

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Marek Bahník

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko – technologická

E. coli a záněty močového měchýře
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Marek Bahník**
Osobní číslo: **C19208**
Studijní program: **B3912 Speciální chemicko-biologické obory**
Studijní obor: **Zdravotní laborant**
Téma práce: ***E. coli* a záněty močového měchýře**
Téma práce anglicky: ***E. coli* And Cystitis**
Zadávající katedra: **Katedra biologických a biochemických věd**

Zásady pro vypracování

Zpracujte literární rešerši na dané téma bakalářské práce. V rešerši se zaměřte na:

1. Charakteristiku zánětu močových cest způsobeného *E. coli*
2. Etiologii zánětu močových cest
3. Klinický obraz
4. Diagnostiku
5. Léčbu a prevenci

Bakalářskou práci zpracujte v souladu se Směrnicí UPa č. 7/2019 ve znění dodatku č. 2 "Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací".

Rozsah pracovní zprávy: **25 s.**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Iveta Brožková, Ph.D.**
Katedra biologických a biochemických věd

Datum zadání bakalářské práce: **18. prosince 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **1. července 2022**

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc. v.r.
děkan

L.S.

prof. Mgr. Roman Kandár, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem *E. coli* a záněty močového měchýře jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 29. 06. 2023

Marek Bahník

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Ivetě Brožkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, čas a trpělivost, které mi poskytla během psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěl vyjádřit své díky rodině a přátelům, kteří mi poskytli podporu po celou dobu mého studia.

Anotace

Tato bakalářská práce se věnuje zánětům močového měchýře způsobeným *E. coli*. V první polovině práce je charakterizován zánět močových cest, etiologie zánětu a jeho klinický obraz. V druhé polovině práce je popsána diagnostika zánětu močových cest, léčba a prevence.

Klíčová slova

Escherichia coli, zánět, nemoc, infekce močových cest, cystitida

Title

E. coli and cystitis

Annotation

This bachelor's thesis focuses on bladder inflammations caused by *E. coli*. The first half of the thesis characterizes urinary tract inflammation, its etiology, and clinical presentation. The second half describes the diagnosis, treatment, and prevention of urinary tract inflammation.

Keywords

Escherichia coli, infection, illness, urinary tract infection, cystitis

Obsah

Úvod.....	14
1 Charakteristika zánětů močových cest způsobené <i>Escherichia coli</i>	15
1.1 Fyziologie močového ústrojí	15
1.2 Záněty močových cest	16
2 Etologie zánětu močových cest.....	17
2.1 <i>Escherichia coli</i>	17
2.1.1 Faktory virulence uropatogenní <i>Escherichia coli</i>	19
3 Klinický obraz.....	20
3.1 Cystitida.....	21
3.2 Pyelonefritida.....	22
3.3 Prostatitida	23
3.4 Urosepse.....	23
4 Diagnostika	24
4.1 Fyzické vyšetření	24
4.2 Zobrazovací metody	25
4.2.1 Mikční cystoureografie.....	25
4.2.2 Ultrasonografie	25
4.2.3 Výpočetní tomografie	26
4.2.4 Statická scintigrafie.....	26
4.3 Laboratorní vyšetření	27
4.3.1 Biochemické vyšetření moče	27
4.3.1.1 Vyšetření močového sedimentu	28
4.3.2 Mikrobiologická diagnostika	28
4.3.2.1 Kultivace.....	29
4.3.2.2 MALDI–TOF MS	30
4.3.2.3 Polymerázová řetězová reakce	30
4.3.2.4 Sangerova sekvenace	31
4.3.2.5 Citlivost na antibiotika	32
5 Léčba a prevence	33
5.1 Léčba.....	33
5.2 Prevence zánětu močových cest	33
Závěr	35

Použitá literatura	36
--------------------------	----

Seznam ilustrací a tabulek

Obrázek 1: Schéma močového ústrojí	15
Obrázek 2: Buněčná stěna gramnegativní bakterie.....	18

Seznam zkratek a značek

CFU – Kolonie tvořící jednotky

CNF – cytotoxický nekrotizující faktor 1

DNA – deoxyribonukleová kyselina

E. coli – *Escherichia coli*

HU – Hounsfieldova jednotka

MALDI–TOF MS – Matricí asistovaná laserová desorpce/ionizace hmotnostní spektrometr
doby letu

S – Svedberg

Terminologie

Adheze – děj bakterie, při kterém se přisedá k povrchu.

Bakteriurie – přítomnost bakterií v moči.

Cystitida – zánět močového měchýře.

Diabetes mellitus – chronické metabolické onemocnění, jehož hlavním a společným projevem je hyperglykemie vzniklá v důsledku absolutního či relativního nedostatku inzulinu.

Diagnóza – rozpoznání a určení nemoci, na základě souhrnné analýze o symptomech nemoci.

Dysurie – bolesti močových cest a okolí při močení. Projevuje se pálením a řezáním.

Empirická léčba – léčba, která spočívá ve volbě antibiotika, které nejvíce odpovídá očekávanému spektru patogenních mikroorganismů a má potřebné farmakokinetické vlastnosti.

Erytrocyt – červená krvinka.

Fylogenetický druh – skupina populace, která je reprodukčně izolovaná od ostatních populací.

Glomerulonefritida – onemocnění glomerulů, které má zánětlivý charakter a je podmíněno imunologickými procesy.

Hematurie – přítomnost krve v moči.

Imunokompromitovaný stav – stav při kterém mají pacienti poškozené imunitní mechanismy a jsou ohroženi závažnými infekcemi.

Inokulace – nanesení mikroorganismů na živnou půdu pro kultivaci.

Leukocyt – bílá krvinka.

Močový katetr – nástroj, který lékař zavádí do močového měchýře, zajišťuje pravidelný odtok moče.

Perorální podání – podání léku ústy ve formě roztoku, suspenze, tobolek nebo tablet.

Preanalytické vyšetření – soubor všech postupů, kterými projde vzorek biologického materiálu od doby, kdy je analýza požadována, do chvíle, kdy je vzorek zpracován.

Prognóza – předpověď či odhad zdravotního stavu pacienta dle dostupných informací.

Prostatitida – zánět prostaty.

Pyelonefritida – zánět ledvin.

Pyurie – přítomnost velkého množství leukocytů v moči.

Sepse – systémová zánětlivá reakce na infekci, která může vést k multiorgánové dysfunkci, selhání, a dokonce i smrti.

Uretritida – zánět močové trubice.

Vezikoureterální reflux – zpětný tok moče z močového měchýře do močovodu nebo až do dutého systému ledviny.

Úvod

Téma bakalářské práce *E. coli* a záněty močového měchýře jsem si zvolil proto, že již od počátku mého studia na fakultě chemicko–technologické mě toto téma velice zajímalo. Také se toto onemocnění velmi často objevuje jak v mojí rodině, tak i v mém blízkém okolí.

Escherichia coli (*E. coli*) je nejčastějším původcem infekcí močových cest na světě. Jedná se o bakterii střevní mikroflóry, která může způsobit infekci a ohrozit životy nemocných jedinců. Zánět močových cest je vážné onemocnění, kdy při nesprávné léčbě mohou nastat závažné komplikace. Rizikovými faktory infekce jsou nejčastěji jedinci s nemocí *diabetes mellitus*, oslabeným imunitním systémem a transplantací ledvin. Bakterie *E. coli* vykazují několik vlastností, které umožňují přichycení, poškození a vstup do hostitelských buněk.

Práce se zaměřuje na hlavní patogen způsobující infekci močových cest a cystitidy, klinický obraz, diagnostiku, léčbu a prevenci. Rezistence bakterií na antibiotika každým rokem vzrůstá i u uropatogenní *E. coli*. Proto je část mé bakalářské práce věnována rezistencí *E. coli* na antibiotickou léčbu.

Cílem mé bakalářské práce je přednést ucelený přehled o problematice zánětu močového měchýře způsobené *E. coli* podle nejnovějších dostupných informací a celosvětových studií.

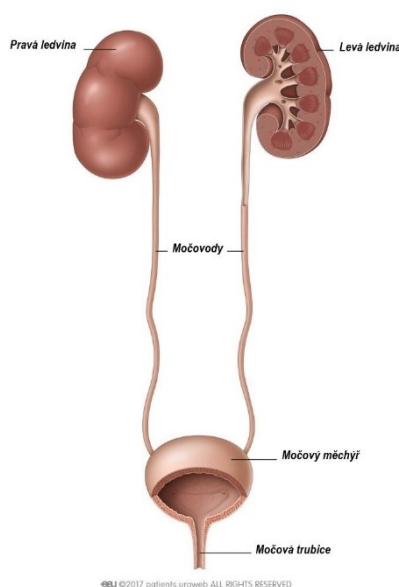
Moje bakalářská práce se skládá pouze z teoretické části. V ní se zabývám fyziologií močového ústrojí, hlavním bakteriálním patogenem uropatogenní *E. coli*, nemocemi a diagnostikou močových cest.

1 Charakteristika zánětů močových cest způsobené

Escherichia coli

1.1 Fyziologie močového ústrojí

Hlavní funkce močového ústrojí je filtrace krve, vylučování odpadních produktů (Wu a Cicco, 2021), udržování homeostázy, řízení objemu krve a krevního tlaku (Madrazo ibarra a Vaitla, 2021). Močové ústrojí můžeme rozdělit na ledviny, močovody, močový měchýř a močovou trubici (Wu a Cicco, 2021). Na obrázku č. 1 je vidět organizace popsaných struktur močových cest.



Obrázek 1: Schéma močového ústrojí

Základní stavební jednotkou ledvin je nefron. Nefrony se skládají z glomerulu, Bowmanova váčku, proximálního kanálku, Henleovy kličky a distálního kanálku (Madrazo ibarra a Vaitla, 2021).

Denní diuréza je objem moče vyloučené za jednotku času, zpravidla se uvádí za jeden den (Fialová a Vejražka, 2018). Její fyziologické rozhraní se udává kolem 500 až 2500 ml moči za jeden den.

Konečný odpadní produkt močového ústrojí je moč. Ta je čirá, žlutě zbarvená tekutina kyselého charakteru přibližně s pH od 5,5, až po 6,5 (Queremel a Jialal, 2022). Obsahuje odpadní látky, které jsou ledvinami propustné. Je to kyselina močová, močovina, amoniak a ionty (Fialová a Vejražka, 2018). Vylučování odpadních látek z močového měchýře probíhá

pomocí procesu zvaný mikce. Podstatou je kontrakce hladké svaloviny močového měchýře a relaxace dvou svěračů (Cortes a Flores *et al.*, 2021).

1.2 Záněty močových cest

Nejčastějším bakteriálním původcem zánětů močových cest a cystitidy bývá *Escherichia coli* (dále jen *E. coli*). Bakterie vystupují z perinea po močové trubici do močového měchýře. Ženy mají výrazně kratší močovou trubici než muži (Bono *et al.*, 2022) a to přibližně o 14 cm (Tullington a Blecker, 2022) a také menší vzdálenost mezi otvorem močové trubice a řitním otvorem. Z tohoto důvodu jsou ženy výrazně náchylnější k infekcím močových cest. Ženy před dosažením menopauzy mají 20 – 40krát vyšší pravděpodobnost výskytu infekcí močových cest v porovnání s muži stejného věku (Deltourbe *et al.*, 2022).

Dalším faktorem přispívajícím k infekcím močových cest je zavedení dlouhodobé katetrizace a kolonizaci katetry kvasinek rodu *Candida* (Crader *et al.*, 2022). Mezi další přispívající faktory patří sexuální styk a jeho frekvence, použití spermicidního gelu, změna sexuálního partnera (Naber *et al.*, 2022) nebo anatomické abnormality močového traktu (Bono *et al.*, 2022). U mužů bakterie způsobují akutní prostatitidu, způsobenou refluxem infikované moči patogenními bakteriemi při mikci. Vlivem pro vývoj prostatitidy může být buď nekompenzovaný *diabetes mellitus*, nebo oslabený imunitní systém (Reddivari a Mehta, 2022).

2 Etologie zánětu močových cest

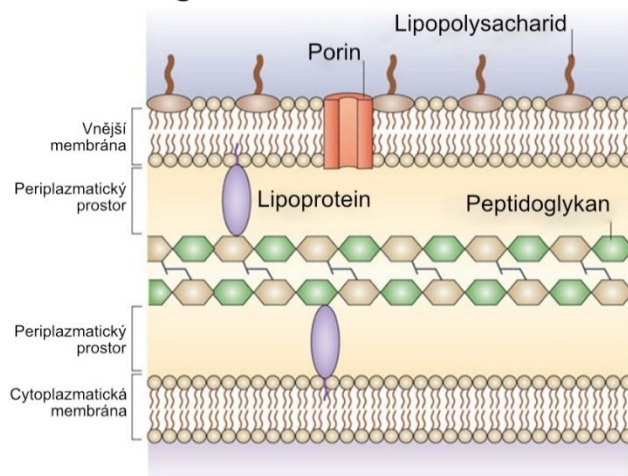
Podle Terlizzi (2017) je infekce močových cest způsobena z 80–90 % uropatogenní *Escherichia coli*. Méně rozšířenými patogeny mohou být *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis* (Terlizzi *et al.*, 2017) a *Staphylococcus saprophyticus*, který bývá z 10–20 % původcem infekcí močových cest u mladých žen (Lawal *et al.*, 2021). U pacientů s močovým katetrem bývá běžná infekce kvasinek rodu *Candida* (Flores Mireles *et al.*, 2019). Virové infekce močových cest jsou méně běžné oproti bakteriální nebo kvasinkové infekci. Nejčastěji se vyskytují u imunokompromitovaných pacientů po transplantaci ledvin a způsobují hemoragickou cystitidu, prostatitidu a uretritidu (Park *et al.*, 2021).

2.1 *Escherichia coli*

Escherichia coli (dále jen *E. coli*) spadá do čeledi *Enterobacteriaceae*, kam dále řadíme např. rody *Klebsiella* spp., *Eterobacter* spp., *Yersinia* spp., *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Proteus* spp., *Citrobacter* spp., aj. *E. coli* je gramnegativní, nesporulující, fakultativně anaerobní tyčka (Teklu *et al.*, 2019). *E. coli* se rozděluje do fylogenetických skupin A, B1, B2, D, E a F (Ballesteros-Monrreal *et al.*, 2021). Jejich velikost je kolem 2 µm a tloušťka 1 µm. Délka buněk se může lišit podle teploty a obsahu látek v kultivačním agaru (Gangan a Athale, 2017). Mezi biochemické vlastnosti *E. coli* patří štěpení laktózy a tvorba indolu, což je významné pro biochemickou identifikaci. Také produkuje enzym katalázu (Mueller a Tainter, 2022), který katalyzuje peroxid vodíku na kyslík a vodu (Gardiner *et al.*, 2020).

Buněčná stěna *E. coli* je daleko složitější než buněčná stěna grampozitivních bakterií. Skládá se ze zevní membrány a periplazmatického prostoru, v němž je uložena vrstva peptidoglykanu. Zevní membrána obsahuje fosfolipidy, lipopolysacharidy a poriny, které jsou znázorněné na obrázku č. 2. Lipopolysacharid je tvořen z části lipidu A a polysacharidové části, která poskytuje bakterii antigenní vlastnost tzv. O–antigen (Hurych a Štícha, 2020).

Gramnegativní bakterie



Obrázek 2: Buněčná stěna gramnegativní bakterie
(upraveno z: doi.org/10.1038/nrmicro3480, Brown et al. [2022-04-17])

Důležitou funkci představují antigenní struktury, které rozřazují *E. coli* do několika séroskupin. Mezi tyto antigeny spadá zmíněný O–antigen, H–antigen a K–antigen. Bylo zjištěno přes 171 somatických O–antigenů, 55 bičíkových H–antigenů a 80 kapsulárních K–antigenů (Sarowska *et al.*, 2019). Ukázalo se, že u kmene uropatogenní *E. coli*, který způsobuje infekce močových cest, jsou čteněji zastoupeny somatické antigeny O1, O2, O4, O6, O7, O8, O15, O16, O18, O21, O25, O75, a také O83 (Mohammed *et al.*, 2021). Zatímco H–antigeny a K–antigeny nenaznačují žádnou souvislost s kmenem uropatogenní *E. coli* (Wiles *et al.*, 2008).

E. coli má několik patogenních kmenů, které způsobují onemocnění u člověka. Ty můžeme rozdělit na kmene, jenž působí ve střevě a mimo něj. Do patogenních *E. coli*, působících ve střevě, patří enteropatogenní *E. coli*, která způsobuje vodnaté průjmy u kojenců a novorozenců. Enterotoxigenní *E. coli* produkuje termolabilní a termostabilní enterotoxiny. Termostabilní enterotoxin způsobuje zvýšenou sekreci vody a elektrolytů do střeva, což vede k vodnatému průjmu. Enteroinvazivní *E. coli* má faktory virulence, které pomáhají proniknout do střevního epitelu a zde ho poškozují za vzniku krvavého průjmu. Enterohemoragický kmen *E. coli* produkuje toxin zvaný verotoxin, který vyvolává krvácení střeva. Nejběžnější sérotyp je O157:H7 (Mueller a Tainter, 2022). Nejvýznamnější kmen mimo střevo je uropatogenní *E. coli*, který způsobuje cystitidu, pyelonefritidu a prostatitidu (Verma *et al.*, 2020).

2.1.1 Faktory virulence uropatogenní *Escherichia coli*

Uropatogenní *E. coli* má několik faktorů virulence. Mezi nejdůležitější řadíme fimbrie, které zajišťují bakterii adhezivitu na povrch epitelových buněk. Další faktory virulence zahrnují produkci toxinů (α -hemolyzin, cytotoxický nekrotizující faktor 1), siderofory (tvorba enterobaktinu), kapsula (Parvez a Rahman, 2019), tvorba biofilmu (Magana *et al.*, 2018) a širokospektré beta-laktamázy (Hasan a Ibrahim, 2022).

Fimbrie neboli pili se dělí do několika typů. Uropatogenní *E. coli* má Fimbrie typu 1, P a S (Rezatofighi *et al.*, 2021). Fimbrie jsou válcové struktury bílkoviny pilinu, které jsou uspořádány do spirály. Konec fimbrie adhezuje k sacharidovým receptorům epitelu (Parvez a Rahman, 2019). Přichycují se specifickým proteinem adhezinem a ten se váže na volné ligandy epitelu. Vazba mezi adhezinem a ligandem je velmi silná, podle Dufrière (2020) může být desetkrát silnější, než klasické nekovalentní biologické vazby (Dufrière a Viljoen, 2020). Fimbrie typu 1 se vážou na uroteliální buňky močového měchýře, což umožňuje rychlou invazi uropatogenní *E. coli* do epitelu. Zde vytvářejí intracelulární bakteriální společenstva s podobnými vlastnostmi jako biofilm. Tvorba intracelulárních bakteriálních společenstev prostřednictvím fimbrií typu 1 je zásadní pro umožnění uropatogenní *E. coli* vyhnout se imunitní obraně a účinkům antibiotické léčby (Bessaiah *et al.*, 2022). Fimbrie typu P se váže na P antigeny epiteliálních buněk a erytrocytů. V případě bakteriurie pomůžou P fimbrie uropatogenní *E. coli* proniknout do krevního řečiště a eventuelně způsobit hemolýzu erytrocytů (Parvez a Rahman, 2019).

Toxin, který při vyšších koncentracích způsobuje hemolýzu erytrocytů a dalších buněk se nazývá α -hemolyzin. Ten při nižších koncentracích vyvolává apoptózu buněk imunitního systému a ledvin. Uropatogenní *E. coli* s pomocí α -hemolyzinu prochází slizniční bariérou a způsobuje cystitidu a pyelonefritidu (Verma *et al.*, 2020). Další toxin je cytotoxický nekrotizující faktor 1 (dále jen CNF1), který je spojován s invazí uropatogenní *E. coli* do buněk pomocí aktivace Rho guanosintrifosfatázy (Parvez a Rahman, 2019).

Siderofory jsou molekuly, které dovedou využívat trojmocné železo, a to je přítomno v extracelulárním prostoru. Železo je důležité pro transport a skladování kyslíku, syntézu DNA, transport elektronů, metabolismu peroxidů a vývoj bakterií (Parvez a Rahman, 2019). Do sideroforu patří enterobaktin, který byl přímo zjištěn v moči pacientů s infekcí močových cest způsobenou *E. coli* (Robinson *et al.*, 2018).

Kapsula, která je převážně tvořena polysacharidem, plní ochrannou funkci bakterií před nepříznivými podmínkami a imunitním systémem hostitele. Přítomnost kapsule poskytuje ochranu před pohlcením, baktericidním účinkem a antisérovou aktivitu (Parvez a Rahman, 2019).

3 Klinický obraz

Příznaky infekce močových cest zahrnují např. časté močení, potíže při zahájení toku moče, náhlou potřebu močení, dysurii a hematurii (Bono *et al.*, 2022). Infekce močových cest se dělí na komplikované a nekomplikované infekce.

Nekomplikované infekce se vyskytují u zdravých jedinců bez abnormalit močových cest (Kumar Shrestha *et al.*, 2022). Pacienti s nekomplikovanou infekcí močových cest obvykle nemají horečku, zimnici, nevolnost a zvracení. Pokud nejsou přítomny tyto systémové příznaky, nejedná se o skutečnou infekci močových cest a nemusí se léčit (Bono *et al.*, 2022).

Komplikované infekce se vyskytují u jedinců s rizikovými faktory např. nemoc *diabetes mellitus*, imunokompromitovaným stavem, pokročilým věkem, těhotenstvím (Bono *et al.*, 2022), transplantací ledvin a zavádění močového katetru. Pacienti s komplikovanou infekcí močových cest často čelí patogenům, které jsou odolné vůči antibiotické léčbě. Klinické příznaky se mohou pohybovat od mírné cystitidy až po život ohrožující urosepsi (Kumar Shrestha *et al.*, 2022).

Recidivující infekce močových cest jsou definovány jako dva akutní případy infekce močových cest za posledních šest měsíců nebo tři případy za poslední rok, společně s příznaky této infekce (Ke *et al.*, 2021). Hlavním původem onemocnění je uropatogenní *E. coli*, jelikož dokáže vytvářet intracelulární bakteriální společenstva (Kumar Shrestha *et al.*, 2022). Předpokládá se, že 27 % mladých žen s první infekcí močových cest prodělalo nejméně jednu recidivující infekci. Recidivující infekce močových cest není obvykle život ohrožující, nicméně může negativně ovlivnit kvalitu života (Ke *et al.*, 2021). Mezi rizikové faktory patří používání spermicidních gelů a častý pohlavní styk (Aggarwal a Lotfollahzadeh, 2022).

Infekce močových cest způsobené dlouhodobým katetrem patří mezi nejčastější nozokomiální infekce. Symptomy mohou mít mírný charakter např. horečka, cystitida, uretritida nebo vážnější charakter např. vznik ledvinových jizev a akutní pyelonefritida. Tyto infekce mohou vést k urosepsi i k úmrtí (Kumar Shrestha *et al.*, 2022). Nedávná studie

Letica-Kriegel *et al.* (2019) odhalila, že přibližně u 12 % pacientů, kteří mají zavedený katetr po dobu 30 dnů trpí infekcí močových cest (Letica-Kriegel *et al.*, 2019).

Infekce močových cest se rozděluje podle místa výskytu. Toto dělení je klíčové pro správnou identifikaci infikovaných oblastí a výběru vhodné léčby. Do těchto infekcí patří cystitida, pyelonefritida, prostatitida a urosepse.

3.1 Cystitida

Akutní cystitida označuje infekci močového měchýře a rozděluje se do dvou kategorií – nekomplikované a komplikované cystitidy. Nekomplikovaná cystitida je kategorizována jako infekce močového měchýře u zdravých mužů a žen. Komplikovaná cystitida je spojena s rizikovými faktory např. onemocnění *diabetes mellitus*, imunokompromitovaný stav, transplantace ledvin a ledvinové kameny. Tyto faktory zvyšují pravděpodobnost infekce a také snižují účinnost antibiotické léčby. Do častých symptomů cystitidy patří dysurie, frekventované a urgentní močení, bolesti v podbříšku a hematurie. Tyto symptomy vykazují pacienti s nekomplikovanou a komplikovanou cystitidou. U pacientů s roztroušenou sklerózou může akutní cystitida způsobit neurologické zhoršení stavu (Li a Leslie, 2022). Fimbrie typu 1 zprostředkovávají přichycení uropatogenní *E. coli* na epitel močového měchýře a invazi v počáteční fázi cystitidy (Nicholson *et al.*, 2009).

Chronická cystitida je infekce močového měchýře, která postihuje především starší pacienty a trvá déle než 6 měsíců. Je charakterizována opakovaným výskytem bakteriálních patogenů a bolestí. Chronická cystitida představuje riziko poruchy pružnosti stěny močového měchýře, vezikoureterálního refluxu a zvyšuje riziko vzniku uroteliálního karcinomu (Monhart *et al.*, 2007).

Hemoragická cystitida je zánětlivé onemocnění močového měchýře, které se projevuje krvácením do sliznice (Brossard *et al.*, 2022). Příčinami hemoragické cystitidy jsou toxiny, radiace, léky a bakterie *E. coli* (Dorairajan *et al.*, 2010). Tyto bakterie disponují faktory virulence v podobě toxinů CFN1 a α -hemolyzinu (Real *et al.*, 2006). Mezi dalšími možnými původci hemoragické cystitidy jsou viry *adenovirus*, *cytomegalovirus* a lidský *polyomavirus*. Vyskytuje se především u pacientů s oslabenou imunitou (Park *et al.*, 2021).

Gangrenózní cystitida je vzácným případem infekce močového měchýře, při kterém dochází k nekróze sliznice submukózy močového měchýře. Pokud nekróza prostoupí celou stěnou močového měchýře, může dojít ke spontánní ruptuře. V minulosti bylo hlášeno více případů gangrenózní cystitidy, jelikož antibiotika nebyla tolik rozšířená. V současné době

se gangrenózní cystitida vyskytuje pouze vzácně, což lze přisuzovat rozsáhlému používání antibiotik (Noulas *et al.*, 2023). Mezi příčiny této nemoci patří infekce bakteriemi např. uropatogenní *E. coli*, ozařování, operace pánve nebo léčba chemoterapeutiky (De Rosa *et al.*, 2011).

Emfyzematózní cystitida je vzácná komplikovaná infekce močových cest charakterizovaná tvorbou plynu ve stěně močového měchýře. Běžně se vyskytuje u starších žen s onemocněním *diabetes mellitus*. Většina případů se vyskytuje spolu s emfyzematózní pyelonefritidou a rozvíjí se v urosepsi (Ranjan *et al.* 2021). Emfyzematózní cystitida se léčí širokospektrálními antibiotiky a drenáží močového měchýře (Adeyemi a Flaherty, 2020). Podle Ranjan *et al.* (2021) ve studii 113 pacientů s emfyzematózní cystitidou byla u 65,59 % případů diagnostikována *E. coli* (Ranjan *et al.* 2021). Diagnostika se provádí pomocí výpočetní tomografie (Mukendi, 2020).

3.2 Pyelonefritida

Akutní pyelonefritida je infekce ledvin a ledvinové pánvičky. Ta se vyskytuje jako komplikace vzestupné infekce močových cest, při které se infekce šíří z močového měchýře do ledvin. Typické příznaky akutní pyelonefritidy zahrnují horečku, bolest v boku, zvracení, zvýšenou frekvenci a pálení při močení. Akutní pyelonefritida se vyskytuje i u mužů a je spojena s vyšší mírou úmrtnosti nežli u žen. U dětí vezikoureterální reflux zvyšuje riziko vzniku pyelonefritidy (Albracht *et al.*, 2021). Akutní pyelonefritida se dělí na komplikovanou a nekomplikovanou formu.

Nekomplikovaná pyelonefritida se vyskytuje u zdravých, mladých a negravidních žen. Většina případů nekomplikované pyelonefritidy je způsobena uropatogenní *E. coli*, kterou lze léčit antibiotikem trimethoprim/sulfamethoxazol po dobu 14 dnů (Belyayeva a Jeong, 2022).

Do komplikované pyelonefritidy řadíme rizikové faktory např. nemoc *diabetes mellitus*, imunokompromitovaný stav, transplantace ledvin a graviditu ženy (Belyayeva a Jeong, 2022).

Chronická bakteriální pyelonefritida vniká následkem nerozpoznaného vezikoureterálního refluxu u dětí. Často probíhá bez příznaků a je diagnostikována až později jako příčina hypertenze a snížení funkce ledvin. Obvyklými nálezy jsou proteinurie a leukocytourie. Diagnostika se provádí pomocí ultrasonografie a radiologického vyšetření (Monhart *et al.*, 2007).

Xantogranulomatózní pyelonefritida (dále jen XPN) je vzácná a agresivní varianta chronické pyelonefritidy. Většina případů je důsledkem chronické obstrukce močového traktu a infekcí močových cest. Nejčastějším původcem infekce je bakterie uropatogenní *E. coli*. Diagnostika se provádí pomocí výpočetní tomografie a histologickým vyšetřením. Při xantogranulomatózní pyelonefritidě dojde k nahrazení ledvinové tkáně makrofágovými buňkami, které jsou nasycené lipidy. Tím získává tkáň žluté zabarvení a může být zaměňována za nádor ledvin (Jha a Aeddula, 2023).

Emfyzematózní pyelonefritida je akutní nekrotizující infekce renálního parenchymu a okolní tkáně, která vede k přítomnosti plynu vytvořeného bakteriemi. Některé stavy mohou vést k emfyzematózní pyelonefritidě, jako např. onemocnění *diabetes mellitus*, obstrukce močových cest a imunokompromitovaný stav. Diagnostika se provádí pomocí výpočetní tomografie. Uropatogenní *E. coli* je hlavním původcem emfyzematózní pyelonefritidy a vyskytuje se v 70 % případech (Girgenti *et al.*, 2019).

3.3 Prostatitida

Akutní prostatitida je definována jako infekce prostaty, která postihuje mladší a starší věkové skupiny. Obvykle je spojena s obstrukcí vývodu močového měchýře a projevuje se horečkou, malátností, dysurií, častým močením a pánevní bolestí. U mladších mužů patří prostatitida mezi nejčastější příčiny infekce způsobené análním nebo vaginálním stykem. U starších osob je častým vyvolávacím faktorem dlouhodobá katetrizace. Existuje také podezření, že prostatitida zvyšuje riziko rozvoje rakoviny prostaty. Při fyzickém vyšetření *per rectum* je prostata zvětšená a vykazuje vysokou citlivost na pohmat (Davis a Silberman, 2023). Lee *et al.* (2016) zjistili, že 65 % případů prostatitidy je způsobeno uropatogenní *E. coli* (Lee *et al.*, 2016).

Chronická prostatitida je dlouhodobé zánětlivé onemocnění prostaty, které trvá déle než 3 měsíce. Pacienti se často potýkají s obtížemi při močení a bederní bolestí (Videčnik Zorman *et al.*, 2015). Tyto obtíže se zhoršují při dlouhodobém sezení, otřesech a jízdě na kole (Monhart *et al.*, 2007). V případě opakované diagnostiky stejného bakteriálního patogenu lze určit diagnózu chronické bakteriální prostatitidy. Nejčastějším patogenem chronické bakteriální prostatitidy je uropatogenní *E. coli* (Videčnik Zorman *et al.*, 2015).

3.4 Urosepse

Urosepse je septický stav pacienta způsobený infekcí močových cest. Tyto infekce mohou postihovat dolní i horní močové cesty např. močový měchýř a ledviny (Porat *et al.*, 2022).

Urosepse se může projevovat jako mnoho různých stavů včetně pyelonefritidy, cystitidy a prostatitidy (Ryan *et al.*, 2021). Projevy mohou zahrnovat dysurii, velkou frekvenci a urgenci močení, hematurii, horečku, zimnici, bolest v boku, nevolnost a zvracení (Porat *et al.*, 2022). Klíčovou a včasnou léčbou sepse po rozpoznání příznaků je podání kyslíku, odběr hemokultury, podání širokospektrých antibiotik, podání intravenózních tekutin, sledování výdeje moči, monitorování hladiny laktátu a hemoglobinu (Duggan, *et al.*, 2020). Podle Ryana *et al.* (2021) je nejčastějším patogenem *E. coli*, která způsobuje 85,9 % všech případů urosepse (Ryan *et al.*, 2021).

4 Diagnostika

Vyšetření močových cest se dělí na fyzikální a laboratorní vyšetření. Fyzikální vyšetření je prováděno u lékaře společně s diagnózou a konečnou prognózou. Laboratorní vyšetření močových cest se provádí ve specializovaných laboratořích lékařské mikrobiologie a klinické biochemie.

Tato diagnostika se vykonává podle standardních operačních postupů. V laboratorní příručce je popsán odběr vzorku a příjem žádanky (Bendová, 2022).

4.1 Fyzické vyšetření

Fyzické vyšetření hraje důležitou roli v diagnostice pacienta a zjištění genitourinárních patologií. Správná fyzická prohlídka pacienta snižuje potřebu radiologického vyšetření (Mealie *et al.*, 2021). Fyzické vyšetření dělíme na pohled, pohmat, poklep a vyšetření *per rectum* (Lapum *et al.*, 2020).

Vyšetření pohledem začíná ihned při příchodu pacienta do ordinace. Zkoumá se pozice a držení těla, stav kůže, jizvy, modřiny, hygiena a patologické změny na těle.

Pohmatem se provádí kontrola velikosti, bolestivosti a textury orgánů (Lapum *et al.*, 2020). Vyšetření se vykonává pomocí tří technik. Technika povrchového pohmatu, hlubokého pohmatu a pohmatu orgánů. Nejdříve se provádí technika povrchového pohmatu, zjištění bolestivosti. Pokračuje se s hlubokým pohmatem ledvin (Mealie *et al.*, 2021). V případě akutní infekce močových cest jsou ledviny velmi citlivé na pohmat (Mcaninch a Lue, 2020).

Poklepem zjišťuje lékař informace o konzistenci, velikosti a hranici orgánu. Tím lze zjistit, zda jsou orgány naplněné tekutinou, vzduchem, nebo jsou pevné (Lapum *et al.*, 2020).

Vyšetření *per rectum* je prováděno z důvodu kontroly prostaty a slouží k posouzení velikosti, konzistence, bolestivosti a případného zduření (Mcaninch a Lue, 2020). Při prostatitidě dochází k zvětšení prostaty a projevuje se vysokou citlivostí (Davis a Silberman, 2023).

4.2 Zobrazovací metody

Zobrazovací metody slouží k vizualizaci poškození a funkčnosti orgánů. Rozdělují se na rentgenové, počítačové, radionuklidové a instrumentální kategorie.

Do rentgenových zobrazovacích metod spadají nativní nefrografie, ascendentní pyelografie a mikční cystouretrografie. Mezi počítačové spadají počítačová tomografie, spirální počítačová tomografie, magnetická rezonance a ultrasonografie. Do instrumentálních metod se řadí cystoskopie (Kawaciuk, 2000).

4.2.1 Mikční cystouretrografie

Mikční cystouretrografie je zobrazovací metoda, která znázorňuje močovou trubici a močový měchýř. Kontroluje průběh mikce (Mihulová, 2022) a pomáhá určit, zda pacient trpí vezikoureterálním refluxem. Kontrastní látka se asepticky plní do močového měchýře pomocí katetru. Po naplnění se provede snímek močového ústrojí prostřednictvím skiaskopu. Jako kontrastní látka se používá jodový roztok typicky 12 % až 18 %.

Další fází je zaznamenání samotné mikce. Močový měchýř pacienta je plněn kontrastní látkou až do samovolné mikce. V průběhu mikce jsou zaznamenány snímky, které jsou v předozadní projekci. U menších dětí se provádí mikční cystouretrografie například po prodělané infekce močových cest, relapsu infekce močových cest, úniku moči, dysurie a hematurie (Newman *et al.*, 2019). Mikční cystouretrografie není nutná u dětí s první infekcí močových cest. Pokud ultrazvuk ledvin a močového měchýře neodhalí žádné nálezy naznačující např. vezikoureterální reflux nebo obstrukci močových cest (Robinson *et al.*, 2014).

4.2.2 Ultrasonografie

Ultrasonografie je neinvazivní a nejrozšířenější zobrazovací metoda (Leung *et al.*, 2019). Zdrojem signálu jsou ultrazvukové vlny o frekvenci 1 až 20 MHz. Ultrazvukové vlny jsou zachytávány ultrazvukovou sondou, ve které je uložen krystal a ten vlny mění na elektrický proud. Při zobrazení obrazu se využívá absorpce, odražení a rozptylu ultrazvukových vln ve tkáních. (Shah a Irshad, 2022). Ultrasonograf pomáhá určit velikost, tvar, polohu a abnormality u ledvin a močového měchýře.

Metoda není natolik citlivá, aby určila lokalizaci infekce. Ale velmi dobře může rozeznat zjizvení ledvin (Leung *et al.*, 2019) a nádory. U pacientů s akutní pyelonefritidou je ultrasonografie důležitá k vyloučení obstrukce močových cest (McAninch a Lue, 2020). U hemoragické cystitidy je ultrasonografie hlavním diagnostickým nástrojem. Je klíčová pro posouzení závažnosti onemocnění a monitorování léčby (Zaleska-Dorobisz *et al.*, 2014).

4.2.3 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie (dále jen CT) je technika, při které otáčející rentgenové paprsky zaznamenávají obraz v jednotlivých vrstvách. Metoda funguje na principu průchodu rentgenových paprsků tkáněmi s různou hustotou (Foster, 2022). Intenzita absorbovaného rentgenového záření je vyhodnocena počítačem pomocí Hounsfieldovy jednotky (dále jen HU) (Patel a Jesus, 2022). Rozsah stupnice se pohybuje od -1000 HU až po 3000 HU, přičemž nejnižší hustota -1000 HU představuje vzduch. Voda se nachází na rozhraní mezi kladnými a zápornými hodnotami okolo 0 HU (Kubínek, 2017). Hodnota ledvinové tkáně se pohybuje kolem 30 HU (Vomáčka, 2012). CT je optimální metodou pro zobrazení většiny případů infekcí močových cest, neboť je rychlá a poskytuje dostatečné anatomické a fyziologické detaily. Dokáže identifikovat patologické změny v močových cestách (El-Ghar *et al.*, 2021).

CT se rozlišuje na vyšetření s kontrastní nebo bez kontrastní látky (Patel a Jesus, 2022). Vyšetření bez kontrastní látky je důležité pro odlišení akutní pyelonefritidy a nádoru ledvin. Tato metoda také umožňuje zobrazení ledvinových kamenů, otoků, vzduchových bublin a krvácení (El-Ghar *et al.*, 2021). Kontrastní látka se používá ke zlepšení kvality obrazu (Radetic *et al.*, 2020), k zvýraznění cév a nádorů (El-Ghar *et al.*, 2021).

4.2.4 Statická scintigrafie

Statická scintigrafie je radionuklidová metoda, která slouží k zobrazení intravenózně podávaného radiofarmaka ^{99m}Tc -diethylenetriaminpentaoctové kyseliny (dále jen ^{99m}Tc -DTPA). Intravenózně vpravené ^{99m}Tc -DTPA se diagnostikují pomocí scintilační kamery (Kawaciuk, 2000). Statická scintigrafie se může využít k identifikaci akutní pyelonefritidy, cyst, nádorů (Alsabea, 2017) a u dětí vezikoureterálního refluxu. Bylo doporučeno, že u dětí s recidivující *infekcí močových cest* může statická scintigrafie nahradit mikční cystouretrografii. Avšak statická scintigrafie není vždy používána z důvodu ozařování pacientů a nákladů spojených s provedením této metody (Leung *et al.*, 2019).

4.3 Laboratorní vyšetření

Laboratorní vyšetření infekce močových cest můžeme rozdělit na biochemické a mikrobiologické vyšetření. Biochemické vyšetření je zaměřené na analýzu moči a přítomných metabolitů. Některé metabolity se mohou objevit při infekcích močových cest např. dusitany a leukocytová esteráza. Rychlá orientační metoda moči může být provedena semikvantitativně pomocí diagnostického papírku. Tato metoda se jeví jako užitečná pro vyloučení infekce, pokud jsou výsledky dusitanů a leukocytové esterázy negativní. I přesto, že tento test má vysokou specifitu, je stále doporučováno provést kultivaci moče pro potvrzení diagnózy (Rezai *et al.*, 2016).

Mikrobiologická diagnostika se zaměřuje na odhalení a identifikaci patogenních mikroorganismů močových cest – kvalitativně i kvantitativně. Do analýzy spadá i zjištění citlivosti mikroorganismu na antibiotika a minimální inhibiční koncentrace (Kawaciuk, 2000).

4.3.1 Biochemické vyšetření moče

Biochemické vyšetření moče zahrnuje fyzikální a chemické vyšetření a vyšetření močového sedimentu. Do fyzikálního vyšetření patří vyšetření objemu, barvy, zápachu, zákalu, pěny, specifické hmotnosti, osmolality a pH moče. Do chemického vyšetření je zahrnutá diagnostika erytrocytů, glukózy, bílkovin, dusitanů, leukocytů, ketolátek a hemoglobinu (Fialová a Vejražka, 2018).

Stanovení pH je užitečné při diagnostice a léčbě infekce močových cest (Simerville *et al.*, 2005). Pokud má moč pH 8,5–9, často to naznačuje přítomnost infekce močových cest a přítomnost bakterií, které jsou schopné rozkládat močovinu (Bono *et al.*, 2022).

Erytrocyty jsou bezjaderné buňky krevního řečiště (Barbalato a Pillarisetty, 2021). Fyziologicky se erytrocyty v moči nevyskytují, ale jejich přítomnost může naznačovat krvácení do moče. Příčinou bývá pyelonefritida (Queremel a Jialal, 2022) a hemoragická cystitida (D'Amico *et al.*, 2020) způsobená uropatogenní *E. coli* (Belyayeva a Jeong, 2022).

Dusitany jsou metabolickými produkty enzymatické reakce dusičnanů na dusitany pomocí nitrátreduktázy (Winter *et al.*, 2013). Bakterie jako *Proteus* spp, *Enterobacter* spp, *Staphylococcus aureus* (Queremel a Jialal, 2022) a uropatogenní *E. coli* dokáží dusitany spolu s kyslíkem využít jako elektronový akceptor pro vlastní respiraci (Martín-Rodríguez *et al.*, 2020). Přítomnost dusitanů v moči může být indikací infekci

močových cest, ale i při negativním výsledku testu může infekce stále probíhat (Queremel a Jialal, 2022).

Leukocyty se běžně v moči nevyskytují. Jejich přítomnost může naznačovat horečku, glomerulonefritidu, nádory močového měchýře a infekce močových cest (Queremel a Jialal, 2022) způsobné uropatogenní *E. coli* (Bono *et al.*, 2022).

4.3.1.1 Vyšetření močového sedimentu

Vyšetření močového sedimentu se běžně neprovádí. Pouze v případech, kdy se při vyšetření pomocí diagnostického papírku prokážou patologické metabolity např. krev, protein, dusitany, leukocyt a klinické příznaky infekce močových cest.

Vyšetření se provádí z ranního středního proudu moče, které musí být provedeno do jedné hodiny. Vzorek se odebírá do 10 ml zkumavky a proběhne separace supernatantu a precipitátu. Po separačním procesu se vzorek mikroskopuje v Bürkerově komůrce s fázovým kontrastem (Fialová a Vejražka, 2018).

Přítomnost erytrocytů při mikroskopickém vyšetření močového sedimentu naznačuje infekce močových cest. U vyšetření močového sedimentu nelze předpovědět přítomnost komplikované infekce. Výskyt leukocytů vypovídá o infekci horních močových cest (Gupta, 2022). Přítomnost krystalů fosforečnanu amonno–hořečnatého v alkalické moči také může značit infekci močových cest (Simerville *et al.*, 2005) způsobené uropatogenní *E. coli* (Bono *et al.*, 2022).

4.3.2 Mikrobiologická diagnostika

Jedna z nejdůležitějších fází mikrobiální diagnostiky je preanalytická část, která zahrnuje odběr primárního vzorku. Další fází mikrobiologické diagnostiky je analytická část, která zahrnuje kultivaci moči, barvení dle Grama, vyšetření citlivosti na antibiotika a identifikaci bakteriálního kmene pomocí MALDI–TOF MS.

Při odběru primárního vzorku moče pro kultivační vyšetření je nezbytné použít vhodnou odběrovou soupravu. Nejčastěji se používá sterilní zkumavka, kontejner se šroubovacím víčkem nebo URICULT. Odebírá se ranní střední proud moče. Dostatečným množstvím vzorku je minimálně 5 ml, pro kultivaci je nutné mít minimálně 1 ml vzorku (Sekáčová a Macečková, 2019).

4.3.2.1 Kultivace

Diagnostika pomocí kultivace může být využita k izolaci a identifikaci uropatogenních *E. coli*, stejně jako ke zkoumání citlivosti a rezistence vůči antibiotikům (Oyaert *et al.*, 2018). Nejčastěji používané kultivační médium pro diagnostiku uropatogenní *E. coli* bývá krevní agar a MacConkey agar (Oyaert *et al.*, 2018). Pro kultivaci mikroorganismů z moče využívají i jiná kultivační media jako je např. agar chudý na cystin, laktózu, elektrolyt (dále jen CLED) a chromogenní agar CHROMagar™ Orientation aj. (Karah *et al.*, 2020).

MacConkey je selektivní a diferenční médium, které umožňuje růst pouze gramnegativním bakteriím a ty dokáže rozlišit na základě metabolismu laktózy (Jung a Hoilat, 2022). Kolonie uropatogenní *E. coli* metabolizují laktózu a na MacConkey médiu se projevují růžovým zabarvím (Jung a Hoilat, 2022).

Na krevním agaru rostou gramnegativní i grampozitivní bakterie, včetně náročnějších druhů, které potřebují specifické podmínky pro růst (Oyaert *et al.*, 2018). Uropatogenní *E. coli* na krevním agaru vytváří kruhové neprůhledné kolonie s kovovým leskem (Basavaraju a Gunashree, 2023). U některých uropatogenních *E. coli* je zaznamenána také hemolytická aktivita α -hemolyzinu (Verma *et al.*, 2020).

CLED agar je diferenční kultivační médium určené pro izolaci a počítání bakterií z moči. CLED agar podporuje růst bakterií z močových cest a uropatogenní *E. coli*, avšak kvůli nedostatku elektrolytu omezuje plazivý růst druhu *Proteus* spp. Kmen uropatogenní *E. coli* se projevuje na CLED agaru jako žlutá, neprůhledná kolonie (BBL™, 2021).

Chromogenní agar CHROMagar™ Orientation je selektivní kultivační médium určené pro stanovení patogenních mikroorganismů močových cest. Bakterie uropatogenní *E. coli* rozkládají tryptofan na indol, což se projevuje vytvářením tmavě růžových kolonií (Chromagar™, 2016) V rámci studie Abdullah *et al.* (2009) bylo zjištěno, že na chromogenním agaru CHROMagar™ Orientation převládají kmeny uropatogenní *E. coli*. Ze 150 pozitivních vzorků moče byl na každém chromogenním agaru v 50 případech pozorován růst uropatogenní *E. coli* (Abdullah *et al.*, 2009).

Kultivační média se inkubují při teplotě 35–37 °C po dobu 24 až 48 hodin. Pro účely semikvantitativní analýzy poskytuje diagnostika pomocí kultivace informaci o počtu uropatogenních *E. coli* (Oyaert *et al.*, 2018). Prahová hodnota pro diagnostiku infekcí močových cest je $\geq 10^5$ CFU/ml. Pokud se počet kolonií pohybuje mezi 10^4 a 10^5 CFU/ml, je třeba výsledek posoudit v závislosti na klinickém stavu pacienta. U nepatrného růstu kolonií

$>10^4$ CFU/ml je pravděpodobnost infekce močových cest nízká. Všechny prahové hodnoty by měli být posuzovány s obezřetností (Karah *et al.*, 2020), protože bakterie uropatogenní *E. coli* je schopna adheze na hostitelské buňky a vytvářet intracelulární bakteriální společenství. Koncentrace bakterií v moči se také mění v závislosti na příjmu tekutin (Sathiananthamoorthy *et al.*, 2019).

4.3.2.2 MALDI–TOF MS

Identifikace mikroorganismů pomocí MALDI–TOF MS je velmi rychlá a přesněji provedená než pomocí biochemické identifikace. Nejprve je ponechán vzorek růstu na agarovém medium, poté se kolonie bakterií převedou na pozlacenou destičku, na kterou je aplikována matrice. Matrice pomáhá přeměnit energii laseru na teplo, čímž dojde k desorpci vzorku z plotny a vytvoření ionizované molekuly. Tyto molekuly se pak přemění na plyn, který na základě velikosti a náboje vstupuje do trubice přístroje. Molekuly s menším poměrem hmotnosti k náboji se pohybují rychleji, čímž vzniká charakteristické spektrum. To je porovnáno s knihovnou spekter známých organismů. Výsledek, který se vygeneruje na přístroji udává pravděpodobnost správné identifikace rodu a druhu (Giuliano *et al.*, 2019).

Běžná doba mezi získáním vzorku a identifikací patogenů je přibližně 24 až 48 hodin (Anwer *et al.*, 2022), zatímco identifikace bakterie pomocí MALDI–TOF MS může být provedena do 5 hodin (Giuliano *et al.*, 2019). Metoda MALDI–TOF MS se běžně používá při diagnostice infekcí močových cest k detekci neznámého bakteriálního kmene (Anwer *et al.*, 2022). Podle Suhandynata *et al.* (2022) je aktivita beta–laktamáz přímo detekovatelná ze vzorku moče (Suhandynata *et al.*, 2022). Detekce aktivity širokospektrých beta–laktamáz může být využíváno k vyloučení empirické léčby *E. coli* u infekcí močových cest (Suhandynata *et al.*, 2022).

4.3.2.3 Polymerázová řetězová reakce

Polymerázová řetězová reakce (dále jen PCR) je molekulární diagnostická metoda vhodná pro identifikaci uropatogenních *E. coli* (ABubakar *et al.*, 2023). Používá se k replikaci krátkých sekvencí deoxyribonukleové kyseliny (dále jen DNA) nebo ribonukleové kyseliny (dále jen RNA) (Khehra *et al.*, 2023). Metoda PCR poskytuje rychlou a velice citlivou detekci cílových genů uropatogenní *E. coli* (Brons *et al.*, 2020).

Metoda PCR pro identifikaci uropatogenní *E. coli* musí být specifická pouze pro tuto bakterii. Proto je nezbytné určit jednotlivé sady genů, které jsou přítomny výhradně

u uropatogenní *E. coli*. Nesmí se vyskytovat u komenzálních bakterií *E. coli* a ostatních bakterií, které se vyskytují v močových cestách.

Během studie, kterou provedl Brons *et al.* (2020) byly vybrány tři specifické geny (c3509, c3686 a chuA), které jsou spojené s virulencí kmene uropatogenní *E. coli* a jedním specifickým genem pro *E. coli* (uidA). Tato metoda byla validována na 128 klinických vzorcích, ve kterých byly detekovány cílové geny pro specifický organismus (Brons *et al.*, 2020). Z metaanalýzy, která se zaměřovala na faktory virulence uropatogenních *E. coli* pomocí metody PCR, bylo zjištěno, že adheziny byly přítomny v 45,9 % případech, sideroforové systémy ve 41,8 % případech a toxiny ve 19,9 % případech (Bunduki *et al.*, 2021). Další analýza pomocí PCR byla zaměřena na gen ompA, který se nachází ve vnější membráně uropatogenní *E. coli*. Zjistilo se, že protein A tohoto genu neovlivňuje navázání uropatogenní *E. coli* na epitel a jeho invazi. Je zapojen do tvorby intracelulárních bakteriálních společenstev (Nicholson *et al.*, 2009).

Speciální metoda multiplex PCR je technika, která umožňuje současnou amplifikaci více oblastí zkoumané DNA. Při této metodě se využívá více primerů a jejich hybridizační teplota musí být stejná (Staněk, 2013). Metoda multiplex PCR se může používat pro rozlišování fylogenetických skupin uropatogenní *E. coli* (El-Mahdy *et al.*, 2021). Fylogenetická analýza odhalila, že fylogenetické skupiny B2 a D představují dominantní skupiny izolátů uropatogenní *E. coli* (Rezatofighi *et al.*, 2021). Khaleda *et al.* (2019) dospěli k podobnému závěru, že 42 % uropatogenních *E. coli* patří do fylogenetické skupiny B2 (Khaleda *et al.*, 2019).

4.3.2.4 Sangerova sekvenace

Pro stanovení uropatogenních *E. coli* je možné využívat diagnostiku pomocí sekvenování. Jako molekulární marker při sekvenaci se používá gen 16S ribosomální RNA (dále jen rRNA), který má přibližně délku 1 500 nukleotidů (Jaaz, 2020).

Jelikož gen 16S rRNA je v rámci stejného rodu neměnný, slouží pro studium bakteriální fylogeneze a taxonomie (Suardana, 2014). Studie fylogenetické analýzy pomocí sekvenace genu 16S rRNA ohladila, že diagnostikovaný vzorek je z 99 % blízce příbuzný s bakterií *E. coli*. Fylogenetické studie jsou užitečná pro zkoumání příbuznosti a evolučních vztahů mezi různými druhy nebo variantami organismů (Ullah *et al.*, 2022).

Lakshmi *et al.* (2020) se zaměřili na identifikaci bakterií ve vzorcích moči symptomatických a asymptomatických těhotných žen. Pomocí sekvenování genu 16S rRNA byla pozorována identická shoda s částí genové sekvence 16S rRNA bakterie *E. coli*

(Lakshmi *et al.*, 2020). Další studie srovnávala kultivaci se sekvenováním genu 16S rRNA u dětí s podezřením na infekci močových cest. Bylo prokázáno, že při pozitivní kultivaci se 95 % případů shodovalo s výsledky sekvenování genu 16S rRNA (Marshall *et al.*, 2021).

4.3.2.5 Citlivost na antibiotika

Testování citlivosti uropatogenní *E. coli* na antibiotika se obvykle provádí pomocí diskové difúzní metody. Na Mueller-Hinton agaru se aplikuje suspenze bakterií uropatogenní *E. coli*. Na agar se následně umísťují papírové antibiotické disky jako např. trimethoprim/sulfamethoxazol, ampicilin, penicilin, kyselina nalidixová aj. Kultura uropatogenní *E. coli* s antibiotickými disky se inkubuje při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin (EUCAST, 2023).

Screeningový test diskové difúzní metody izolátů *E. coli* na zjištění potencionální produkce širokospektrých beta–laktamáz. Pokud průměr inhibiční zóny antibiotického disku ceftazidimu (30 µg) je ≤ 22 mm, tak je bakterie *E. coli* rezistentní vůči tomuto antibiotiku (Essawy *et al.*, 2018).

Po získání výsledků testu citlivosti na antibiotika je vhodné upravit léčbu. Musí se použít antibiotikum s nejužším rozsahem účinku. Důležité je zajistit, aby antibiotikum pronikalo do močového měchýře nebo ledvin (Crader *et al.*, 2022).

Z metaanalýzy, která se zaměřuje na antimikrobiální rezistenci u uropatogenní *E. coli* izolované z infekce močových cest, vyplývá, že největší míra antimikrobiální rezistence byla zaznamenána ve třídě antibiotik tetracyklinů v 69,1 % případů. Následovali sulfoamidy s rezistencí 59,3 % a beta–laktamy s rezistencí pouze s 36,9 %. Mezi beta–laktamy byla pozorována vysoká rezistence u 74,3 % aminopenicilinů (Bunduki *et al.*, 2021).

Po celém světě se zvyšují obavy z mírné rezistence uropatogenní *E. coli* na cefalosporiny 3. generace. Některé druhy uropatogenních *E. coli* jsou schopné produkovat širokospektré beta–laktamázy. Tento enzym má schopnost štěpit peniciliny (Bunduki *et al.*, 2021). Beta–laktamáza hydrolyzuje beta–laktamový kruh a kovalentně se váže na karbonylovou část (Hasan a Ibrahim, 2022). Nejvhodnějším přístupem k léčbě uropatogenních *E. coli* produkujících širokospektré beta–laktamázy jsou karbapenemy. Jsou to antibiotika, které vykazují citlivost téměř 100%. Existuje však vysoké riziko vzniku rezistence na karbapenemy při jejich rutinním používání (Bunduki *et al.*, 2021).

5 Léčba a prevence

U dospělých osob s bezpříznakovou bakteriurií by neměla být prováděna antibiotická léčba. Výjimkou jsou těhotné ženy, osoby s oslabenou imunitou nebo osoby podstupující transplantaci ledvin. V případě příznakové bakteriurie je automaticky zahájena léčba antibiotiky. Také může být kombinována s alternativní neantibiotickou terapií (Crader *et al.*, 2022).

5.1 Léčba

Pro léčbu infekcí močových cest vyvolané uropatogenní *E. coli* jsou u dospělých osob nejvhodnější volbou perorální antibiotika např. nitrofurantonin, fosfomycin (Bunduki *et al.*, 2021) a trimethoprim/sulfamethoxazol (Belyayeva a Jeong, 2022). V případě bakterií s významnou rezistencí vůči antibiotikům se používají karbapenemy (Bunduki *et al.*, 2021). Ampicilin a amoxicilin by neměly být používány k empirické léčbě kvůli vysoké rezistenci proti nim (Gupta, 2022). Bunduki *et al.* (2021) uvádí, že rezistence uropatogenní *E. coli* vůči ampicilinu činí 75,0 % a vůči amoxicilinu 72,7 % (Bunduki *et al.*, 2021).

Pediatři a vědecké studie doporučují několik neantibiotických přístupů k léčbě infekcí močových cest např. užívání brusinek a canephronu. Brusinky mají příznivý vliv na léčbu a prevenci infekcí močových cest, protože snižují pH moči a pomáhají předcházet symptomům infekcí močových cest např. dysurie, pyurie a bakteriurie. Dalším alternativním přístupem je využití rostlinných přípravků. Nejpoužívanější přípravek, který je široce využíván v mnoha zemích se nazývá canephron. Obsahuje kořeny libečku a listy rozmarýnu. Canephron má protizánětlivé, diuretické, antibakteriální a nefroprotektivní účinky (Wawrysiuk *et al.*, 2019).

5.2 Prevence zánětu močových cest

Pro prevenci infekcí močových cest se doporučují brusinky ve formě šťáv nebo tablet. Wawrysiuk *et al.* (2019) naznačují, že brusinkové produkty mohou být možností prevence infekce močových cest u zdravých žen a pacientek po gynekologické operaci, kterým byl zaveden katetr (Wawrysiuk *et al.*, 2019). Mechanismus účinku brusinek spočívá v zabránění adheze uropatogenní *E. coli* na epitelové buňky. Po blokaci adheze nejsou bakterie schopny napadnout povrch sliznice močových cest.

Probiotika mohou být také využívána jako preventivní opatření proti infekcím močových cest, jelikož snížené množství kolonií *Lactobacillus* spp. ve vaginální mikroflóře je spojováno se zvýšeným rizikem vzniku infekce močových cest.

Monosacharid d–manóza je rychle vstřebatelný cukr, který se vylučuje močovými cestami. Má schopnost bránit adhezi fimbrií typu 1 u uropatogenních *E. coli* na epitelové buňky a následně snižovat riziko infekce močových cest.

Důležitý je především vitamín D, který je doporučován jako doplněk stravy k prevenci opakující se infekce močových cest, protože zesiluje vrozenou imunitní odpověď (Wawrysiuk *et al.*, 2019).

Potenciálně účinnou neantibiotickou strategií prevence infekcí močových cest je zvýšený příjem tekutin. Metaanalýza sedmi studií uvedla, že zvýšený příjem tekutin vedl k významnému snížení rizika (64 %) opakujících se infekcí močových cest (Scott *et al.*, 2020).

Dodržování hygienických návyků je důležité pro snížení rizika infekcí močových cest. Pravidelné mytí rukou mezi utíráním a vyprazdňováním může přispět k prevenci proti infekcím močových cest (Li, 2022). Sexuálně aktivní ženy by měly vyprázdnit močový měchýř co nejdříve po pohlavním styku, protože to přispívá k vyplavení bakterií z močových cest (Bono *et al.*, 2022). Doporučuje se otírat pouze jednou, a to ve směru od přední části těla dozadu. Místo koupele je lepší používat sprchu. Při aplikaci mýdla se doporučuje použít jemnou bavlněnou žínku místo rukou (Li, 2022).

Závěr

Nejčastějším původcem zánětů močových cest a cystitidy je uropatogenní *E. coli*. Vzhledem k tomu, že ženy mají mnohem kratší močovou trubici než muži, jsou náchylnější k infekcím močových cest. Uropatogenní *E. coli* disponují několika faktory, které jí poskytují výhody. Patří do nich např. schopnost přichytit se na epitelové buňky, produkce toxinů a produkce sideroforů.

Uropatogenní *E. coli* je příčinou onemocnění jako cystitida, pyelonefritida, prostatitida a urosepse. Cystitida může mít komplikovaný průběh u pacientů s onemocněním *diabetes mellitus*, imunokompromitovaným stavem a transplantací ledvin. Tyto stavy zvyšují pravděpodobnost infekce a současně snižují účinnost antibiotické léčby.

Velmi důležitou součástí vyšetření močových cest je také mikrobiologická diagnostika a metoda polymerázové řetězové reakce. Ta umožňuje detekci vybraných genů uropatogenní *E. coli* a zjištění faktorů, které ji zvýhodňují.

Z nejnovějších poznatků je patrné, že rezistence uropatogenní *E. coli* vůči antibiotikům stoupá, což je znepokojující a může ovlivnit úspěšnost léčby. Jedinou účinnou terapií proti odolným kmenům uropatogenní *E. coli* jsou karbapenemy. V mé bakalářské práci jsem představil několik antibiotických i neantibiotických terapií. Zároveň jsem popsal preventivní opatření, která mohou snížit riziko vzniku infekce. Mezi úspěšná preventivní opatření patří zvýšený příjem tekutin.

Bakalářská práce může sloužit jako podklad pro další výzkum zejména v oblasti rezistence uropatogenní *E. coli* na antibiotika. Mohlo by to vést k zavedení nových užitečných strategií k prevenci a léčbě zánětů močových cest způsobené *E. coli*.

Použitá literatura

- ABDULLAH, Arwa M., Rana M. ABDULLAH a Shaymaa L. SALMAN. Use of chromogenic Agar in detection of urinary tract pathogens and antimicrobial Susceptibility. *Journal of the Faculty of Medicine Baghdad* / [online]. 2009, 51(1), 1-4 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: doi:10.32007/jfacmedbagdad.5111168
- ABUBAKAR, N. H., M ALIYU, M JIBRIL a Y MOHAMMED. Polymerase chain reaction detection of haemolysin D gene (hlyD) in uropathogenic *Escherichia coli* as a novel diagnostic test for urinary tract infection. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology* [online]. 2023, 24(1), 1-6 [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: doi:10.4314/ajcem.v24i1.6
- ADEYEMI, Oluwadamilola A a John FLAHERTY. Emphysematous Cystitis. *Cureus* [online]. 2020, 12(11), 1-4 [cit. 2023-06-26]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.11723
- AGGARWAL, Nishant a Saran LOTFOLLAHZADEH. Recurrent Urinary Tract Infections. *National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information* [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2023-06-22]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557479/>
- ALBRACHT, Clayton D., Teri N. HREHA a David A. HUNSTAD. Sex effects in pyelonephritis. *Pediatric Nephrology* [online]. 2021, 36(3), 507-515 [cit. 2023-06-13]. ISSN 0931-041X. Dostupné z: doi:10.1007/s00467-020-04492-9
- ALSABEA, Hawraa. Type of Renal Scintigraphy. *Nuclear Medicine & Radiation Therapy* [online]. 2017, 08(06), 1-8 [cit. 2022-10-18]. ISSN 21559619. Dostupné z: doi:10.4172/2155-9619.1000347
- ANWER, Razique, Hassan DARAMI, Firas K. ALMARRI, Mazen A. ALBOGAMI a Faisal ALAHAYDIB. MALDI-TOF MS for Rapid Analysis of Bacterial Pathogens Causing Urinary Tract Infections in the Riyadh Region. *Diseases* [online]. 2022, 10(4), 1-10 [cit. 2023-06-15]. ISSN 2079-9721. Dostupné z: doi:10.3390/diseases10040078
- BALLESTEROS-MONRREAL, Manuel G., Margarita M. P. ARENAS-HERNÁNDEZ, Edwin BARRIOS-VILLA, et al. Bacterial Morphotypes as Important Trait for Uropathogenic *E. coli* Diagnostic; a Virulence-Phenotype-Phylogeny Study. *Microorganisms* [online]. 2021, 9(11), 1-21 [cit. 2023-06-28]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms9112381
- BARBALATO, Laura a Leela Sharath PILLARISSETTY. Histology, Red Blood Cell [online]. Florida: StatPearls, 2021 [cit. 2022-06-05]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539702/>
- BASAVARAJU, M. a B.S. GUNASHREE. *Escherichia coli: An Overview of Main Characteristics. Escherichia coli - Old and New Insights* [online]. IntechOpen, 2023, 2023-3-1 [cit. 2023-06-27]. ISBN 978-1-83969-869-9. Dostupné z: doi:10.5772/intechopen.105508
- BBL™. CLED Agar: Section III [online]. In: . 2021 [cit. 2023-06-26]. Dostupné z: <https://cdn.media.interlabdist.com.br/uploads/2021/01/Cled-Agar.pdf>
- BELYAYEVA, Mariya a Jordan JEONG. Acute Pyelonephritis. In: *National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information* [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519537/>
- BENDOVÁ, Eva. *Laboratorní příručka oddělení lékařské mikrobiologie: SM_OLM_001*. Verze č.: 10. Kolín, 2022.
- BESSAIAH, Hicham, Carole ANAMALÉ, Jacqueline SUNG a Charles M. DOZOIS. What Flips the Switch? Signals and Stress Regulating Extraintestinal Pathogenic *Escherichia coli*

Type 1 Fimbriae (Pili). *Microorganisms* [online]. 2022, 10(1), 1-26 [cit. 2023-06-13]. ISSN 2076-2607. Dostupné z: doi:10.3390/microorganisms10010005

BONO, Michael J., Wanda C. REYGAERT a Stephen W. LESLIE. Urinary Tract Infection [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470195/>

BRONS, Jolanda K., Stefanie N. VINK, Marjon G.J. DE VOS, Stefan REUTER, Ulrich DOBRINDT a Jan Dirk VAN ELSAS. Fast identification of *Escherichia coli* in urinary tract infections using a virulence gene based PCR approach in a novel thermal cycler. *Journal of Microbiological Methods* [online]. 2020, 169, 1-10 [cit. 2023-06-21]. ISSN 01677012. Dostupné z: doi:10.1016/j.mimet.2019.105799

BROSSARD, Clément, Anne-Charlotte LEFRANC, Anne-Laure POULIET, Jean-Marc SIMON, Marc BENDERITTER, Fabien MILLIAT a Alain CHAPEL. Molecular Mechanisms and Key Processes in Interstitial, Hemorrhagic and Radiation Cystitis. *Biology* [online]. 2022, 11(7), 1-13 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2079-7737. Dostupné z: doi:10.3390/biology11070972

BROWN, Lisa, Julie M. WOLF, Rafael PRADOS-ROSALES a Arturo CASADEVALL. Cell wall structure of Gram-negative bacteria, Gram-positive bacteria, mycobacteria and fungi. In: *Nature* [online]. online: Springer Nature, 2015 [cit. 2022-04-17]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/nrmicro3480/figures/1>

BUNDUKI, Gabriel Kambale, Eva HEINZ, Vincent Samuel PHIRI, Patrick NOAH, Nicholas FEASEY a Janelisa MUSAYA. Virulence factors and antimicrobial resistance of uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC) isolated from urinary tract infections: a systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases* [online]. 2021, 21(1), 1-13 [cit. 2023-05-17]. ISSN 1471-2334. Dostupné z: doi:10.1186/s12879-021-06435-7

CORTES, Gilleen A. a Jose L. FLORES. Physiology, Urination [online]. Florida: StatPearls, 2021 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562181/>

CRADER, Marsha F., Antoine KHARSA a Stephen W. LESLIE. Bacteriuria [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482276/>

ČERNÝ, Jiří, Jana HORÁKOVÁ, Barbora NOVOTNÁ, Petr SKÁLA a Pavel TOLINGER. Urolitiáza - onemocnění močovými kameny: Močové cesty. In: *Česká urologická společnost ČLS JEP* [online]. online: Česká urologická společnost ČLS JEP, 2020 [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: <https://www.cus.cz/pro-pacienty/diagnozy/urolitiaza-onemocneni-mocovymi-kameny/urolitiaza-1/>

D'AMICO, Maria J, Halle FOSS, Alex UHR, Benjamin RUDNICK, Edward KLONIECKE a Leonard G GOMELLA. Hemorrhagic cystitis: a review of the literature and treatment options. *Department of Urology* [online]. 2022, 29(5), 1-8 [cit. 2023-06-26]. PMID: 36245196. Dostupné z: https://www.canjurol.com/html/free-articles/2022/29-05/Cdn_JU29-I5_06_FREE_DrDamicoS.pdf

DAVIS, Nathan a Michael Silberman SILBERMAN. Bacterial Acute Prostatitis. In: *National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information* [online]. Florida: StatPearls, 2023 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459257/>

DE ROSA, A., T. AMER, N. WARAICH, A. BELLO a R. PARKINSON. Gangrenous cystitis in a 42-year-old male. *Case Reports* [online]. 2011, 2011(jan29 1), bcr1120103526-bcr1120103526 [cit. 2023-06-22]. ISSN 1757-790X. Dostupné z: doi:10.1136/bcr.11.2010.3526

DELTOURBE, Léa, Livia LACERDA MARIANO, Teri N. HREHA, David A. HUNSTAD a Molly A. INGERSOLL. The impact of biological sex on diseases of the urinary tract.

Mucosal Immunology [online]. 2022, 15(5), 857-866 [cit. 2023-06-17]. ISSN 19330219. Dostupné z: doi:10.1038/s41385-022-00549-0

DORAIRAJAN, LalgudiN, R MANIKANDAN a Santosh KUMAR. Hemorrhagic cystitis: A challenge to the urologist. Indian Journal of Urology [online]. 2010, 26(2), 1-8 [cit. 2023-06-26]. ISSN 0970-1591. Dostupné z: doi:10.4103/0970-1591.65380

DUFRÊNE, Yves F. a Albertus VILJOEN. Binding Strength of Gram-Positive Bacterial Adhesins. Frontiers in Microbiology [online]. 2020, 11(11), 1-8 [cit. 2022-04-20]. ISSN 1664-302X. Dostupné z: doi:10.3389/fmicb.2020.01457

DUGGAN, William, Diarmaid MORAN a Ben CHALLACOMBE. Sepsis in urology – where are we now? And where are we going?. Scandinavian Journal of Urology [online]. 2020, 54(5), 438-442 [cit. 2023-06-25]. ISSN 2168-1805. Dostupné z: doi:10.1080/21681805.2020.1792546

EL-GHAR, Mohamed Abou, Hashim FARG, Doaa Elsayed SHARAF a Tarek EL-DIASTY. CT and MRI in Urinary Tract Infections: A Spectrum of Different Imaging Findings. Medicina. 2021, 57(1). ISSN 1648-9144. Dostupné z: doi:10.3390/medicina57010032

EL-MAHDY, Rasha, Rasha MAHMOUD a Raghdaa SHRIEF. Characterization of E. coli Phylogroups Causing Catheter-Associated Urinary Tract Infection. Infection and Drug Resistance [online]. 2021, 14(1-11), 3183-3193 [cit. 2023-06-22]. ISSN 1178-6973. Dostupné z: doi:10.2147/IDR.S325770

ESSAWY, Sally Hassan, Mona Osama RAMADAN, Mina Samy MASEEHAH a Mohamed Abo El enen GHALWASH. Detection of Extended Spectrum Beta-lactamase Producing Escherichia coli among Community-acquired and Hospital-acquired Urinary Tract Infections in Tanta University Hospital. Egyptian Journal of Medical Microbiology [online]. 2018, 27(1), 1-7 [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: doi:EJMM.2018.285302

EUCAST. Antimicrobial susceptibility testing EUCAST disk diffusion method. In: EUCAST [online]. Version 11. 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: https://www.eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Disk_test_documents/2023_manuals/Manual_v_11.0_EUCAST_Disk_Test_2023.pdf

EUCAST. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing: Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. In: EUCAST [online]. Version 13. 2023 [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: https://www.eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Breakpoint_tables/v_13.0_Breakpoint_Tables.pdf

FIALOVÁ, Lenka a Martin VEJRAŽKA. Urine analysis I: Chemical examination: General Medicine. 2018. Dostupné také z: <https://ulbld.lf1.cuni.cz/file/3375/urine-chemical1819.pdf>

FIALOVÁ, Lenka a Martin VEJRAŽKA. Urine analysis II: Physical examination Urinary sediment: General Medicine. 2018. Dostupné také z: <https://ulbld.lf1.cuni.cz/file/3376/urine-physical-sediment1819.pdf>

FLORES-MIRELES, Ana, Teri N. HREHA a David A. HUNSTAD. Pathophysiology, Treatment, and Prevention of Catheter-Associated Urinary Tract Infection. In: Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation [online]. 2019, s. 228-240 [cit. 2022-01-07]. ISSN 1082-0744. Dostupné z: doi:10.1310/sci2503-228

FOŘTOVÁ, Magdaléna. Vyšetření moče chemicky a elementů: Ústav lékařské chemie a klinické biochemie 2. LF UK a FN Motol. 2022.

FOSTER, Tom. Computed tomography. 2022. doi.org/10.53347/rID-9027. Dostupné také z: <https://radiopaedia.org/articles/computed-tomography>

GANGAN, Manasi S. a Chaitanya A. ATHALE. Threshold effect of growth rate on population variability of Escherichia coli cell lengths. Royal Society Open Science [online]. 2017, 4(2), 1 [cit. 2022-06-07]. ISSN 2054-5703. Dostupné z: doi:10.1098/rsos.160417

GARDINER, Bryan, Julie A. DOUGHERTY, Devasena PONNALAGU, Harpreet SINGH, Mark ANGELOS, Chun-An CHEN a Mahmood KHAN. Measurement of Oxidative Stress Markers In Vitro Using Commercially Available Kits. Measuring Oxidants and Oxidative Stress in Biological Systems [online]. Cham: Springer International Publishing, 2020, 2020-08-09, 39-60 [cit. 2022-06-07]. Biological Magnetic Resonance. ISBN 978-3-030-47317-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-47318-1_4

GIRGENTI, Vincenza, Gloria PELIZZO, Salvatore AMOROSO, et al. Emphysematous Pyelonephritis Following Ureterovesical Reimplantation for Congenital Obstructive Megaureter. Pediatric Case Report and Review of the Literature. Frontiers in Pediatrics [online]. 2019, 7, 1-6 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2296-2360. Dostupné z: doi:10.3389/fped.2019.00002

GIULIANO, Christopher, Chandni PATEL a Pramodini KALE-PRADHAN. A Guide to Bacterial Culture Identification And Results Interpretation. Pharmacy and Therapeutics [online]. 2019, 44, 192–200 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6428495/>

GUPTA, Kalpana. Acute simple cystitis in females. Uptodate [online]. 2022 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://www.uptodate.com/contents/acute-simple-cystitis-in-females#disclaimerContent>

HAIDER, Mobeen Z. a Aslam ASLAM. Proteinuria [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-06-06]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564390/>

HASAN, Salwa Muhsin a Khalid S. IBRAHIM. Molecular Characterization of Extended Spectrum β -Lactamase (ESBL) and Virulence Gene-Factors in Uropathogenic Escherichia coli (UPEC) in Children in Duhok City, Kurdistan Region, Iraq. Antibiotics [online]. 2022, 11(9), 1-16 [cit. 2023-05-22]. ISSN 2079-6382. Dostupné z: doi:10.3390/antibiotics11091246

HURYCH, Jakub a Roman ŠTÍCHA. Lékařská mikrobiologie: repetitorium. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton, 2020. ISBN 978-80-7553-844-4.

CHROMAGAR™. CHROMagar™ Orientation: NT-EXT-002. Drg-international [online]. 2016 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://drg-international.com/wp-content/uploads/2016/04/Orientation-ins.pdf>

JAAZ, Widad Sameer. Molecular detection of 16srna gene in escherichia coli isolated from urinary tract infection patients. EurAsian Journal of BioSciences [online]. 2020, 14, 99-104 [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/350905663_Molecular_detection_of_16srna_gene_in_escherichia_coli_isolated_from_urinary_tract_infection_patients

JHA, Suman K. a Narothama AEDDULA. Pyelonephritis Xanthogranulomatous. In: National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information [online]. Florida: StatPearls, 2023 [cit. 2023-06-22]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557399/#:~:text=Xanthogranulomatous%20pyelonephritis%20is%20a%20rare,helps%20to%20confirm%20the%20diagnosis.>

JUNG, Benjamin a Gilles HOILAT. MacConkey Medium. Florida: StatPearls, 2022. Dostupné také z: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557394/#:~:text=MacConkey%20agar%20\(MAC\)%20is%20a,based%20on%20their%20lactose%20metabolism.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557394/#:~:text=MacConkey%20agar%20(MAC)%20is%20a,based%20on%20their%20lactose%20metabolism.)

KARAH, Nabil, Rayane RAFEI, Wael ELAMIN, Anan GHAZY, Aula ABBARA, Monzer HAMZE a Bernt Eric UHLIN. Guideline for Urine Culture and Biochemical Identification of Bacterial Urinary Pathogens in Low-Resource Settings. Diagnostics [online]. 2020,

10(10), 1-10 [cit. 2023-06-26]. ISSN 2075-4418. Dostupné z: doi:10.3390/diagnostics10100832

KAWACIUK, Ivan. Urologie. Jinočany: H+H, 2000. ISBN 80-860-2260-9.

KE, Qian-Sheng, Cheng-Ling LEE a Hann-Chorng KUO. Recurrent urinary tract infection in women and overactive bladder – Is there a relationship?. Tzu Chi Medical Journal [online]. 2021, 33(1), 1-9 [cit. 2023-06-22]. ISSN 1016-3190. Dostupné z: doi:10.4103/tcmj.tcmj_38_20

KHALEDA, LAILA, BASHUDEV RUDRA, INZAMAMUL ISMAIL SHA WON, JIBRAN ALAM a MOHAMMAD AL-FORKAN. PCR BASED DETECTION AND MOLECULAR TYPING OF UROPATHOGENIC Escherichia coli ISOLATED FROM PATIENTS IN CHITT AGONG, BANGLADESH. The Chittagong University Journal of biological sciences [online]. 2019, 9(1), 1-16 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/346630396_PCR_BASED_DETECTION_AND_MOLECULAR_TYPING_OF_UROPATHOGENIC_Escherichia_coli_ISOLATED_FROM_PATIENTS_IN_CHITT_AGONG_BANGLADESH

KHEHRA, Nimrat, Inderbir S. PADDA a Cathi J. SWIFT. Polymerase Chain Reaction (PCR). In: National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information [online]. Florida: StatPearls, 2023 [cit. 2023-06-21]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK589663/>

KUBÁČ, Petr, Silvie ROMANOWSKÁ, Veronika BIGASOVÁ, Jan BURYŠKA a Marcela GINTEROVÁ. Atlas močového sedimentu: Triplfosfáty. In: Sekk [online]. Ostrava, 2001, 2002 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: http://sekk.cz/atlas/xtal_triple.htm

KUBÍNEK, Roman. Základy výpočetní tomografie: lékařská přístrojová technika. In: Docplayer [online]. 2017 [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/37096637-Zaklady-vypocetni-tomografie.html>

KUMAR SHRESTHA, Bijay, Manita TUMBAHANGPHE, Jenish SHAKYA a Sujata CHAUHAN. Uropathogenic Escherichia coli in urinary tract infections: A review on epidemiology, pathogenesis, clinical manifestation, diagnosis, treatments and prevention. Novel Research in Microbiology Journal [online]. 2022, 6(4), 1614-1634 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2537-0294. Dostupné z: doi:10.21608/nrmj.2022.251024

LAKSHMI, Pragma, Alok BHARADWAJ a Ranjan Kumar SRIVASTAVA. Molecular Detection and Identification of Bacteria in Urine Samples of Asymptomatic and Symptomatic Pregnant Women by 16S rRNA Gene Sequencing. Archives of Clinical Infectious Diseases [online]. 2020, 15(3), 1-10 [cit. 2023-06-23]. ISSN 2345-2641. Dostupné z: doi:10.5812/archcid.101136

LAPUM, Jennifer, Michelle HUGHES, Oona ST-AMANT, et al. Physical Examination Techniques: A Nurse's Guide. Toronto, 2020. Dostupné také z: <https://pressbooks.library.torontomu.ca/ippa/>

LAWAL, Opeyemi U., Maria J. FRAQUEZA, Ons BOUCHAMI, et al. Foodborne Origin and Local and Global Spread of Staphylococcus saprophyticus Causing Human Urinary Tract Infections. Emerging Infectious Diseases [online]. 2021, 27(3), 1-14 [cit. 2022-10-04]. ISSN 1080-6040. Dostupné z: doi:10.3201/eid2703.200852

LEE, Dong Sup, Hyun-Sop CHOE, Hee Youn KIM, Sun Wook KIM, Sang Rak BAE, Byung Il YOON a Seung-Ju LEE. Acute bacterial prostatitis and abscess formation. BMC Urology [online]. 2016, 16(1), 1-8 [cit. 2023-06-22]. ISSN 1471-2490. Dostupné z: doi:10.1186/s12894-016-0153-7

LETICA-KRIEGEL, Allison S, Hojjat SALMASIAN, David K VAWDREY, Brett E YOUNGERMAN, Robert A GREEN, E Yoko FURUYA a David P CALFEE. Identifying the risk factors for catheter-associated urinary tract infections: a large cross-sectional study

of six hospitals. *BMJ Open* [online]. 2019, 9(2), 1-7 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2018-022137

LEUNG, Alexander K.C., Alex H.C. WONG, Amy A.M. LEUNG a Kam L. HON. Urinary Tract Infection in Children [online]. In: . 2019, s. 2-18 [cit. 2022-01-07]. ISSN 1872213X. Dostupné z: doi:10.2174/1872213X13666181228154940

LI, Raymund a Stephen LESLIE. Cystitis. In: National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information [online]. Florida: StatPearls, 2022, 2022 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482435/>

MADRAZO-IBARRA, Antonio a Pradeep VAITLA. Histology, Nephron [online]. Florida: StatPearls Publishing, 2021 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554411/>

MAGANA, Maria, Christina SERETI, Anastasios IOANNIDIS, et al. Options and Limitations in Clinical Investigation of Bacterial Biofilms. *Clinical Microbiology Reviews* [online]. 2018, 31(3), e00084-16 [cit. 2022-10-04]. ISSN 0893-8512. Dostupné z: doi:10.1128/CMR.00084-16

MARSHALL, Christopher W., Marcia KURS-LASKY, Christi L. MCELHENY, Sophia BRIDWELL, Hui LIU, Nader SHAIKH a Bonnie Chase PROKESCH. Performance of Conventional Urine Culture Compared to 16S rRNA Gene Amplicon Sequencing in Children with Suspected Urinary Tract Infection. *Microbiology Spectrum* [online]. 2021, 9(3), 1-10 [cit. 2023-06-27]. ISSN 2165-0497. Dostupné z: doi:10.1128/spectrum.01861-21

MARTÍN-RODRÍGUEZ, Alberto J., Mikael RHEN, Keira MELICAN a Agneta RICHTER-DAHLFORS. Nitrate Metabolism Modulates Biosynthesis of Biofilm Components in Uropathogenic *Escherichia coli* and Acts as a Fitness Factor During Experimental Urinary Tract Infection. *Frontiers in Microbiology* [online]. 2020, 11, 1-12 [cit. 2022-06-06]. ISSN 1664-302X. Dostupné z: doi:10.3389/fmicb.2020.00026

MCANINCH, Jack W. a Tom F. LUE. *Smith & Tanagho's General Urology* [online]. 19th. United States: McGraw Hill, 2020 [cit. 2022-10-09]. ISBN ISBN: 978-1-25-983433-2. Dostupné z: <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2840&ionid=241657936>

MEALIE, Carl A., Rimsha ALI a David E. MANTHEY. Abdominal Exam [online]. Florida: StatPearls, 2021 [cit. 2022-10-09]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459220/>

MIHULOVÁ, Iva. Rentgenové kontrastní zobrazovací metody v urologii. online, 2022. Dostupné také z: <https://slideplayer.cz/slide/2726105/>

MOHAMMED, Eman Jassim, Mohammed ALLAMI, Mohammad Reza SHARIFMOGHADAM a Masoumeh BAHREINI. Relationship Between Antibiotic Resistance Patterns and O-Serogroups in Uropathogenic *Escherichia coli* Strains Isolated from Iraqi Patients. In: *Jundishapur Journal of Microbiology* [online]. Jundishapur, 2021, s. 1-9 [cit. 2022-09-27]. ISSN 2008-3645. Dostupné z: doi:10.5812/jjm.118833

MONHART, Václav, Pavel BREJNÍK a Otto HERBER. Infekce urogenitálního traktu: Doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře. [online]. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, 2007 [cit. 2023-06-22]. Dostupné z: <https://www.svl.cz/files/files/Doporucene-postupy-2003-2007/Uroinfekce.pdf>

MUELLER, Matthew a Christopher R. TAINTER. *Escherichia Coli* [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-06-07]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/>

MUKENDI, Alain Mwamba. Emphysematous cystitis: A case report and literature review. *Clinical Case Reports* [online]. 2020, 8(9), 1686-1688 [cit. 2023-06-26]. ISSN 2050-0904. Dostupné z: doi:10.1002/ccr3.2980

NABER, Kurt G., José TIRÁN-SAUCEDO a Florian M. E. WAGENLEHNER. Psychosocial burden of recurrent uncomplicated urinary tract infections [online]. 2022, 10, 1-9 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: doi:10.3205/id000078

NEWMAN, Beverley, Kassa DARGE, Terry LEVIN, Ellen CHUNG, Hansel J. OTERO a Anil G. RAO. ACR–SPR PRACTICE PARAMETER FOR THE PERFORMANCE OF FLUOROSCOPIC AND SONOGRAPHIC VOIDING CYSTOURETHROGRAPHY IN CHILDREN. 10th. Virginie: American College of Radiology, 2019. Dostupné také z: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/VoidingCysto.pdf>

NICHOLSON, Tracy F., Kristin M. WATTS a David A. HUNSTAD. OmpA of Uropathogenic Escherichia coli Promotes Postinvasion Pathogenesis of Cystitis. Infection and Immunity [online]. 2009, 77(12), 5245-5251 [cit. 2023-06-27]. ISSN 0019-9567. Dostupné z: doi:10.1128/IAI.00670-09

NOULAS, Christos N, Markos MARKOU, Rodopi SOTIROPOULOU, Dimitrios E DIAMANTIDIS a Michail KARANIKAS. Gangrenous Cystitis: A Rare Case Report. Cureus [online]. 2023, 15(3), 1-10 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.36233

OYAERT, Matthijs, Britt VAN MEENSEL, Reinoud CARTUYVELS, Johan FRANS, Wim LAFFUT, Patricia VANDECANDELAERE a Hans DE BEENHOUWER. Laboratory diagnosis of urinary tract infections: Towards a BILULU consensus guideline. Journal of Microbiological Methods [online]. 2018, 146, 92-99 [cit. 2023-05-16]. ISSN 01677012. Dostupné z: doi:10.1016/j.mimet.2018.02.006

PARK, Sunho, Eui Tae KIM a Jung-Sik HUH. Virus in the Urine of Healthy People and Patients with Infectious Diseases. Urogenital Tract Infection [online]. 2021, 16(2), 44-48 [cit. 2022-10-05]. ISSN 2465-8243. Dostupné z: doi:10.14777/uti.2021.16.2.44

PARVEZ, Sorwer Alam a Dolilur RAHMAN. Virulence Factors of Uropathogenic E. coli. Microbiology of Urinary Tract Infections - Microbial Agents and Predisposing Factors [online]. IntechOpen, 2019, 2019-2-13, 8-15 [cit. 2022-10-04]. ISBN 978-1-78984-955-4. Dostupné z: doi:10.5772/intechopen.79557

PATEL, Paula R. a Orlando JESUS. CT Scan [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567796/>

PHAN@ LAURA: Diagnostické proužky pro analýzu moče. Brno, 2020. Dostupné také z: https://www.svetkocicek.cz/user/related_files/phan_katalog_cz.pdf

PORAT, Avital, Beenish BHUTTA a Stuart KESLER. Urosepsis. In: National Library of Medicine: National Center for Biotechnology information [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482344/>

QUEREMEL MILANI, Daniel a Ishwarlal JIALAL. Urinalysis [online]. Florida: StatPerls, 2022 [cit. 2022-06-02]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557685/>

RADETIC, Mark, Robert DEVITA a John HAAGA. When is contrast needed for abdominal and pelvic CT?. Cleveland Clinic Journal of Medicine [online]. 2020, 87(10), 595-598 [cit. 2022-10-11]. ISSN 0891-1150. Dostupné z: doi:10.3949/ccjm.87a.19093

RANJAN, SatishKumar, ShivCharan NAVRIYA, Sunil KUMAR, Ankur MITTAL a DeepakPrakash BHIRUD. Emphysematous cystitis: A case report and literature review of 113 cases. Urology Annals [online]. 2021, 13(3), 1-4 [cit. 2023-06-26]. ISSN 0974-7796. Dostupné z: doi:10.4103/UA.UA_61_20

REAL, Jean-Michel, Patrick MUNRO, Caroline BUISSON-TOUATI, Emmanuel LEMICHEZ, Patrice BOQUET a Luce LANDRAUD. Specificity of immunomodulator secretion in urinary samples in response to infection by alpha-hemolysin and CNF1 bearing uropathogenic Escherichia coli. Cytokine [online]. 2007, 37(1), 22-25 [cit. 2023-06-22]. ISSN 10434666. Dostupné z: doi:10.1016/j.cyto.2007.02.016

REDDIVARI, Anil Kumar Reddy a Parth MEHTA. Prostatic Abscess [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551663/>

REZAI, Shadi, Richard GIOVANE, Stephen LOBUE, et al. Detection of Urinary Tract Infection (UTI) and Asymptomatic Bacteriuria using Urinalysis Parameters, a Review. *Obstetrics & Gynecology International Journal* [online]. 2016, 4(2), 1-6 [cit. 2023-06-25]. ISSN 23774304. Dostupné z: doi:10.15406/ogij.2016.04.00104

REZATOFIGHI, Seyedeh Elham, Mahsa MIRZARAZI a Mansour SALEHI. Virulence genes and phylogenetic groups of uropathogenic *Escherichia coli* isolates from patients with urinary tract infection and uninfected control subjects: a case-control study. *BMC Infectious Diseases* [online]. 2021, 21(1), 1-11 [cit. 2022-04-20]. ISSN 1471-2334. Dostupné z: doi:10.1186/s12879-021-06036-4

REZATOFIGHI, Seyedeh Elham, Mahsa MIRZARAZI a Mansour SALEHI. Virulence genes and phylogenetic groups of uropathogenic *Escherichia coli* isolates from patients with urinary tract infection and uninfected control subjects: a case-control study. *BMC Infectious Diseases* [online]. 2021, 21(1), 1-11 [cit. 2023-06-29]. ISSN 1471-2334. Dostupné z: doi:10.1186/s12879-021-06036-4

ROBINSON, Anne E, James R HEFFERNAN a Jeffrey P HENDERSON. The iron hand of uropathogenic *Escherichia coli*: the role of transition metal control in virulence. *Future Microbiology* [online]. 2018, 13(7), 745-756 [cit. 2023-06-24]. ISSN 1746-0913. Dostupné z: doi:10.2217/fmb-2017-0295

ROBINSON, Joan L, Jane C FINLAY, Mia Eileen LANG a Robert BORTOLUSSI. Urinary tract infections in infants and children: Diagnosis and management. *Paediatr Child Health* [online]. 2014, 19(6), 315-319 [cit. 2023-06-26]. ISSN 1205-7088. Dostupné z: doi:10.1093/pch/19.6.315

RYAN, James, Eoghan O'NEILL a Liza MCLORNAN. Urosepsis and the urologist!. *Current Urology* [online]. 2021, 15(1), 39-44 [cit. 2023-06-14]. ISSN 1661-7649. Dostupné z: doi:10.1097/CU9.0000000000000006

SAROWSKA, Jolanta, Bożena FUTOMA-KOLOCH, Agnieszka JAMA-KMIECIK, Magdalena FREJ-MADRZAK, Marta KSIAZCZYK, Gabriela BUGLA-PLOSKONSKA a Irena CHOROSZY-KROL. Virulence factors, prevalence and potential transmission of extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* isolated from different sources: recent reports. *Gut Pathogens* [online]. 2019, 11(1), 1-16 [cit. 2022-09-27]. ISSN 1757-4749. Dostupné z: doi:10.1186/s13099-019-0290-0

SARTIKA, I Nyoman, Ketut SUARTA a Pungky ARDHANI. Diagnostic value of urine Gram staining for urinary tract infection in children. *Paediatrica Indonesiana* [online]. 2009, 49(4), 205-8 [cit. 2023-06-25]. ISSN 2338-476X. Dostupné z: doi:10.14238/pi49.4.2009.205-8

SATHIANANTHAMOORTHY, Sanchutha, James MALONE-LEE, Kiren GILL, et al. Reassessment of Routine Midstream Culture in Diagnosis of Urinary Tract Infection. *Journal of Clinical Microbiology* [online]. 2019, 57(3), e01452-18 [cit. 2023-06-26]. ISSN 0095-1137. Dostupné z: doi:10.1128/JCM.01452-18

SCOTT, Anna Mae, Justin CLARK, Chris Del MAR a Paul GLASZIOU. Increased fluid intake to prevent urinary tract infections: systematic review and meta-analysis. *British Journal of General Practice* [online]. 2020, 70(692), e200-e207 [cit. 2023-06-15]. ISSN 0960-1643. Dostupné z: doi:10.3399/bjgp20X708125

SEKÁČOVÁ, Anna a Jitka MACEČKOVÁ. Laboratorní příručka oddělení lékařské mikrobiologie: LP – 03-0443/12 [online]. In: . Vsetín, 2019 [cit. 2023-05-09]. Dostupné z: https://nemocnice-vs.cz/wp-content/uploads/2019/06/LP-OLM-R4_2019_2.pdf

SHAH, Aalap a Abid IRSHAD. Sonography Doppler Flow Imaging Instrumentation [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-10-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580539/>

SIMERVILLE, JEFF A., WILLIAM C. MAXTED a JOHN J. PAHIRA. Urinalysis: A Comprehensive Review. American family physician [online]. 2005, 71(6), 1153-1162 [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2005/0315/p1153.html>

STANĚK, Libor. Polymerázová řetězová reakce: princip metody a využití v molekulární patologii. Česko-slovenská patologie [online]. 2013, 49(3), 119–121 [cit. 2023-06-22]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/cesko-slovenska-patologie/2013-3-2/polymerazova-retezova-reakce-princip-metody-a-vyuziti-v-molekularni-patologii-41222/download?hl=cs>

SUARDANA, I Wayan. Analysis of Nucleotide Sequences of the 16S rRNA Gene of Novel Escherichia coli Strains Isolated from Feces of Human and Bali Cattle. Journal of Nucleic Acids [online]. 2014, 2014, 1-7 [cit. 2023-06-22]. ISSN 2090-0201. Dostupné z: doi:10.1155/2014/475754

SUHANDYNATA, Raymond T, Kyle LUND, Andrés M CARABALLO-RODRÍGUEZ, Sharon L REED, Pieter C DORRESTEIN, Robert L FITZGERALD a Nicholas J BEVINS. Mass Spectrometry–Based Detection of Beta Lactam Hydrolysis Enables Rapid Detection of Beta Lactamase Mediated Antibiotic Resistance. Laboratory Medicine [online]. 2022, 53(2), 128-137 [cit. 2023-06-27]. ISSN 0007-5027. Dostupné z: doi:10.1093/labmed/lmab068

TEKLU, Dejenie Shiferaw, Abebe Aseffa NEGERI, Melese Hailu LEGESE, Tesfaye Legesse BEDADA, Hiwot Ketema WOLDEMARIAM a Kassu Desta TULLU. Extended-spectrum beta-lactamase production and multi-drug resistance among Enterobacteriaceae isolated in Addis Ababa, Ethiopia [online]. In: . 2019 [cit. 2022-01-07]. ISSN 2047-2994. Dostupné z: doi:10.1186/s13756-019-0488-4

TERLIZZI, Maria E., Giorgio GRIBAUDO a Massimo E. MAFFEI. UroPathogenic Escherichia coli (UPEC) Infections: Virulence Factors, Bladder Responses, Antibiotic, and Non-antibiotic Antimicrobial Strategies. Frontiers in Microbiology [online]. 2017, 8, 1-23 [cit. 2022-10-04]. ISSN 1664-302X. Dostupné z: doi:10.3389/fmicb.2017.01566

TULLINGTON, Jessica E. a Nathan BLECKER. Lower Genitourinary Trauma [online]. Florida: StatPearls, 2022 [cit. 2022-06-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557527/>

ULLAH, Hanif, Kashif BASHIR, Muhammad IDREES, et al. Phylogenetic analysis and antimicrobial susceptibility profile of uropathogens. PLOS ONE [online]. 2022, 17(1), 1-12 [cit. 2023-06-27]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0262952

VERMA, Vivek, Parveen KUMAR, Surbhi GUPTA, Sonal YADAV, Rakesh Singh DHANDA, Henrik THORLACIUS a Manisha YADAV. A-Hemolysin of uropathogenic E. coli regulates NLRP3 inflammasome activation and mitochondrial dysfunction in THP-1 macrophages. Scientific Reports [online]. 2020, 10(1), 1-17 [cit. 2022-04-20]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-020-69501-1

VIDEČNIK ZORMAN, Jerneja, Mojca MATIČIČ, Samo JEVERICA a Tomaž SMRKOLJ. Diagnosis and treatment of bacterial prostatitis. Acta Dermatovenerologica Alpina Pannonica et Adriatica [online]. 2015, 24(2), 1-5 [cit. 2023-06-22]. ISSN 1318-4458. Dostupné z: doi:10.15570/actaapa.2015.8

VYAS, Jatin. Gram stain. In: MedlinePlus: National Library of Medicine [online]. 2022 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://medlineplus.gov/ency/imagepages/19955.htm>

WAWRYSIUK, Sara, Kurt NABER, Tomasz RECHBERGER a Pawel MIOTLA. Prevention and treatment of uncomplicated lower urinary tract infections in the era of increasing antimicrobial resistance—non-antibiotic approaches: a systemic review.

Archives of Gynecology and Obstetrics [online]. 2019, 300(4), 821-828 [cit. 2023-05-19]. ISSN 0932-0067. Dostępne z: doi:10.1007/s00404-019-05256-z

WILES, Travis J., Richard R. KULESUS a Matthew A. MULVEY. Origins and virulence mechanisms of uropathogenic Escherichia coli. Experimental and Molecular Pathology [online]. 2008, 85(1), 11-19 [cit. 2022-04-11]. ISSN 00144800. Dostępne z: doi:10.1016/j.yexmp.2008.03.007

WINTER, Sebastian E., Maria G. WINTER, Mariana N. XAVIER, et al. Host-Derived Nitrate Boosts Growth of E. coli in the Inflamed Gut. Science [online]. 2013, 339(6120), 708-711 [cit. 2022-06-06]. ISSN 0036-8075. Dostępne z: doi:10.1126/science.1232467

WU, Eric H. a Franco L. De CICCIO. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Male Genitourinary Tract [online]. Florida: Treasure Island, 2021 [cit. 2022-06-15]. Dostępne z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562291/>

ZALESKA-DOROBISZ, Urszula, Anna BIEL, Dąbrówka SOKOŁOWSKA-DĄBEK, Cyprian OLCHOWY a Mateusz ŁASECKI. Ultrasonografia w diagnostyce krwotocznego zapalenia pęcherza moczowego po przeszczepach szpiku kostnego u dzieci. Journal of Ultrasonography [online]. 2014, 14(58), 258-272 [cit. 2023-06-26]. ISSN 20848404. Dostępne z: doi:10.15557/JoU.2014.0026