytváří z cukrů fermentativním metabolismem kyseliny, občas i plyn. Nemají oxidasu, ale katalasu ano. Z hlediska morfologie se jedná o gramnegativní, růžovočervenou tyčku z čeledi Enterobacteriaceae, která pod mikroskopem tvoří mohutné kratší tyčky. Lze ji kultivovat na široké škále půd typu krevní agar nebo Endův agar při teplotě 37°C. Struktura zahrnuje somatický, kapsulární a bičíkový antigen, díky kterému je pohyblivá. [9][10][11]

Běžně je nezbytnou součástí střevního mikrobiomu člověka, nejen u nás, ale i celosvětově. Její symbiotický účinek se podílí na produkci vitamínu K a zajišťuje eliminaci patogenních mikroorganismů ze střeva. Kromě toho se vyskytuje ve vodě a potravinách, kde je indikátorem fekálního znečištění. Významné druhy jsou podmíněně patogenní původci intestinálních onemocnění, která většinou vyvolávají jen některé jejich sérovary. Mimo střevo jsou v podstatě vždy patogenní. Často způsobují nebezpečná extraintestinální onemocnění, třeba močové infekce. Původce způsobuje gastrointestinální a systémové infekce, kterými mohou být nejen močové infekce, ale i meningitidy a sepse. U gastrointestinálních infekcí může být důležitá epidemiologická anamnéza (cestování), či profesionální anamnéza (práce s hospodářskými zvířaty). [9][10]

Extraintestinální patogen způsobuje močové infekce, pneumonie, infekce ran a sepse. Tyto infekce jsou často nosokomiální, což znamená, že se uplatňují jako komplikace u hospitalizovaných pacientů. Ve většině případů se jedná o endogenní infekce vlastními komensálními patogeny. Bakterie často zvýhodňují určité vlastnosti, jedná se o faktory virulence. Patří mezi ně fimbrie, pomocí kterých bakterie přilnou k buňkám, např. k epitelu močového měchýře. Dalším faktorem virulence je produkce hemolysinů, které umožňují bakteriím rozpad erytrocytů za uvolnění hemoglobinu, ze kterého siderofory odčerpávají ionty železa. [9]

Intestinální patogen je podmíněn adhesivními fimbriemi a tvorbou toxinů. Jedná se o podmíněně patogenní bakterie, které se uplatňují při porušení

rovnováhy střevního mikrobiomu, kdy je zastoupení jednotlivých druhů narušeno např. antibiotickou léčbou. Kmeny mohou být toxigenní i netoxigenní a vyvolávají různými mechanismy řadu onemocnění. [9]

6.1.1.1 Klasifikace

Kmeny *Escherichia coli* mohou vyvolat různá onemocnění, dle mechanismu působení je můžeme dále rozdělit. Jedná se o enterotoxigenní *Escherichia coli* (ETEC), enteropatogenní *Escherichia coli* (EPEC), enteroinvazivní *Escherichia coli* (EIEC) a enterohemoragické *Escherichia coli* (EHEC). [9]

ETEC kmeny jsou neinvazivní. To znamená, že přímo nepronikají dovnitř organismu, nýbrž kolonizují na povrchu střevního epitelu. Mají zvláštní *pili*, kterými se vážou na specifické receptory buněk epitelu tenkého střeva. Vytváří 2 typy enterotoxinů (tepelně stabilní a tepelně labilní). Tepelně labilní účinkují obdobným mechanismem jako cholery enterotoxin tím, že aktivací adenylátcyklasy dochází k hypersekreci vody a elektrolytů. To se projeví vodnatým průjmům s možnými následky dehydratace. Vyvolávají průjmová onemocnění se zvracením u dospělých i dětí, kteří přicestovali z vyspělé země do země rozvojové. V těchto zemích jsou ETEC nejčastější bakteriální příčinou průjmů. Místní obyvatelé jsou většinou adaptováni na tento kmen, takže onemocnění probíhá obzvláště u cestovatelů z vyspělých zemí. [9][10][11]

EPEC kmeny neprodukují enterotoxiny, ale jsou schopny vazby na povrch buněk epitelu tlustého střeva prostřednictvím antigenních adhesinů. Nepronikají do buněk, ale způsobují charakteristické změny. Onemocnění se vyskytují u novorozenců, kojenců, atypicky u starších dětí. Jsou také označovány jako novorozenecké průjmy, které trvají dlouhodobě až chronicky. Kromě průjmů se objevuje horečka, úbytek váhy, někdy dehydratace vedoucí až ke smrti. Přenos je fekálně-orální cestou od nemocných dětí či zdravých dospělých. [9][10]

EIEC kmeny postihují obvykle dospělé a nemoc připomíná shigelozu, protože bakterie nemají bičíky, tím pádem jsou nepohyblivé. Obdobný je i mechanismus a průběh onemocnění. Kmeny pronikají do buněk střeva a zde se množí. Infekce se projevuje krvavými průjmy, podobně jako u shigelozy. [9][10][11]

EHEC kmeny jsou nejzávažnější. Produkují tzv. shiga-like toxin, jelikož je podobný toxinu produkovanému rodem *Shigella*. Infekční dávka je velmi malá.

Bakterie přilnou na epitelové buňky tlustého střeva, do kterých invadují a způsobí akutní zánětlivou reakci s poškozením tkáně, což se projevuje vodnatými průjmy s hemoragií jak u dětí, tak u dospělých. Častá je smrtelná komplikace hlavně u dětí do 5 let, kterou může být hemolyticko-uremický syndrom, při kterém bakterie pronikají do hlubších tkání a krevního oběhu. U nás se onemocnění vyskytuje pouze ojediněle. Zdrojem infekce je infikované a nedostatečně tepelně upravené hovězí maso, ale zdrojem může být i nepasterizované mléko a jiné potraviny. [9][10]

6.1.1.2 Zdroj a přenos

Zdrojem GIT infekcí je člověk, ať už nemocný nebo nosič. V EHEC případech mohou být zdrojem hospodářská zvířata (kozy, ovce, hovězí dobytek), nebo i divoká zvířata (daňci). Přímý přenos je obvykle fekálně-orální cestou, ale může být i nepřímý prostřednictvím kontaminovaných předmětů, potravin a vody. Mezi potraviny, které mohou být zdrojem patogenu, lze zařadit melouny, maso, klíčky, sýry, houby nebo nepasterizované mléko. Z toho důvodu u cestovatelů, kteří konzumují v cizí zemi místní stravu, může existovat teoretické riziko infekce kmenem ETEC s projevy cestovatelského průjmu. [10][11]

6.1.1.3 Léčba

Účinnou terapií infekcí vyvolaných *E. coli* jsou cefalosporiny první a druhé generace. Dalšími účinnými antibiotiky jsou fluorochinolony, chráněné peniciliny nebo kotrimoxazol. Zajímavostí je, že tato bakterie, jako jediná z čeledi Enterobacteriaceae, nevykazuje primární rezistenci k ampicilinu, avšak jejich počet postupně roste. [11]

6.1.1.4 Prevence

Mezi preventivní opatření řadíme dodržování osobní hygieny a důsledné dodržování hygienických opatření v potravinářské výrobě. Jak už bylo zmíněno, bakterie *E. coli* se mj. vyskytuje ve vodě, tím pádem je důležité zásobování kvalitní pitnou vodou. Vakcína DUKORAL kombinovaná s choleroovou vakcínou poskytuje krátkodobou ochranu před infekcí ETEC. [10]

6.1.2 Salmonella

Rod *Salmonella* patří do čeledi Enterobacteriaceae, což znamená, že mluvíme o gramnegativních bakteriích. Z hlediska potřeby kyslíku k životu se jedná o fakultativně anaerobní bakterie a jsou nesporeující. V porovnání

s *E. coli* je *Salmonella* o trochu delší a výrazně širší. Jako biochemické vlastnosti bakterie lze jmenovat produkci sirovodíku, fermentaci glukózy, maltózy, sorbitolu s tvorbou plynu, bakterie naopak neprodukuje indol a laktózu. Nenáročnost na životní prostředí zajišťuje kultivaci na běžně využívaných půdách. Na těchto půdách nemohou být odlišeny od ostatních enterobakterií, proto se využívají k zachycení selektivní a selektivně-diagnostické půdy. Typickými půdami jsou Endův agar, deoxycholát-citrátový agar, Salmonella-Shigella agar nebo Rambach agar. Složitá antigenní struktura bakterie se skládá ze somatického O (v buněčné stěně), povrchového Vi (typické pro *Salmonella typhi*) a bičíkového H (zajišťuje pohyblivost) antigenu. Na základě těchto povrchových antigenů se salmonely rozdělují do sérovarů. Některé sérovary mají svého speciálního hostitele, např. *S. gallinarum* má drůbež, *S. typhi* má člověka, ale jiní naopak vazbu na hostitele nemají (*S. enteritidis*). V jedné bakterii se může nacházet více somatických antigenů. V diagnostice se používá Kaufman-Whiteovo schéma založené na principu aglutinace se specifickou protilátkou proti tepelně stabilnímu O-antigenu a tepelně labilnímu H-antigenu. Oproti tomu *S. typhi* má navíc termolabilní Vi antigen, který překryje O-antigen, jež je součástí testovacího schématu. Existuje tzv. Forssmanův antigen, který se nachází u některých salmonel ve stěně. Diagnostika *S. typhi* se opírá o izolaci bakterií z krve a moči. Ze stolice se záchyt nemusí podařit, tudíž se jedná o falešně negativní výsledek. Za pozitivní výsledek je považována Widalova reakce, u které sérum reaguje i stokrát zředěné a hodnotí se, zda je pozitivní tělový i bičíkový antigen. [9][11][12][13]

Výskyt, přežívání a patogenita bakterií je závislá na jejich sérovaru. Pod mikroskopem jsou viditelné jednotlivě, ve dvojicích či v krátkých řetězcích. Obvykle se nacházejí ve vodě, v půdě nebo v odpadcích, kde mohou žít i několik let. Z prostředí a živočichů přecházejí do potravin, které kontaminují. Při narůstajících teplotách (65 °C) jsou inaktivovány, ale chlad a zmrazení nebrání jejich přežívání. Mezi faktory patogenity se řadí postranní řetězec O-antigenu, který blokuje fagocytózu a brání aktivaci komplementu alternativní cestou. Též sem spadá produkce cytotoxinů poškozujících buňky epitelu. Salmonely způsobují závažné alimentární infekce, hlavně průjmové onemocnění nazývané jako salmonelózy, břišní tyfus a paratyfus, hnisavá onemocnění různých orgánů a septické stavy. V těchto skupinách se liší epidemiologie, patogenezé a průběh onemocnění. [9][12][13]

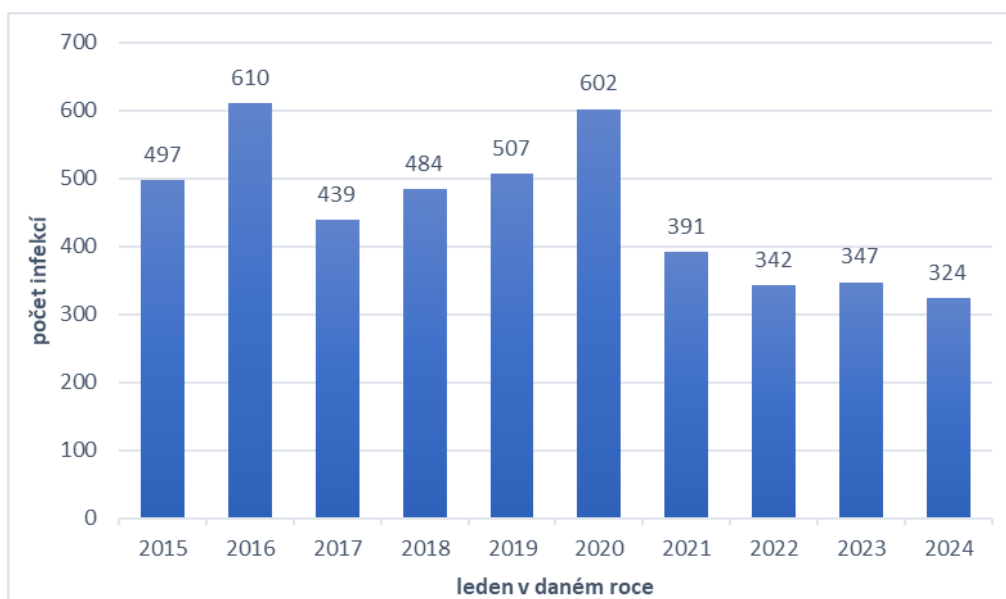
6.1.2.1 *Salmonella enteritidis*

Enteritické salmonely jsou neinvazivní původci salmonelózy. Nejběžněji se vyskytujícím sérovarem je *Enteritidis* následovaný řadou dalších. *S. enterica*

patří mezi nejčastější původce průjmových onemocnění na světě. Jedná se o skupinu primárně zoopatogenních salmonel. Onemocnění je hlášeno celoročně se zvýšeným výskytem během letních měsíců. [9][13]

Zvířecí rezervoár je typický pro tuto skupinu salmonel. Přenos onemocnění je fekálně-orální cestou prostřednictvím kontaminovaných potravin (kuřecí a vepřové maso, vejce). Řada zvířat, jako je prase, drůbež nebo skot jsou častým zdrojem nákazy. Výjimečně se zdrojem stává i člověk, který špatně dodržuje hygienické zásady nebo je v rekonvalescenci. Pro člověka je infekční dávka velká (10^5 - 10^8 buněk). K nákaze dochází spíše při konzumaci vajec než drůbežního masa, v porovnání s kamylobakteriózou. [13]

Gastroenteritida vyvolaná těmito původci má krátkou inkubační dobu, cca 6-48 hodin. Po požití bakterie odchází ze žaludku do tenkého střeva, následně pronikají do epitelových buněk (membránových a enterocytů) a makrofágů, kde se rozmnožují a vyvolají akutní zánět. Onemocnění probíhá bez velkých komplikací, ojediněle může nastat dehydratace, zánět tlustého střeva, selhání ledvin atd. Začíná náhle nechutenstvím a zvracením s projevy bolesti hlavy a horečkou. Následuje vodnatý průjem a křečovitá bolest břicha. Trvání nemoci je pár hodin až několik dnů. Většinou děti a starší osoby postihuje nemoc v důsledku dehydratace, salmonelové sepse. Existuje asymptomatická forma vznikající po požití malé infekční dávky, kdy bakterie projdou trávicím traktem a jsou eliminovány stolicí. Původce se dá zničit teplotou nad 70 °C, kyselým prostředím nebo dezinfekčními prostředky. Vývoj počtu případů salmonelóz ve stejném měsíci během let 2015-2024 zobrazuje Graf 1. [9][10][13]



Graf 1 - Výskyt hlášených salmonelových infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024. Vlastní sestavení grafu podle dat [29].

Léčba není komplikovaná, pouze symptomatická, spočívá v rehydrataci organismu. Pro překonání akutní fáze onemocnění je doporučeno užívat probiotické preparáty a dodržovat dietu. Antibiotika ve většině případech nejsou zapotřebí, jelikož jejich aplikace prodlužuje nosičství v GIT až o několik měsíců. Léčba léky je nutná u septických stavů a hnisavých ložisek. Prvořadá podpůrná léčba je podání tekutin, nejen vody, ale i soli a cukru. Existují speciální nápoje s vyváženou koncentrací složek, které nahradí ztrátu tekutin. [9][13][14]

Prevence spočívá v dodržování hygienických opatření v distribuci, skladování a prodeji potravin. Dále je důležité dodržování deseti zlatých pravidel k zabezpečení zdravotní nezávadnosti potravin či vakcinace chovů drůbeže. [10][14]

6.1.2.2 Salmonella typhi

Tyfózní salmonely jsou obzvláště invazivní původci závažného břišního tyfu a podobných onemocnění zvaných paratyfy. Jedná se o druh bakterie *Salmonella enterica* sérovar Typhi či Paratyphi. Typhi jsou velmi patogenní a způsobují závažné systémové infekce, naopak Paratyphi jsou méně závažné. Nazývají se jako primární antropogenní salmonely, to znamená že jejich hostitelem je člověk, který je také nakažen břišním tyfem či paratyfem. Původce tyfu je charakterizován výskytem O-antigenů typu 9 a 12, mikropouzdrného Vi antigenu a bičíkového H-antigenu typu d. Při diagnostice je potřeba odlišit břišní tyfus od skvrnitého, který má za původce *Rickettsia prowazeki*. Výhodou bakterií je schopnost přežít vyschnutí, mrazy, dlouhodobě přežívat ve vodě, mléce. Záruka zničení spočívá v dezinfekci a pasterizaci. [8][9][10][13]

Zdrojem onemocnění je nosič nebo nemocný člověk. Může to být i kontaminovaná voda, kde riziko představují země s nižší úrovní hygieny. V České republice (ČR) se tyfus prakticky nešíří. Většinou si onemocnění lidé přivezou při cestování do rizikových zemí. Endemicky se toto onemocnění vyskytuje v Asii (Vietnam, Čína, Pákistán, Indie) a v Africe. Infekční dávka je v porovnání se salmonelózou daleko nižší, zhruba 10^3 (v některých případech i 10^1). U neléčené nemoci může být úmrtnost až 20 %. Přenos je fekálně-orální cestou, prostřednictvím kontaminované vody nebo potravinami. [10][11][13]

Do organismu bakterie vniknou střevem a množí se v mezenterických lymfatických uzlinách. Odpověď organismu není tak výrazná, v porovnání se salmonelózou, dochází tedy ze začátku k zácpě. Inkubační doba trvá okolo 10 až 14 dní a následně bakterie cestují do krevního řečiště. Objevuje se dvoutýdenní horečnatý (septický) stav s bolestmi hlavy a svalstva. Připojuje se průjem s krvavou stolicí a růžové skvrny na kůži. Po několika týdnech nemoci

mohou nastat relapsy. Úmrtnost neléčeného tyfu bývá až 20 %. Tyfové salmonely žijí ve žlučových cestách a žlučníku, to vede k dlouhodobému (1 rok) někdy až celoživotnímu nosičství, které je zaznamenáno asi u 5 % pacientů po prodělané infekci. Kromě žlučníku se bakterie dostávají do jater, ledvin, kostní dřeně a sleziny. Pomocí žluči infikované patogeny putují opět do střeva. U paratyfu jakožto podoby tyfu je infekce daleko mírnější a v porovnání s tyfem je zde výskyt průjmu. [9][10][11][13]

V porovnání se salmonelózou se léčba břišního tyfu zaměřuje na užití antibiotik (ATB). V dřívější době byly preferovány fluorochinolony, ale s postupným zvyšováním rezistence na ATB se od nich upustilo. Dnes jsou používány hlavně cefalosporiny vyšších generací typu cefotaxim nebo ceftriaxon. Alternativou může být kotrimoxazol, azitromycin nebo ampicilin. U komplikovaných případů se předepisuje chloramfenikol. V případě septických onemocnění je nutno brát v potaz nebezpečné uvolňování většího množství endotoxinu s následkem endotoxinového šoku. Pacienti s bezpříznakovým nosičstvím zpravidla nereagují na antibiotickou léčbu, proto se doporučuje odstranit žlučník (cholecystektomie). Důvod je takový, že salmonely se usídlují ve žlučových cestách a následně se vylučují stolicí, tím pádem je takový člověk zdrojem infekce. [9][12][13]

Mezi preventivní opatření patří zvýšená hygiena, obzvláště při výjezdech do rozvojových zemí, zásobování kvalitní pitnou vodou, odborná likvidace odpadních vod. Při cestování do zemí s nižší hygienou se doporučuje očkování živou vakcínou obsahující deficientní mutanty salmonel. Více informací bude podrobně popsáno v kapitole očkování. Samozřejmostí je evidovat a sledovat nosiče. [10][11]

6.1.3 Shigella

Charakteristika rodu se vyznačuje fakultativně anaerobními bakteriemi, které netvoří spóry a jsou nepohyblivé. Jedná se o gramnegativní tyčky. Řadí se do čeledi Enterobacteriaceae a svými vlastnostmi jsou podobné *E. coli*, od které jsou špatně odlišitelné hybridizací DNA. Biochemické vlastnosti jsou také podobné, až na pohyblivost (*Escherichia coli* jsou pohyblivé). Shigely nezkašují laktózu, xylózu a netvoří z glukózy plyn, neprodukují sirovodík, nehydrolyzují ureu, neutilizují citrát jako zdroj uhlíku. Patogenita a antigenní struktura je rovněž odlišná, takže je vhodná k diagnostice sérologie. Jediná enteroinvazivní *E. coli* se podobá shigellám, nelze tedy diagnostikovat serologicky. Kultivace je daleko náročnější v porovnání s předchozími rody. Ideální pro kultivaci je deoxycholát-citrátový agar. Primárně se stanovují shigely

ve stolici či rektálním výtěru pomocí přímého průkazu v selektivních pomnožovacích tekutých půdách s následným vyočkováním na selektivní agary. Důležité je ověřit vznik bacilonosičství. [9][12][13]

6.1.3.1 Klasifikace

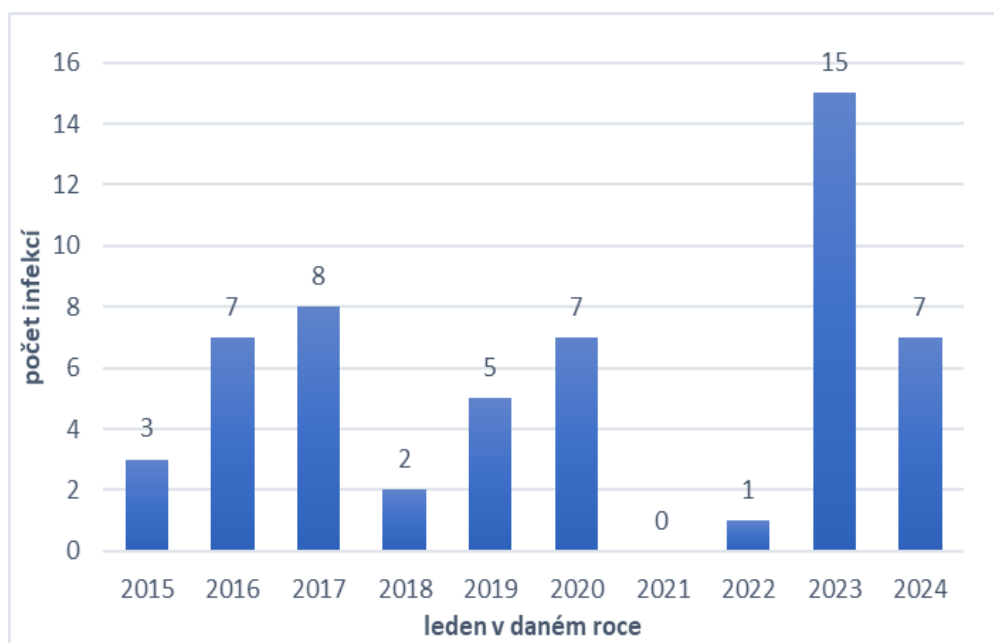
Rod se dělí do čtyř podskupin (A, B, C, D) na základě antigenních a biochemických vlastností. Podskupina A se nazývá *Shigella dysenteriae* zahrnující 12 sérotypů. Pro sérotyp 1 je typická produkce toxinu zvaného Shiga toxin, který se projevuje v patogenezi onemocnění. U bakterií je negativní manitol. Naproti tomu podskupina B fermentuje manitol a jedná se o *Shigella flexneri*. Podskupina C rovněž zkvašuje manitol a diferencuje se od B antigenní strukturou. Jmenuje se *Shigella boydii*. Jediný sérotyp má podskupina D, která opožděně fermentuje laktózu a označuje se *Shigella sonnei*. Tyto druhy se odlišují biochemicky obtížně, takže je můžeme typizovat pomocí O-antigenu. [11][12]

6.1.3.2 Výskyt a onemocnění

Shigely se běžně nacházejí v půdě, potravinách, ve vodě a v trávicím traktu zvířat. V kontaminovaných potravinách a prostředí přežívají velice špatně, mnohem lépe žijí ve vodě. Člověk a primáti jsou v podstatě jejich jedinými hostiteli. Z toho vyplývá odlišnost od salmonel, kdy shigely jsou hlavně lidskými patogeny. Jedná se o původce průjemových onemocnění, jako je bacilární dysentérie (úplavice), shigelóza. Úplavice je charakteristická velmi frekventním neovladatelným nucením na stolici. Kromě toho se vyskytuje slabost a horečka. Faktorem virulence je Shiga toxin, který je uvolňován z rozpadlých buněk *Shigella dysenteriae* sérovar 1. Jeho uplatnění se liší druhem zvířat, u myši jako neurotoxin, na kličce králičího střeva působí jako enterotoxin a na buněčných kulturách buněk Hela a Vero jako cytotoxin. Toxin proniklý do buněk tlustého střeva způsobí destrukci kapilár a fekální hemoragie. Ke množení shigell dochází v epitelu tlustého střeva, kde vzniknou vředy a nekrózy, uvolňuje se krev, hlen a hnis do stolice. Hlubší průnik do tkání je ojedinělý, zpravidla nedochází k bakterémii a systémovým onemocněním. EHEC tvoří blízce příbuzné toxiny Shiga toxinu. [9][11][13]

Bacilární úplavice (dysentérie) se projevuje křečemi břicha, slabostí, horečkou, frekventovaným neovladatelným nucením na stolici, průjmem, krví, hlenem a hnisem ve stolici. Může se vyskytnout i nauzea či zvracení, ale rizik dehydratace se není nutno obávat, v porovnání se salmonelózou. Po několika dnech odezní akutní fáze infekce a po ní může vzniknout nosičství. Infekční

dávka je oproti salmonelóze nízká. I přesto je výskyt shigelózy menší v porovnání se salmonelózou. Infekce nemá sezónní charakter a vyskytuje se celosvětově, hlavně v zemích s nízkým hygienickým standardem se infekce rychle šíří. Častý výskyt je v Africe (Egyptě) a ve Střední Americe. Výjimečně mohou být shigelly původci pneumonie a artritidy. Inkubační doba se pohybuje od několika hodin až po několik dní (1-3 dny). Onemocnění se vyskytuje u dětí (do 10 let), v dětských táborech, ubytovnách, ve zdravotnických a sociálních zařízeních. Graf 2 poukazuje na vývoj počtu případů shigelóz ve stejném měsíci během let 2015-2024. [9][10][11][13]



Graf 2 - Výskyt hlášených shigelových infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024. Vlastní sestavení grafu podle dat [29].

6.1.3.3 Zdroj a přenos

Zdrojem infekce je zpravidla nemocný člověk, ale může to být i rekonvalescentní nosič. Přenos je v našich podmínkách výhradně fekálně-orální, mezilidským kontaktem (znečištěnýma rukama), zřídka alimentární cestou pomocí kontaminované vody a potravin. V porovnání se salmonelózou je shigelóza čistě lidským patogenem bez zvířecích rezervoárů. Vektorem mohou být i mouchy. Nakažlivost trvá po dobu vylučování shigelóz stolicí. [9][10][11][13]

6.1.3.4 Léčba

U těžších případů léčba spočívá v aplikaci kotrimoxazolu, u antibiotické rezistence se případně podávají cefalosporiny třetí generace (cefotaxim, ceftriaxon) nebo azitromycin. Samozřejmě je doplnit tekutiny. [9][13]

6.1.3.5 Prevence

Preventivními opatřeními jsou zásobování kvalitní pitnou vodou, bezpečná likvidace odpadních vod, ochrana potravin před členovci, pravidelné mytí rukou. Vakcinace zatím neexistuje. [9][10]

6.1.4 *Campylobacter*

Kampylobaktery jsou nesporulující, nefermentující gramnegativní tenké tyčky s polárně lokalizovanými bičíky. Zpravidla jsou zahnuté, někdy mohou být až spirální. Mohou mít i kulovitý tvar v případě vystavení kyslíku nebo při nízkých teplotách kultur. Z pohledu potřeby kyslíku je řadíme do mikroaerofilních a kapnofilních bakterií. Dříve byly společně s helikobaktery pojmenovány jako mikroaerofilní vibria, a byly tak řazeny do společného rodu *Campylobacter*. Později se zjistilo, že mají odlišnou genetickou výbavu a byly rozděleny do dvou čeledí (*Campylobacteraceae* a *Helicobacteraceae*). Kmeny kampylobakterů tvoří enterotoxin, který se podobá choleroému toxinu, proto označení vibrio. Některé kmeny mohou také produkovat cytotoxin podobný Shiga toxinu. Proteinový a lipopolysacharidový antigen se nachází uvnitř cytoplazmatické membrány. Taky bičíkový protein je důležitý pro typizaci. Bakterie tvoří katalázu a oxidázu, neprodukuje indol, neoxiduje a nefermentuje cukry. Kampylobaktery jsou citlivé na vnější prostředí, proto je lepší na jejich záchyt transportovat biologický materiál v Amiesově nebo Stuartově půdě. Kultivace krve či likvoru se provádí na speciálních selektivních půdách s přidáním aktivního uhlí a krve. Často půdy obsahují i antibiotika, která potlačují kontaminaci střevními bakteriemi. Nejčastěji se využívá vankomycin nebo cefoperazon. Lze využívat čokoládový agar, Butzlerovo selektivní médium nebo selektivní médium s aktivním uhlím bez krve. Kultivuje se i stolice. Teplotní optimum pro bakterie je asi 42 °C. Z toho všeho vyplývá, že jsou růstově náročné. [9][11][13]

6.1.4.1 Klasifikace

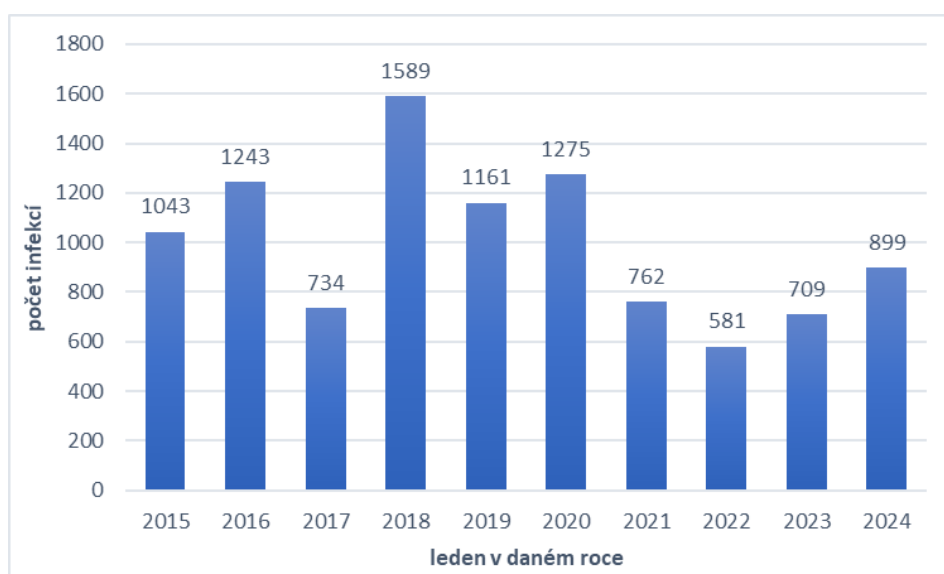
U člověka může původcem průjmových onemocnění být řada zástupců z rodu *Campylobacter*. Rozdělují se dle typu vyvolaného onemocnění na průjmové a systémové infekce. Nejdůležitějším lidským průjmovým patogenem

je *Campylobacter jejuni*. Dalšími druhy jsou *Campylobacter lari*, vyskytující se u mořských racků, *Campylobacter coli*, který je častý u prasat, a další. Do druhé skupiny řadíme *Campylobacter fetus*, jak už z názvu vyplývá, jedná se o původce potratů u hovězího dobytka. [11]

6.1.4.2 Výskyt a onemocnění

V přírodě jsou velmi rozšířeny. U teplotokrevných zvířat jsou bakterie složkami střevního traktu. Hostiteli mohou být ptáci, vepři, drůbež, hovězí dobytek a ovce, u nichž se vyskytují bez příznaků, ale mohou způsobit např. potrat dobytka. U drůbeže se vyskytují obzvláště *C. lari* a *C. jejuni*, u prasat *C. coli*. [10][12]

Onemocnění zvané kampylobakterióza je provázeno krvavým průjmem, horečkou, nauzeou a zvracením. Inkubační doba onemocnění se pohybuje mezi 1 a 7 dny. Infekční dávka je nízká, podobně jako u *S. typhi* okolo 10^3 mikroorganismů. Onemocnění přichází po požití kontaminované vody či potravy. Dojde ke zmnožení bakterií v tenkém střevě, kam proniknou do epitelu a způsobí zánět. Ten může zůstat v tenkém střevě nebo se dostane do krevního oběhu, kde způsobí systémové hořčnaté onemocnění. Infekce trvá 5 až 7 dní. Celosvětový výskyt onemocnění probíhá u všech věkových kategorií. V ČR v poslední době dochází ke zvýšenému nárůstu kampylobakterióz, které se vyskytují od května do srpna. Nárůst tohoto onemocnění je i v podobě cestovatelského průjmu. Nosičství je časté a obvykle netrvá déle než 6 týdnů. Vývoj počtu případů kampylobakterióz ve stejném měsíci během let 2015-2024 znázorňuje Graf 3. [10][12]



Graf 3 - Výskyt hlášených kampylobakterových infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024. Vlastní sestavení grafu podle dat [29].

6.1.4.3 Zdroj a přenos

Drůbež, kozy, ovce mláďata domácích zvířat jsou zdrojem infekce. Přenos může být fekálně-orální po kontaktu s nakaženými zvířaty, ale častěji se jedná o kontaminovanou potravu (drůbež) či vodu. Možným zdrojem je i nepasterizované mléko a výrobky z něho. [10]

6.1.4.4 Léčba

Léčba u průjmových typů je symptomatická (rehydratace, náhrada elektrolytů), u vážnějších případů se můžou podat antibiotika. Spíše antibiotickou léčbu potřebují pacienti se shigelovou gastroenteritidou než pacienti, kde je původcem *Campylobacter* či *Salmonella*. Systémové infekce vždy vyžadují antibiotickou léčbu. Nejčastěji se aplikují aminoglykosidy (gentamycin), chloramfenikol, makrolidy (azitromycin, klaritromycin) nebo tetracykliny. Přirozeně rezistentní jsou k cefalosporinům 1. a 2. generace a k penicilinům. [12][13][14]

6.1.4.5 Prevence

Důkladně tepelně upravené maso je základní prevencí. Infekce se vyskytují u rychlého stravování nebo v případě nedostatečně ohřáté potraviny v mikrovlnné troubě. [11]

6.1.5 Vibrio

Rod má více než 100 druhů. Čeledi Enterobacteriaceae a Pasteurellaceae sdílí mnoho charakteristik s klinicky významnými druhy *Vibria*. Jedná se o gramnegativní tyčinky, pomocí jednoho polárního bičíku jsou pohyblivé a nemají spóry. Bakterie jsou zpravidla krátké, rohlíčkovitě zahnuté, ojedinelé mohou být i přímé. V porovnání s Enterobacteriaceae se jedná o fakultativně anaerobní bakterie, které se liší od předcházejících druhů schopností žít a růst ve vysoké koncentraci soli NaCl (tzv. halofilní). Tato sůl se přidává do kultivačních půd (0,5 až 3 % NaCl). Dále se vyznačují fermentací glukosy, katalázová aktivita je pozitivní. Oddělení od úzce příbuzných enterobakterií spočívá v pozitivní oxidáze a redukci nitrátů. Pro *Vibria* je typický růst při pH 6,5-9, jsou tedy tzv. alkalofilní, přičemž se tento parametr využívá při diagnostice. Bičíkový antigen je pro všechny druhy společný, ale somatický se liší a je velmi důležitý pro sérotypizaci. *Vibrio cholerae* má skoro 100 antigenních skupin, které se odlišují. Skupina O1 a O139 způsobují endemickou cholera. Zbývající *Vibria* neaglutinují. Pro počáteční důkaz rodu *Vibrio* se provádí dvěma testy. Vibriostatický slouží k odlišení vibrí od pseudomonád

a aeromonád. String-testem se rozlišují opět vibria od aeromonád, a to sklíčkovým testem (kolonie smíchané s deoxycholátem sodným) za vzniku vláknů. Kultivace je nenáročná. Výtěr v pomnožovací peptonové alkalické vodě se naočkuje na základní i selektivní půdy (krevní agar, agar se žlučovými solemi, thiosíran-citrát-žluč-sacharosový agar). [9][11][12][13]

6.1.5.1 Klasifikace

Mezi klinicky nejvýznamnější druhy se řadí *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus* a *V. vulnificus*. Onemocnění člověka mohou vyvolat i jiné druhy jako jsou *V. mimicus*, *V. fluvialis*, *V. carchariae*. Na základě somatického antigenu se dají jednotlivé druhy vibrií členit do sérovarů. [13]

6.1.5.2 Výskyt a onemocnění

Vibria se přirozeně vyskytují ve vodách, v nádržích a vodních tocích, kde mohou dlouhodobě přežívat. *Vibrio cholerae* je původcem cholery. Toto onemocnění se vyskytuje hlavně v Indii a Číně. Bylo zavlečeno do ostatních kontinentů (Evropa, Amerika, Afrika i Austrálie). V dnešní době se v ČR vyskytuje cholera sporadicky. Inkubační doba je od 12 hodin do 5 dnů. Ve stolici přežívají až 3 týdny, v ledu až 2 měsíce, v potravinách a na předmětech dny až týdny. Infekční dávka je poměrně velká od 10^6 do 10^8 bakterií. Pacientovi se objevuje bolest v břiše, náhlé zvracení bez předchozí nevolnosti, intenzivní vodnatý průjem, který způsobí rychle dehydrataci, hypovolemický šok, svalové křeče, zástavu tvorby moči. Už v prvních dnech může dojít u těžkých případů ke smrti. Mikroby musí překonat kyselé pH v žaludku, aby vyvolaly cholera (10^8 bakterií). Následně proniknou do tenkého střeva, kde adherují k enterocytům a začnou tvořit enterotoxin zvaný cholera. Tento faktor virulence je tvořen dvěma podjednotkami, z nichž jedna aktivuje adenylátcyklázu, která produkuje cAMP s následkem masivního vylučování vody a iontů do střevního lumen. Úmrtnost klasické cholery bývala až 50 %. V poslední době se často vyskytuje biotyp El Tor projevující se mírnějšími symptomy. Tím pádem je úmrtnost daleko nižší (0-5 %). [10][11][13]

6.1.5.3 Zdroj a přenos

Nemocný člověk s cholerou a člověk s asymptomatickým průběhem jsou zdrojem infekce. Nakažlivost dále trvá ještě několik dní po uzdravení. Dlouhodobé nosičství se téměř nevyskytuje. Patogen se nachází u mořských živočichů (krevety, ústřice, krabi, některé ryby) žijících na pobřeží v odpadních vodách. Dalším zdrojem infekce je i syrová zelenina. Přenos je fekálně-orální,

z člověka na člověka hlavně v rozvojových zemích. Nepřímo se choroba šíří vodou využívanou k pití nebo k oplachování zeleniny či ovoce. [9][10]

6.1.5.4 Léčba

Kromě podpůrné terapie podávání vody a iontů je lepší k potlačení důsledků exotoxinu podat antibiotika, která nejen snižují tvorbu exotoxinu, ale také zkracují trvání průjmů. První volbou je doxycyklin, tetracyklin případně azitromycin a kotrimoxazol. [9][13]

6.1.5.5 Prevence

Základním hygienickým opatřením jsou zdroje nezávadné vody, při cestování do rizikových oblastí nezapomínat na kvalitu potravin a pití z místních zdrojů. Doporučuje se převaření vody. Dále oplachování zeleniny koupené na tržišti horkou vodou. Bakterie jsou citlivé na kyselé prostředí, dezinfekční prostředky a zvýšenou teplotu. Specifičtější prevencí je očkování, které může být aplikováno parenterálně nebo perorálně. Jednotlivé vakcíny se odlišují účinností, způsobem podání a vedlejšími účinky, ani jedna není zcela spolehlivá. [9][13]

6.1.6 Clostridium difficile

Je jedním druhem z rodu *Clostridium*. Bakterie jsou grampozitivní anaerobní tyčinky, které tvoří spóry. Ty jsou hodně odolné a mohou kontaminovat nemocnice a být příčinou exogenního původu infekce. Teplo snášejí špatně, což je výhodou pro prevenci alimentárních onemocnění. Dochází k poškození jejich lytického germinálního enzymu. Poškozené spory mohou vyklíčit v případě náhrady lysozymem. Tyčinky se mohou objevovat ve dvou formách: buď jako štíhlé, rovné tyčinky s menšími spory nebo jako robustní tyčinky s většími subterminálními sporami. Sklon k autolýze postihuje u některých buněk nejprve polární sporangium, poté může spora vypadat jako terminální. Endogenní původ infekce po podání antibiotik, kdy dojde k poškození bakteriálního mikrobiomu střeva a přirozené rezistence tohoto druhu k řadě antibiotik, vede k jeho pomnožení. Jedná se o nejčastější příčinu onemocnění vyvolanou *C. difficile*. Z biochemického hlediska bakterie kvasí mnoho sacharidů a z proteinů hydrolyzuje jen želatinu po 48 hodinách. Tvoří řadu enzymů, které degradují tkáň, např. heparinasu, proteasy, hyaluronidasu, kolagenasy. Typickým znakem je produkce enterotoxinu A a cytopatického toxinu B. Diagnostika v laboratoři se opírá o toxiny a kultivaci stolice. Toxiny se prokazují latexovou aglutinací. Anaerobní kultivace se dělá hlavně pro záchyt

kmene pro další epidemiologické analýzy. Diagnostickým znakem je zachycení pseudomembrán v rámci endoskopického průkazu. [9][12][13]

6.1.6.1 Výskyt a onemocnění

Bakterie se běžně nacházejí ve stolici větších dětí a kojenců (kolem 40 %). U dospělých lidí pouze 3 až 5 %. Existují 2 termolabilní toxiny, které se po rozpadu buněk objevují v prostředí. Toxin A je enterotoxin poškozující střevní epitelie a způsobující hromadění tekutin ve střevě. Infekce se projevuje vodnatým, případně mírně hemoragickým průjmem. Toxin B je nekrotizující cytotoxin. Na enterotoxin jsou citliví i hlodavci: králík, myš a křeček. [12][13]

Intoxikace způsobené *C. difficile* se průjmem ani teplotou u všech nemocných projevovat nemusí. U závažného průběhu nastává pseudomembranózní enterokolitida. Okolo 20 % tzv. postantibiotických průjmů je v souvislosti s klostridiovou infekcí. Výskyt onemocnění je celosvětový. Riziko je u pacientů s častějším užíváním antibiotik. Inkubační doba se pohybuje mezi 4 a 10 dny po zahájení antibiotické léčby. Typickým znakem je produkce hlenu, fibrinu a leukocytů v podobě šedých pseudomembrán. Projevy jsou vodnaté průjmy, někdy s příměsí krve a bolestmi břicha. Občas dojde k perforaci střeva, u které je úmrtnost až 10 %. [9][10][12]

6.1.6.2 Zdroj a přenos

Jediným zdrojem onemocnění je člověk. Přenos se liší u exogenních a endogenních vzniků infekce. Exogenně mohou být zprostředkovány rukama zdravotnického pracovníka, různými předměty nebo kontaminovanými nástroji. Endogenní infekce vznikají na podkladě imobility střev, poruchy slizniční imunity v GIT a antibiotické léčby (ampicilin, cefalosporiny, tetracykliny), kdy poté vzniká dysmikrobie.[9][10]

6.1.6.3 Léčba

Přerušit léčby antibiotiky, která zapříčinila střevní dysmikrobii. Rehydratovat pacienta a zahájit novou antibiotickou terapii. Volbou může být vankomycin, alternativou metronidazol. Tyto dvě látky lze v případě závažných infekcí kombinovat. Od zdravého dárce se může provést fekální transplantace pacientům s opakovanou infekcí. Aby se zabránilo relapsům, je nepostradatelnou součástí obnovení střevního mikrobiomu. [9][13]

6.1.6.4 Prevence

Kvalitní provádění dezinfekce a sterilizace zdravotnických zařízení je klíčovým opatřením pro prevenci infekce. Podávání probiotik během i po ATB léčbě. Samozřejmostí je racionální úvaha předepisování antibiotik. [10]

6.1.7 *Stafylococcus aureus*

Je nazýván také zlatým stafylokokem. Bakterie jsou charakterizovány jako grampozitivní koky, nevykonávající pohyb a netvořící spóry. V kultivačních půdách se vyskytují ve formě hroznů nebo se v biologickém materiálu nacházejí jednotlivě, ve dvojicích či ve shlucích nepravidelného tvaru. Odolnost vůči nepříznivým vlivům vnějšího prostředí zajišťuje lepší stabilitu bakteriím. Přežijí zahřátí po dobu 30 minut na 55 °C, vysychání, odolávají vyšší koncentraci NaCl a obsahu půd s 40 % žlučí. Z biochemického hlediska patří mezi neaktivnější bakteriální druhy. Produkují exoenzymy, toxiny a mnoho komplexních látek buněčné stěny, ze kterých řada působí jako faktory virulence. Antigenní struktura se skládá z polysacharidového pouzdra na povrchu buněk *S. aureus*, která chrání bakterie před reakcí s fagocyty, komplementem a protilátkami. U kmenů kapsulárních sérotypů 1 a 2 je opouzďení silnější. Většina kmenů je neopouzďená na pomnožovacích půdách, ojediněle jsou slabě vytvořená mikropouzdra. Dalšími složkami jsou aglutinogeny, stěnový protein A, který je vázán na peptidoglykan a chrání bakterie před fagocytózou a opsonizací, dále teichoové kyseliny, které fungují jako adhesiny, které umožňují vazbu na povrch buněk a na fibronektin v ranách. *S. aureus* se řadí do koaguláza pozitivních stafylokoků, čímž se dá spolehlivě odlišit od ostatních bakterií tohoto rodu. Diagnostika je zaměřena na mikroskopický a kultivační průkaz. Při transportu nevyžadují speciální požadavky. Na krevním agaru jsou patrné zóny hemolýzy. Pro průkaz enterotoxinů se provádí imunoprecipitace, latexová aglutinace či metoda ELISA. [9][12]

Enterotoxin je bazický protein odolný proti proteolytickým enzymům trávicího traktu. Půl hodiny je schopen odolávat účinkům varu. Syntéza je regulována plazmidovými a chromozomálními geny. Jsou přítomny v pěti antigenních typech A, B, C, D, E a třech subtypech C₁, C₂ a C₃. Nově byly objeveny i další typy G až U. Mohou být tvořeny samostatně nebo v kombinacích. [9][12]

6.1.7.1 Výskyt a onemocnění

Bakterie se běžně nachází ve vnějším prostředí v okolí zvířat a člověka. Po narození je jedinec kolonizován stafylokoky na peritoneu, kůži rukou

a sliznici dýchacího a trávicího systému. U 20 až 50 % osob lze identifikovat stafylokoky v horních cestách dýchacích. Nosičství zdravý organismus nepoškozuje, naopak působí jako dobrá odolnost proti infekcím. Infekce se vyskytuje po celém světě, ale v ČR zpravidla jen v epidemiích. [10][12]

Alimentární enterotoxikóza vzniká jako otrava po požití kontaminované potraviny, kdy působením bakterií vzniká enterotoxin. K vyvolání prvních příznaků poslouží malá dávka toxinu. Intoxikace se projevuje zvracením, bolestmi břicha, průjmem, celkovou slabostí a o pár hodin později vše odeznívá. Stolice je většinou vodnatá a někdy může obsahovat hlen. Jediným nebezpečím je dehydratace, která po delší době může vyústit ve svalové křeče, tachykardii, mírnou hypotermii a kolaps. Inkubační doba onemocnění je 1 až 6 hodin. Dalšími onemocněními způsobené koaguláza pozitivními stafylokoky jsou ranné infekce, impetigo, mastitida, pneumonie, toxin toxického šokového syndromu. [9][10][12]

6.1.7.2 Zdroj a přenos

Zdrojem infekce může být člověk, zdravý nosič nebo nemocný s otevřenou lézí. V nemocničním prostředí mohou být zdrojem nozokomiální infekce lůžkoviny, oděv, personál nebo dlouhodobě hospitalizovaní pacienti. Tato onemocnění získaná v nemocnicích jsou hodně nebezpečná. Jsou způsobená endemickými kmeny s rozsáhlou multirezistencí k ATB. Lokální epidemie probíhají na novorozeneckých odděleních, jednotkách intenzivní péče a odděleních imunosuprimovaných pacientů. Krávy a kozy nakažené hnisavou mastitidou mohou být ojediněle zdrojem onemocnění. Přenos je zpravidla zprostředkován kontaminovanými potravinami (zmrzlina, majonéza, masové a mléčné výrobky), jejichž uchování napomáhá k pomnožení mikroorganismů a tvorbě toxinů. Může být ale i vzdušnou cestou, přímým kontaktem nebo nepřímo. [9][10][12]

6.1.7.3 Léčba

Akutní fáze intoxikace trvá kolem 3 až 6 hodin. Téměř vždy příznaky do 24 hodin odezní a žádná farmakologická léčba není zapotřebí. U seniorů a nejmenších dětí může vzácně dojít k fatálním následkům, když se včas nezahájí rehydratace organismu. [12]

6.1.7.4 Prevence

Jedním z nejzásadnějších opatření je dodržování technologických postupů při výrobě a skladování potravin, čímž se myslí příprava jídla těsně před

konzumací, případně uchovávání při chladničkové teplotě 4°C. Vyškolený personál profesí v potravinářství a zásady osobní hygieny jsou nezbytnou součástí prevence. [10]

6.2 Viroví původci

6.2.1 Rotavirus

Rotaviry patří do čeledi Reoviridae. Často způsobují dětské průjmy. Jejich jádro obsahuje dvouvláknovou RNA s 11 segmenty. V elektronovém mikroskopu viry vypadají jako kola s loukotěmi, díky tomu vznikl i jejich název. Skládají se ze dvou kapsid. Zevní glykoproteinová vrstva kapsidy má uspořádány kapsomery cirkulárně, kdežto vnitřní radiálně. Vnější má hemaglutinační vlastnosti a obsahuje specifické antigeny. Na základě proteinů lze odlišit 7 skupin rotavirů (A až G). Skupina A a B se nejčastěji stanovuje u lidí. Ojedinele mohou onemocnění vyvolat rotaviry skupiny C. Z důvodu existence deseti sérotypů G a 8 sérotypů P může teoreticky jejich kombinací vzniknout 80 různých kmenů. Ovšem po celém světě převažují pouze čtyři kmeny. Rotaviry jsou termorezistentní do 50 °C, vzdorují nízkému pH, účinkům éteru, zmrazení, chloroformu. Dále mohou přežívat i na rukou a na různých předmětech. Skupinově specifický antigen nosí vnitřní kapsida. Lidské, hovězí, opičí a další druhy rotavirů jsou tříděny dle jejich přirozeného hostitele. Existují i druhy, které mohou nakazit širší okruh hostitelů, např. lidské rotaviry mohou infikovat telata, selata a opice. Pro diagnózu můžeme prokázat viry nebo jejich antigeny v nativní stolici prostřednictvím latexaglutinačních nebo imunochromatografických metod. ELISA metoda prokazuje antigen vázaný na monoklonální protilátku. Příčinu u akutních onemocnění není vhodné prokazovat serologicky přítomností protilátky. [12][15]

6.2.1.1 Výskyt a onemocnění

Výskyt onemocnění je po celém světě, ovšem problémem je hlavně v rozvojových zemích. Vysoce proočkované země (USA, Belgie, Finsko, Rakousko) mají obzvláště snížený počet rotavirových i průjmových infekcí. Nejvíce onemocnění se objevuje v zimních a jarních měsících. Jedná se o nejčastější původce akutních gastroenteritických nákaz u dětí do 5 let věku. Rotaviry vyvolávají epidemie většinou v kojeneckých ústavech nebo dětských domovech v počtu několika tisíc nákaz (v ČR). V prvních dnech života mají zpravidla kojenci asymptomatický průběh onemocnění. Rodiče nakažených dětí mohou mít symptomatický průběh. Infekční dávka se pohybuje v rozmezí 10^1 - 10^2 virových částic. Inkubační doba je mezi 1 a 3 dny. Ohrožení jsou hlavně

senioři a děti do 2 let věku. K úmrtím u nás nedochází. Opakované infekce se objevují často, avšak vylučování virů stolicí je pouze v prvních 3 dnech infekce. Viry se začínají množit ve vrchní vrstvě buněk střevní sliznice. Změní se permeabilita buněčných membrán, dochází k sekreci vody a ztrátě iontů. U pacientů se vyskytuje triáda příznaků (horečka, vodnatý průjem a zvracení). Ojedinele se ve stolici objevuje příměs krve a hlenu. [10][12][15]

6.2.1.2 Zdroj a přenos

Zdrojem onemocnění mohou být zvířata či lidé. Přenos je zprostředkován výhradně fekálně–orální cestou. K šíření může docházet i pomocí kontaminovaných potravin, vody nebo i vzdušnou cestou. Nedá se vyloučit ani kapénkový přenos. [10]

6.2.1.3 Léčba

Terapie spočívá výhradně v rehydrataci s doplněním ztracených iontů. Dále je nezbytné korigovat acidobazickou rovnováhu z důvodu udržení homeostázy. Aby se zabránilo poškození střevní sliznice, je velmi důležité obnovit výživu po jejím předchozím delším nedostatku. Z potravinových doplňků proti průjmu působí probiotika. Specifická protivirová terapie je prozatím ve fázi experimentu. [12][15]

6.2.1.4 Prevence

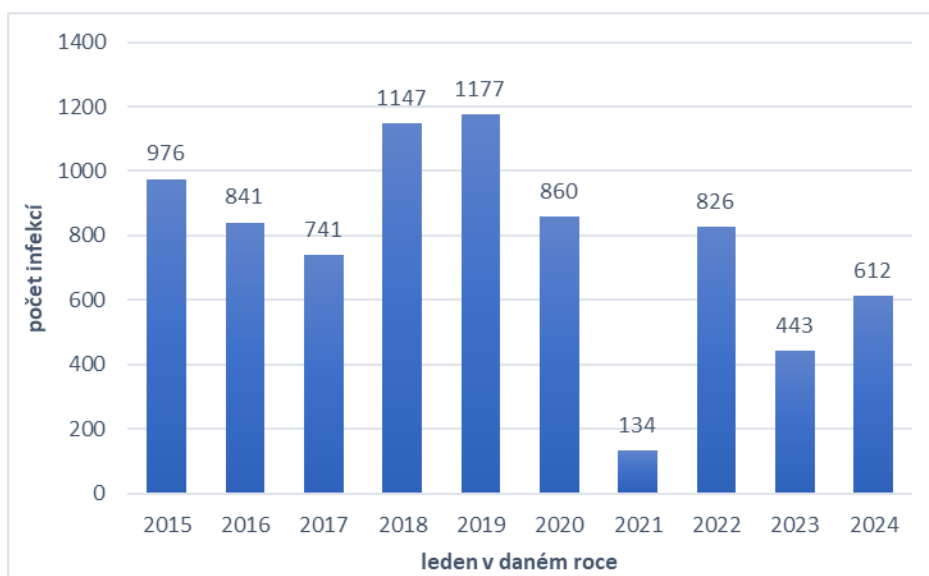
Důkladné mytí rukou a poté aplikování dezinfekce je základní prevencí. Mezi virucidní roztoky se řadí alkoholové přípravky. V nemocnicích se přistupuje k dekontaminaci povrchů a různých předmětů a dalším opatřením k předejití nozokomiálních nákaz. Očkování proti rotavirům působí proti nejvíce se vyskytujícím sérotypům. Je možné ho využít pro děti od 6 týdnů věku. [15]

6.2.2 Norovirus

Rody *Norovirus* a *Sapovirus* známé jako Norwalk virus a Sapporo virus se řadí do čeledi Caliciviridae. Tyto viry obsahují jednovláknovou RNA a jsou rezistentní vůči teplotám do 60 °C, kyselému prostředí a koncentracím chloru v plaveckých bazénech. Noroviry se liší v rámci tří podskupin a dvou sérotypů. Podskupina I zahrnuje Norwalk virus, podskupina II například virus Hawaii, Snow Mountain, Toronto a podskupina III způsobuje nemoci vepřů a hovězího dobytka. Pro diagnostiku je důležitý průkaz antigenů a nukleových kyselin pomocí metody PCR ve vzorku stolice nebo zvratků. [10][13][15]

6.2.2.1 Výskyt a onemocnění

Infekce se objevují celosvětově a ve většině zemí celoročně ve všech věkových skupinách. Výskyt kalicivirů je větší v populacích rozvojových zemí. Hromadná převaha je v léčebných zařízeních, školách, nemocnicích, na námořních lodích. Jsou značně významné v etiologii průjmů vedoucích k hospitalizaci. Inkubační doba se pohybuje kolem 1 až 3 dní, tedy stejně jako u rotavirů. Infekční dávka virů je malá, okolo 10-100 virionů. Původce gastroenteritid postihuje dospělé a starší děti. Mezi příznaky onemocnění patří žaludeční křeče, nauzea a průjem, který se objevuje současně se zvracením. Horečka zpravidla nebývá a pokud ano, tak mírná. Infekce noroviry většinou sama odezní v průběhu 1-2 dnů. Ovšem vylučování virů přetrvává 2 až 6 týdnů od začátku nákazy. Vznik chronických průjmů způsobujících malnutrici zatěžuje imunodeficientní osoby a vylučování mikrobů trvá týdny, někdy až roky. Onemocnění obvykle neohrožuje člověka na životě a není nutná hospitalizace. Graf 4 zobrazuje vývoj počtu případů virových střevních infekcí ve stejném měsíci během let 2015-2024. [10][13][15]



Graf 4 - Výskyt hlášených virových střevních infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024. Vlastní sestavení grafu podle dat [29].

6.2.2.2 Zdroj a přenos

Zdrojem onemocnění mohou být kromě člověka i zvatky. Význam zvířat (prasata, telata) nelze vyloučit. Většinou fekálně-orální cestou probíhá přímý přenos. Naopak nepřímý přenos je prostřednictvím kontaminovaných potravin (ústřice, saláty, jahody, maliny) nebo vody. [10][15]

6.2.2.3 Léčba

Jedinou léčbou norovirových infekcí je rehydratace perorálními rehydratačními roztoky. Protiprůjmové přípravky jsou bez účinku. [10][15]

6.2.2.4 Prevence

Preventivními opatřeními jsou osobní hygiena, kontrola vodních zdrojů, potravin při přípravě stravy. Vakcína dosud nebyla vyvinuta. [15]

7. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ STŘEVNÍ MIKROBIOM

7.1 Charakteristika střevního mikrobiomu

Mikrobiom hraje nepostradatelnou funkci v obraně sliznic. Obsahuje stovky mikrobiálních druhů distribuovaných na různých částech sliznic. Avšak nejvíce, kolem 99,9 %, se nachází v tlustém střevě. Celkový počet bakterií je odhadem 10^{14} . V okolí člověka se přítomné bakterie snadno usadí na sliznicích a jsou pro hostitele neškodné a prospěšné. Na druhou stranu, patologické přerůstání oportunních mikroorganismů může být vyvoláno dysbalancí ve střevním mikrobiomu (např. po terapii ATB). Existence je závislá na fyziologických faktorech, vlhkosti, teplotě, nutričních a inhibičních látkách. Každý jedinec má originální složení mikrobiomu. Odlišnosti jsou dány prostředím, ve kterém žijeme, genetikou, dietou, složením potravy. [10][16]

Endogenní infekci mohou vyvolat bakterie osidlující sliznici, pokud se nachází mimo svou oblast, jedná se o problém hostitelského organismu, ne těchto bakterií. Případné narušení rovnováhy mikrobiomu nabízí jiným mikroorganismům z prostředí nebo z jiných částí těla, aby se chovaly jako oportunní, nebo se dokonce staly patogenními. Bakteriím, které si nosíme na svých sliznicích, se říká potenciálně či podmíněně patogenní. GIT má největší mikrobiální osídlení ze všech částí těla. Žaludek u zdravých lidí neobsahuje žádné mikroby. U tenkého střeva může být obsah mikrobů malý. Tlusté střevo je u lidí hlavním rezervoárem mikroorganismů. Kromě zmíněných bakterií v těle žijí i další mikroorganismy (houby, paraziti, viry). Velké množství virů vyskytujících se ve střevech tzv. virom je jako součást mikrobiomu ve výzkumu doposud opomíjen. Je to neoprávněné, vzhledem k vyššímu počtu virů (asi desetkrát) oproti bakteriím. [17][18]

7.1.1 Vývoj osídlení lidského organismu mikrobiomem

Plod je za normálních okolností sterilní. Ke zlomu dojde při porodu, kdy je organismus vystaven širokému spektru mikroorganismů. Dynamika osídlování se liší dle způsobu porodu (císařský řez, nebo přirozený porod). Vlivem vaginálního mikrobiomu matky je u novorozence zahájena kolonizace mikroby už při průchodu porodními cestami. Po porodu se setká s bakteriemi z vnějšího prostředí, dále s bakteriemi kolonizujícími nemocniční personál a ostatní jedince. Dítě si během krátké doby začíná vytvářet vlastní mikrobiální osídlení zejména na kůži, v dutině ústní a v zažívacím traktu. Jedná se

o důležitý krok pro správný vývoj imunitního systému. Složení se značně mění v několika fyziologických etapách. Odstavení kojence, růst zubů, puberta nebo menopauza mají vliv na složení střevního mikrobiomu, mikrobiomu pochvy a dutiny ústní. [10][16][17]

7.1.2 Funkce střevního mikrobiomu

Střevní (žádoucí) bakterie brání patogenům, aby se uchytily na stěně střev. Produkují několik antibakteriálních látek a zásobují živinami střevní stěnu. Dále podporují střevní imunitní systém a řídí obnovu buněk. V buňkách střevní sliznice se tvoří hlen, jenž v sobě zachycuje patogeny, které nemohou přilnout na střevní stěnu. Navíc se hlen skládá z látek, které odpuzují patogeny. Střevní imunitní systém neutralizuje škodlivé látky a patogeny. Zároveň rozpoznává neškodné složky potravy a akceptuje prospěšné bakterie. Bez mikrobiomu bychom nemohli přežít, protože hraje významnou roli v odbourávání potravy. Většinu potravy nelze bez mikrobů rozložit. Platí to hlavně pro polysacharidy obsažené v luštěninách, obilovinách, ovoci, zelenině a pro další potraviny, které se přeměňují na mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Tyto látky slouží jako energetický zdroj pro střevní buňky, zmírňují rozvoj obezity a inzulinové rezistence, podporují nepropustnost střevní bariéry. Bakterie *Escherichia coli* je zodpovědná za produkci vitamínu K (významný pro srážlivost krve) a vitamínu B₁₂ (důležitý pro nervové tkáně, krvevorbou a syntézu DNA). Existence bakterií je důležitá pro proliferaci lymfatické tkáně. [17][18][19]

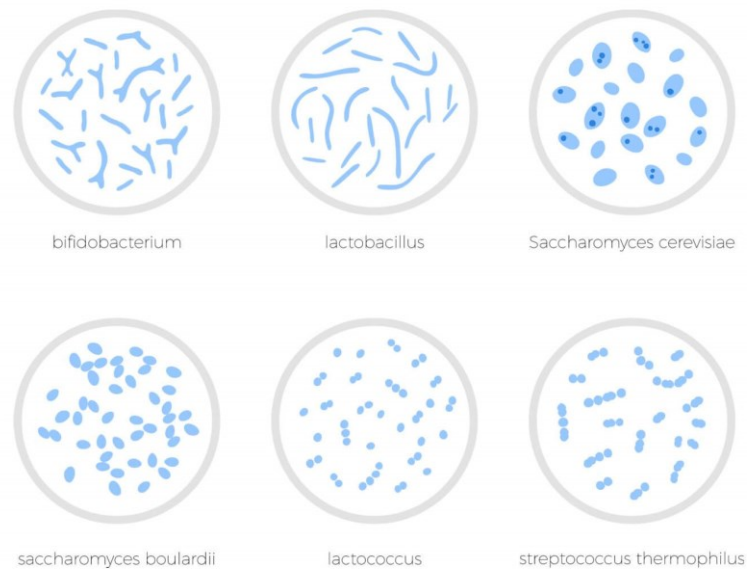
7.1.3 Složení lidského mikrobiomu

V kojeneckém věku pestrost mikrobiomu výrazně stoupá hlavně vlivem mateřského mléka. Zde je významně přítomen *Lactobacillus bifidus*, poté narůstají především skupiny Enterobacteriaceae, *Bacteroides*. Existují dvě fáze formace mikrobiomu (intestinální a kolonická). V kolonické fázi dojde k výraznému nárůstu anaerobních bifidobakterií ve stolici (cca 90 %). Během intestinální fáze rostou hlavně gramnegativní anaeroby (*Bacteroides*), klostridie, koliformní bakterie a enterokoky. [10][20]

Kojenci na náhražkách mateřského mléka dostanou takřka úplné spektrum mikrobiomu s dominancí enterobakterií, anaerobů a až poté bifidobakterií. V porovnání s kojеныmi novorozenci se zde uplatňuje *Lactobacillus acidophilus*. [10][20]

Během 3 až 5 let dětství se formuje individuální mikrobiom, který se v podstatě moc neodlišuje od struktury dospělého člověka. Variabilita závisí na prostředí, ve kterém dlouhodobě žijeme a na stravovacích návycích. Dospělí

jedinci mají asi polovinu bakterií zastoupenou anaerobními gramnegativními tyčkami, z nichž je zřejmě nejčastější *Bacteroides fragilis*, ale jsou zde i mnohé další. Jedná se o zástupce z čeledi Enterobacteriaceae, např. *E. coli* jako nejdůležitější, a samozřejmě další druhy z této čeledi. V mikrobiomu nalézáme i odolné enterokoky (*Enterococcus faecalis*), grampozitivní bakterie, sporulující anaerobní mikroby, aerobní bacily a laktobacily, které ilustruje Obrázek 2. [17][20]



Obrázek 2 - Příklady zástupců střevního mikrobiomu, převzato z [26].

Pseudomonády (*Pseudomonas aeruginosa*) se také vyskytují v tlustém střevě. Kromě bakterií zde bývají i kvasinkovité houby, kvasinky, plísně a vzdušné mikroby. Ve stáří se mění kvantitativní poměry mikrobiomu s nárůstem grampozitivních anaerobů, sulfbakterií, metanogenů a bakteroidů a poklesem bifidobakterií. Jako následek zmíněných změn dochází k větší produkci sirovodíku, acetogenezi a poklesu množství volných mastných kyselin s krátkým řetězcem, což vede ke zhoršení výživy střevní mukózy. [17][20]

7.2 Očkování

Vakcinace je nejefektivnější metoda prevence vzniku a šíření infekčních onemocnění. Zajišťuje nejen individuální ochranu jedince, ale i kolektivní imunitu. Při dosažení určité úrovně kolektivní imunity chybí vnímavý jedinec v procesu šíření infekce. To vede k mnohem složitější možnosti uplatnění původců infekčních nákaz. Díky předpisům v ČR máme velmi vysokou proočkovanost dětí, což je posléze výhodné v kolektivní imunitě. Cílem očkování je navodit vznik imunitní paměti, tedy dlouho žijících paměťových

lymfocytů, které zajistí rychlé odstranění patogenů při opakovaném vniknutí do organismu. [21][22]

7.2.1 Očkování proti břišnímu tyfu

TYPHIM Vi je název vakcíny proti břišnímu tyfu od výrobce Sanofi Pasteur. Jedná se o polysacharidovou vakcínu, která obsahuje purifikovaný Vi kapsulární polysacharid *Salmonella typhi*. Tyto vakcíny mají zpravidla nízkou reaktogenitu, ale kratší účinnost. Očkovací látka je určena pro děti od 2 let a dospělým k prevenci tohoto onemocnění. Aplikuje se jedna dávka injekčně (intramuskulárně nebo subkutánně) na dobu 3 let. Další očkovací látkou je TYPHERIX od výrobce GlaxoSmithKline Biologicals, která se ve většině parametrů shoduje s předcházející vakcínou. Rozdíl je ve způsobu podání, který je pouze intramuskulární. VIVOTIF je očkovací látka aplikovatelná jedincům od 5 let věku. Podání je perorální ve třech dávkách, kdy se tobolka polkne a zapije vždy obden. Účinnost vakcíny je 3 roky. [23][24]

Očkování je převážně doporučeno návštěvníkům chudších zemí, např. před vycestováním do Afriky, Asie a Latinské Ameriky, tedy zemí s nízkým hygienickým standardem. V ČR je výskyt pouze sporadický. [24]

7.2.2 Očkování proti choleře a enterotoxigenní *E. coli*

Očkovací látka DUKORAL od výrobce SBL Vaccin AB slouží jako prevence proti choleře (původce *Vibrio cholerae* séro skupiny 01) a EIEC. Typ očkovací látky je rekombinantní subjednotková vakcína. Tato perorální látka (suspenze a zrněný šumivý prášek hydrogenuhličitanu sodného) se dává dospělým a dětem od 6 let dvěma dávkami v intervalu alespoň jeden týden. U dětí ve věku od 2 do 6 let se podávají tři dávky v intervalech minimálně jeden týden. Po dvou letech se přeočkovávají dospělí a děti od 6 let věku. Mladším dětem od 2 do 6 let se přeočkování provede po 6 měsících. Poté je u všech ochrana dlouhodobá. [24]

Očkování se doporučuje cestovatelům do rozvojových zemí. Endemický výskyt nákazy se objevuje hlavně v chudších zemích, např. v Indii. Odtud se infekce zavlekla do Afriky a Jižní Ameriky. Ve světě je hlášeno ročně více než sto tisíc případů nákazy, z nichž několik tisíc vede k úmrtí. [24]

7.2.3 Očkování proti rotavirům

První vakcínou je ROTARIX od výrobce GlaxoSmithKline Biologicals proti rotavirovým infekcím. Živá oslabená vakcína se skládá z prášku pro

přípravu perorální suspenze a rozpouštědla. Tento typ vakcíny je složen z původců infekčních onemocnění, kteří ztratili svoji patogenitu pasážírováním na kultivačních médiích, ale mají zachovanou antigenní strukturu. Vakcíny představují silný imunogenní podnět a tím i vyšší reaktogenitu s rizikem lokálních i celkových reakcí na vakcinaci. Očkování je určené pro děti již od 6 týdnů věku. Zahrnuje 2 dávky, z nichž jedna se podá od 6 týdnů věku a druhá alespoň po čtyřech týdnech, nejdéle do 4 měsíců. Výrobce neuvádí přeočkování a ochrana dosud není stanovena. Druhou možností očkování je vakcína ROTATEQ vyrobená firmou Sanofi Pasteur. Jedná se o stejný typ vakcíny s rozdílem v počtu dávek. Aplikace první dávky je v rozmezí 6 až 12 týdnů věku, mezi dalšími 2 dávkami by měl být interval minimálně 4 týdnů. Poslední, tedy třetí dávka musí být aplikována do 26 týdnů věku. Přeočkování a délka ochrany není výrobcem stanovena. Obrázek 3 ukazuje benefity očkování proti rotavirům. [21][24]



Obrázek 3 - Ochrana před vážným průběhem rotavirových infekcí, převzato z [27].

Rotavirové infekce se vyskytují celosvětově, vysoký výskyt je převážně v rozvojových zemích. Kojenci a malé děti mohou být ohroženi závažným průběhem v důsledku dehydratace a demineralizace. V ČR je výskyt onemocnění hlášen u více než tisíce případů ročně. [10][24]

7.3 Stravování a pohyb

7.3.1 Tajemství špinavé kuchyně

Když člověk pracuje v kuchyni, je normální, že je vystaven škodlivým i neškodným mikroorganismům obsaženým v potravinách. Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí ve svých zprávách uvádí, že v USA připadá na otravu z jídla způsobenou *Salmonella enteritidis* až jeden milion případů ročně. Ohniska výskytu jsou spojená s kontaminovanými vejci a drůbežím masem. Ze syrových surovin se pak jedná o pistácie, okurku, tuňáka a mnoho dalších. Zdrojem *Escherichia coli* je hovězí maso, které infikuje hamburgery a další masné výrobky. Z výsledků studií vyplývá, že nedostatečně umytá kuchyňská deska či krájecí prkénko k přípravě masa může být zdrojem infekce. Samozřejmě přenos potenciálně škodlivých mikroorganismů je rukama nebo kontaktem do otevřených řezných ran, očí nebo úst. [19]

Laboratorní výzkumy ukazují, že mikroby přenášené z infikovaného zdroje nebo bacilonosiče na různé předměty mohou přežít několik hodin ve významných počtech. Obzvláště v případě mokrých povrchů na předmětech se zvyšuje přežívání až v řádu dní. Z těchto předmětů se mikroby rychle šíří pomocí rukou, čistících hadříků, houbiček, po kontaktu s povrchy, se kterými došly do styku ruce a potraviny. Dále jsou rezervoárem bakterií dřezy, odkapávací podložky, nástroje na čištění (např. kartáče, drátěnky). [19]

Existuje výzkum, při kterém němečtí vědci sekvenovali mikrobiální DNA ze čtrnácti houbiček použitých v kuchyni. V houbičkách identifikovali celkem 362 různých druhů bakterií. Osídlení bylo velmi husté. V jednom krychlovém centimetru bylo zjištěno více než 50 miliard bakterií. V porovnání s počtem lidí žijících na Zemi je to zhruba sedminásobně vyšší hodnota. S takovým počtem bakterií se setkáváme pouze ve stolici. [19]

Na kuchyňské houbičky nasedají bakterie pocházející z potravin, různých předmětů a kůže. Tím, že houbičky jsou bohaté na živiny, mají optimální vlhkost a teplotu, jsou ideálním inkubátorem pro mikroorganismy. Ve zmíněném výzkumu čtrnácti houbiček vynikal mikrob zvaný *Moraxella osloensis*. Jedná se o bakterii široce rozšířenou nejen v přírodě, ale i na kůži lidí. Bakterie je zodpovědná za pach špinavého prádla, nebo rovněž zmíněné kuchyňské houbičky. Závěry studie uvádí, že pravidelné dezinfikování houbiček nemá pozitivní výsledky, jelikož počet bakterií u dezinfikovaných a nedezinfikovaných houbiček se nijak neliší. Ukázalo se, že v pravidelně dezinfikovaných houbičkách se řadě bakterií dařilo mnohem lépe, a šlo o takové mikroby, které jsou příbuzné těm, které vyvolávají u lidí infekční onemocnění. [19]

Na základě vysokého obsahu bakterií v houbičkách výzkumníci doporučují jejich výměnu po týdnu. Aby se minimalizovala kontaminace, je dobré mít více houbiček na různé účely: jednu využívat na očištění kuchyňské desky a druhou na mytí nádobí. Vzhledem k plýtvání vědci navrhnou houbičku vyprat se saponátem a práškem na praní na nejvyšší teplotu a následně ji použít k čištění méně hygienicky citlivých míst (např. mytí sprchového koutu). [19]

7.3.2 Výživa pro správnou funkci mikrobiomu

Během různých fází života lidský organismus potřebuje odlišnou výživu. Funkce mikrobiomu přispívá i v prevenci kardiovaskulárních chorob. U kojenců se jedná o mateřské mléko, u školních dětí zase o dostatek vápníku a železa kvůli vlivu na vývoj organismu. Bližší informace budou probrány v následujících podkapitolách. [20][21]

7.3.2.1 Výživa kojenců a batolat

Kojení je nejlepší způsob potravy pro dítě z hlediska vlivu na jeho psychické zdraví a vlivu na růst a vývoj dítěte. Proto je důležité kojit ideálně do ukončených šesti měsíců věku a následně zavádět doplňkovou výživu. Pokračování v kojení je závislé na potřebách dítěte, např. do dvou let věku nebo déle. Mateřské mléko obsahuje vyšší podíl sacharidů, zejména laktózu, která usnadňuje vstřebávání živin. Další výhodou je přítomnost trávicích enzymů, které jsou důležité pro snazší rozkládání živin. Obsah a skladba stopových prvků a vitamínů odpovídá potřebám kojence. Vlivem složení mateřského mléka (např. vitamíny, imunoglobuliny A a M) se snižuje výskyt infekcí GIT, dolních cest dýchacích, alergií. Mateřské mléko i stav mikrobiomu pomáhají bránit rozvoji nekrotizující enterokolitidy u nedonošených novorozenců. Kojení postupně přestává stačit potřebám zažívacího traktu dítěte a začínají se zavádět příkrmy. V podobě kaše lžičkou se nejprve podává zelenina, pak ovoce a obilninové kaše. Do příkrmů se nepřidává cukr ani sůl. Okolo devátého měsíce se přistupuje k měkké kouskovité stravě. Jakmile začnou dítěti růst zuby je důležité mu podávat takovou potravu, kterou bude muset rozžvýkat. Kolem prvního roku života může dítě jíst potravu jako ostatní členové rodiny. [21][22][30][31]

7.3.2.2 Výživa předškolních, školních dětí a mládeže

Strava dítěte je čím dál více podobná rodinné stravě. Přejímá rodinné zvyklosti a tvoří si základ svých stravovacích návyků. V předškolním věku se

dítě stravuje v mateřské škole. Rodičům se doporučuje zajímat se o jídelníček, aby případné nedostatky mohli doma napravit. Děti se v tomto období mnohem více setkávají s dalšími jedinci a častěji v těchto zařízeních vznikají epidemie (např. rotavirové). Proto v těchto situacích je důležité mít dostatečnou zásobu živin, aby dětský organismus nebyl tolik zatížen. Školní děti se obvykle stravují ve školních jídelnách, které zajišťují nutričně vyváženou stravu. V dnešní době se ve školách nacházejí i bufety, ve kterých je možné koupit hlavně sladkosti a párky v rohlíku. Častá konzumace těchto potravin může mít negativní vliv na střevní mikrobiom. Kromě důležitého pitného režimu je pro děti a mládež zásadní dostatečný přísun vápníku, který se ukládá do kostí a v pozdějším věku případně chybí a může tak dojít k osteoporóze. Zdrojem vápníku jsou mléko a mléčné výrobky. Dále je důležitý příjem bílkovin pro správný růst svalů, železa a vitamínu C. [18][21][31][34]

7.3.2.3 Výživa dospělých

Řada dospělých trpí dlouhodobým stresem ať už jsou důvodem zaměstnání, rodinné vztahy, nemoci v rodině či jiné, ovlivňuje to náš způsob stravování, a tedy i střevní mikrobiom. Někteří lidé nemají na jídlo čas a odbydou se menší svačinou, jiní v rámci úspory času konzumují polotovary, instantní jídla atd. Tyto návyky nemají příznivý vliv na zdraví. Z nedostatku pestré stravy nemohou střevní bakterie žít, a tedy nás chránit před střevními infekčními onemocněními. Existuje několik doporučení pro vyvážené stravování, určených pro zdravé osoby, které slouží k prevenci nejen infekčních, ale i chronických neinfekčních onemocnění, na které má vliv výživa. Mezi zmíněná doporučení patří následující:

- Udržování tělesné hmotnosti, vyjádřenou pomocí BMI.
- Nahrazení příjmu cukru např. medem.
- Konzumace dostatečného množství ovoce a zeleniny (vařené i syrové).
- Člověk by měl konzumovat ryby a rybí výrobky alespoň 2x týdně.
- Omezení příjmu tuku ve formě např. pomazánek a ve skryté formě (čokolády, tučné maso, pečivo, ...)
- Snížení příjmu soli a potravin, které ji obsahují ve zvýšeném množství (slané sýry, uzeniny, solené tyčinky).
- Konzumace výrobků z obilovin, luštěnin a brambor.

- Mléko a mléčné výrobky (hlavně zakysané) by měl člověk zařazovat do svého jídelníčku každý den.

[18][21][32][33]

Ideální skladbu jídelníčku znázorňuje Obrázek 4.



Obrázek 4 - Doporučené potraviny pro dospělé, převzato z [28].

7.3.2.4 Výživa ve stáří

U seniorů se vyskytují tři nejčastější problémy týkající se výživy: poruchy vodního hospodářství, podvýživa, nebo obezita. Na začátku stáří je problémem hlavně obezita, která bývá důsledkem celoživotního špatného stravovacího návyku a nedostatečné pohybové aktivity. Podvýživa se objevuje hlavně ve věku od 75 let. Pokles tělesné hmotnosti není jedinou příčinou podvýživy, další příčinou může být i snížená tvorba bílkovin z nedostatečného příjmu. Pokles proteosyntézy vede ke zvýšené náchylnosti k onemocněním, protože řada proteinů je zodpovědná za imunitní funkce. U seniorů může docházet ke snížené schopnosti vstřebávání živin, snižuje se tvorba a účinnost některých trávicích enzymů. Kombinace těchto problémů může vést k nedostatku železa, vitamínu D, vitamínu B₁₂, vápníku, draslíku, vlákniny. Finanční situace je dalším důvodem, proč senioři trpí podvýživou. Řada složek důležitých pro střeva ve stravě chybí a jsou nahrazeny nevhodným zastoupením živin, např. bílým pečivem, sladkostmi. Ve stáří často dochází k dehydrataci, jelikož senioři mají

oslabený pocit žízně. Nejdůležitější je pestrá strava zahrnující všechny skupiny potravin. Je dokázáno, že zdraví senioři mají střevní mikrobiom velmi podobný lidem ve třiceti letech. [19][21][33][34]

7.3.3 Tipy pro bezpečné stravování

Účelem hygieny potravin je jejich ochrana před možnou kontaminací mikroby a cizorodými látkami, zabránění namnožení mikroorganismů na množství, které by vyvolalo onemocnění. Je známo několik klíčů k bezpečnému stravování. Kromě udržování čistoty se jedná se o oddělení syrového masa, drůbeže a mořských plodů od ostatních potravin. Ty mohou obsahovat patogenní mikroorganismy, které se mohou přenášet při skladování či přípravě jídel na další potraviny. [21]

Dalším opatřením je důkladné uvaření pokrmů. Nevařené či nedostatečně uvařené potraviny, např. vejce či maso, jsou potenciálně nebezpečné, jelikož mohou obsahovat patogeny. Teplota by měla být minimálně 70 °C po dobu 10 minut při vaření dušených jídel či polévek. [21]

Třetí radou je uchovávat pokrmy při bezpečných teplotách. Pokrm, skladovaný v pokojové teplotě rychle podléhá množení mikrobů. To znamená buď udržovat při chladničkové teplotě (5 °C), nebo při vyšší než 60 °C, aby se zpomalilo či zastavilo množení. Rozmrazování potravin mimo chladničku se nedoporučuje z důvodu pokojové teploty na povrchu potravin, kdy dojde k pomnožení mikrobů. Je možné rozmrazování potravin ve studené vodě, kterou je nutno měnit, nebo použitím mikrovlnné trouby. [21]

Posledním opatřením je používání nezávadné vody a surovin. Voda v sobě může obsahovat nebezpečné mikroby nebo toxické látky. Ty mohou mít původ v plesnivých či zkažených potravinách. Výběr a mytí potravin a odstraňování slupek je dobrou prevencí před kontaminací. [21]

7.3.4 Pohyb

Pravidelná pohybová aktivita má velmi důležitou roli v každém věku. Ukazuje se, že ztráta rovnováhy a slabost je ve skutečnosti následkem nečinnosti, ne však stáří. Bez pohybu trpí nejen kosterní a jiné systémy, ale i střeva. Je prokázáno, že i senioři v devadesáti letech mohou pomocí cvičebního plánu posílit svaly a předejít tak jejich zkrácení. Doporučuje se 4x týdně zvýšená fyzická námaha, např. rychlejší chůze po dobu minimálně 30 minut. [19][21]

8. ZÁVĚR

Tématem této bakalářské práce jsou střevní infekce a faktory, které jim pomáhají předcházet. Střevní infekce se vyskytují u lidí po celém světě. Největší riziko představují syrové potraviny, nedostatečně tepelně upravené pokrmy a předměty, které přišly do styku s jejich přípravou. Vývoj a průběh těchto onemocnění je závislý na vnějším prostředí, skladbě lidského mikrobiomu a způsobu života.

Pro hodnocení střevních infekcí je důležitá základní znalost fyziologie tlustého střeva. Charakterizovány jsou jednotlivé části střeva a jejich hlavní funkce. Práce se dále věnuje popisu nejvýznamnějších původců střevních infekcí a charakterizuje onemocnění. Nejdůležitější je jejich prevence a tato práce zmiňuje několik faktorů, které jsou pro prevenci zásadní. Jedná se o péči o střevní mikrobiom v rámci jeho složení. Doporučené stravování se odvíjí od věku jedince. Klíčovou možností prevence střevních infekcí je očkování. Vakcinace je doporučena lidem před cestami do zahraničí, např. proti břišnímu tyfu a proti choleře a enterotoxigenní *E. coli*. Malým dětem je doporučeno očkování proti rotavirovým infekcím z důvodu závažnosti onemocnění do 2 let věku. Hygienická opatření při přípravě jídla jsou rovněž zásadní prevencí vzniku střevních onemocnění. Patří mezi ně pravidelná obměna kuchyňských houbiček a utěrek jedenkrát týdně, důkladné mytí prkének a čišťení kuchyňských povrchů. Pomocí těchto opatření lze výrazně snížit riziko střevních infekcí.

9. POUŽITÉ ZKRATKY

Zkratka	Význam zkratky
ATB	antibiotika
cAMP	cyklický adenosinmonofosfát
ČR	Česká republika
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EHEC	enterohemoragická Escherichia coli
EIEC	enteroinvazivní Escherichia coli
ELISA	enzyme-linked immuno sorbent assay
EPEC	enteropatogenní Escherichia coli
ETEC	enterotoxická Escherichia coli
GIT	gastrointestinální trakt
RNA	ribonukleová kyselina

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Části tlustého střeva.....	12
Obrázek 2 - Příklady zástupců střevního mikrobiomu.....	40
Obrázek 3 - Ochrana před vážným průběhem rotavirových infekcí.....	42
Obrázek 4 - Doporučené potraviny pro dospělé.....	46

11. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Výskyt hlášených salmonelových infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024.....	21
Graf 2 - Výskyt hlášených shigelových infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024.....	25
Graf 3 - Výskyt hlášených kampylobakterových infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024..	27
Graf 4 - Výskyt hlášených virových střevních infekcí v ČR v měsíci lednu v letech 2015-2024.	36

12. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] FIALA, Pavel; VALENTA, Jiří a EBERLOVÁ, Lada, 2015. *Stručná anatomie člověka*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2693-2.
- [2] DYLEVSKÝ, Ivan, 2000. *Somatologie*. Vyd. 2. (přepřac. a dopl.). Olomouc: Epava. ISBN 80-86297-05-5.
- [3] ČIHÁK, Radomír, 2016. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4788-0.
- [4] PARKER, Steve, 2016. *Lidské tělo*. Druhé rozšířené vydání. Praha: Knižní klub. ISBN 9788024253015.
- [5] ŠVÍGLEROVÁ, Jitka a SLAVÍKOVÁ, Jana, 2008. *Fyziologie gastrointestinálního traktu*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1526-4. [cit. 2024-02-13].
- [6] ROKYTA, Richard, 2015. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Online. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4867-2. [cit. 2024-02-13].
- [7] SILBERNAGL, Stefan a DESPOPOULOS, Agamemnon, 2004. *Atlas fyziologie člověka*. Online. 6. vyd., zcela přepřac. a rozš., Vyd. 3. české. Praha: Grada. ISBN 80-247-0630-X. [cit. 2024-02-12].
- [8] KITTNAR, Otomar, 2011. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [9] JULÁK, Jaroslav, 2006. *Úvod do lékařské bakteriologie*. Praha: Karolinum. ISBN 8024612704.
- [10] HAMPLOVÁ, Lidmila, 2015. *Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie, hygiena pro bakalářské studium a všechny typy zdravotnických škol*. V Praze: Stanislav Juhaňák – Triton. ISBN 9788073879341.
- [11] VOTAVA, Miroslav, 2003. *Lékařská mikrobiologie speciální*. Brno: Neptun. ISBN 80-902896-6-5.
- [12] BEDNÁŘ, Marek, 1996. *Lékařská mikrobiologie: bakteriologie, virologie, parazitologie*. Praha: Marvil. ISBN 80-238-0297-6.
- [13] KOLÁŘOVÁ, Libuše, 2020. *Obecná a klinická mikrobiologie*. Praha: Galén. ISBN 9788074924774.

- [14] CAREY, Roberta B.; SCHUSTER, Mindy Gail a MCGOWAN, Karin L., 2011. *Lékařská mikrobiologie v klinických případech*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-480-3.
- [15] BENEŠ, Jiří, c2009. *Infekční lékařství*. Online. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-644-1. [cit. 2024-02-12].
- [16] HOŘEJŠÍ, Václav a BARTŮŇKOVÁ, Jiřina, 2005. *Základy imunologie*. Vyd. 3. Praha: Triton. ISBN 8072546864.
- [17] SCHINDLER, Jiří, 2008. *Ze života bakterií*. Průhledy (Academia). Praha: Academia. ISBN 9788020016669.
- [18] URSINUS, Lothar, 2023. *Střeva základ zdraví: Správné jídlo a mentální nastavení- nejlepší lék na spoustu neduhů*. Bratislava: Eugenika. ISBN 9788081007125.
- [19] FINLAY, B. Brett a FINLAY, Jessica M., 2020. *Mikrobiom lidského těla: jak spolupracovat s mikroby v těle a prostředí a žít déle a zdravěji*. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton. ISBN 9788075537775.
- [20] ZBOŘIL, Vladimír, 2005. *Mikroflóra trávicího traktu: klinické souvislosti*. Online. Praha: Grada. ISBN 80-247-0584-2. [cit. 2024-02-12].
- [21] TUČEK, Milan a SLÁMOVÁ, Alena, 2018. *Hygiena a epidemiologie pro bakaláře*. 2., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 9788024639321.
- [22] JÍLEK, Petr, 2019. *Imunologie: stručně, jasně, přehledně*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 9788027105953.
- [23] BERAN, Jiří, 2023. *Očkování v otázkách a odpovědích: všechno, co chcete a potřebujete vědět o vakcínách*. Online. V Praze: Mladá fronta. ISBN 9788020461179. [cit. 2024-02-13].
- [24] DÁŇOVÁ, Jana a ČÁSTKOVÁ, Jitka, 2008. *Očkování v České republice*. Online. Praha: Triton. ISBN 9788073871222. [cit. 2024-02-13].
- [25] Online. Tým rehabilitace.info. Rehabilitace.info. Únor 2024. Dostupné z: <https://www.rehabilitace.info/lidske-telo/jak-funguji-streva-a-jak-jsou-vlastne-streva-dlouha/>. [cit. 2024-02-28].
- [26] Online. Etická fitness aliance. 6.10.2023. Dostupné z: <https://www.efia.cz/blog/prebiotika-a-probiotika-jaky-je-mezi-nimi-rozdil-a-maji-se-uzivat-spolecne>. [cit. 2024-02-28].
- [27] Online. Medici pro očkování. Listopad 2021. Dostupné z: <https://www.mediciproockovani.cz/prispevky-ze-siti-listopad-2021/>. [cit. 2024-02-28].

- [28] Online. Nutriadapt. 2021. Dostupné z: <https://www.nutriadapt.cz/zajimave-cteni/pyramidy-postavene-na-hlavu>. [cit. 2024-02-28].
- [29] Online. Státní zdravotní ústav. Únor 2024. Dostupné z: <https://szu.cz/publikace-szu/data/infekce-v-cr/rok-2024/>. [cit. 2024-03-01].
- [30] VOLLMER, Joachim B., 2016. *Zdravá střeva, zdravý život: chraňte si centrum svého zdraví*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-0061-3.
- [31] PROCHÁZKOVÁ, Dagmar; KAPOUNOVÁ, Zlata a KOLEKTIV, 2021. *Výživa dětí*. Online. MedMuni. ISBN 978-80-210-9846-6. [cit. 2024-04-09].
- [32] KOŽINOVÁ, Dagmar, 2022. *Jak zvládnout stres a posílit odolnost*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3413-7.
- [33] PÍŤHA, Jan a POLEDNE, Rudolf, 2009. *Zdravá výživa pro každý den*. Zdraví & životní styl. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2488-1.
- [34] CHRPOVÁ, Diana, 2010. *S výživou zdravě po celý rok*. Zdraví & životní styl. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2512-3.