

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

KBES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Znalosti žáků o využívání antibiotik a biologické rezistenci
Students' knowledge of antibiotic use and biological resistance

Karin Beranová

Vedoucí práce: PhDr. Karel Vojříř, Ph.D

Studijní program: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na
vzdělávání

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Znalosti žáků o využívání antibiotik a biologické rezistenci potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Prohlašuji, že jsem při její tvorbě nepoužila nástrojů umělé inteligence jiným způsobem, než je uvedeno ve vyjádření, které je součástí textu práce. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, 11. 4. 2025

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, PhDr. Karlu Vojířovi Ph.D, za nesmírnou trpělivost, ochotu, cenné rady a upřímné připomínky nejen při zpracovávání této práce, ale i během celého studia na vysoké škole. Dále bych chtěla poděkovat všem vyučujícím, již reagovali na můj e-mail, a respondentům, kteří vyplnili dotazník. V neposlední řadě děkuji své rodině (matce, otci, bratřovi a přátelům) za obrovskou podporu a motivaci během celého studia.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na znalosti žáků o antibiotikách a antibiotické rezistenci. Cílem práce bylo zjistit, jaké mají žáci třetích ročníků vyšších gymnázií znalosti a postoje k užívání antibiotik a antibiotické rezistenci. Výzkum byl realizován pomocí kvantitativního dotazníkového šetření. Dotazník zahrnoval znalostní a postojový okruh. Vyplnilo jej 413 žáků třetích ročníků vyšších gymnázií se všeobecným zaměřením (v České republice).

Žáci gymnázií se dobře orientují v původcích bakteriálních a virových onemocnění a mají odpovídající znalosti v jejich léčbě. Mají však nedostatečné znalosti o léčbě houbových a parazitárních onemocnění. Žáci mají dobré povědomí o mikroflóře a jejím ovlivňování. Vědí, co je antibiotická rezistence a že vzniká v důsledku užívání antibiotik, ale výrazně méně se orientují v jejím šíření. Přístup žáků k užívání antibiotik je zodpovědný. Léčbu antibiotiky konzultují s lékařem a jsou při manipulaci s antibiotiky obezřetní. Uvědomují si, že je antibiotická rezistence problémem, ale nejsou dostatečně informovaní o momentální situaci v České republice. Souhlasí s myšlenkou, že by se antibiotické rezistenci mělo ve školách věnovat více pozornosti. Do učiva ve školách by bylo vhodné více zakomponovat, kterým typem infekce jsou onemocnění způsobována, a tím zdůvodnit způsob léčby, jak správně užívat antibiotika, která rizika přináší jejich nadužívání, kterými způsoby se může šířit antibiotická rezistence.

KLÍČOVÁ SLOVA

antibiotika, antibiotická rezistence, znalosti o antibiotikách, znalosti o antibiotické rezistenci, postoje k užívání antibiotik

ABSTRACT

The bachelor's thesis focuses on students' knowledge of antibiotics and antibiotic resistance. The aim of the thesis was to find out what knowledge and attitudes third year pupils of upper secondary schools have about antibiotic use and antibiotic resistance. The research was conducted using a quantitative questionnaire survey. The questionnaire included a knowledge and attitude section. It was filled in by 413 pupils of third years of upper secondary schools with general specialization (in the Czech Republic).

The pupils of grammar schools are well versed in the causative agents of bacterial and viral diseases and have adequate knowledge in their treatment. However, they have insufficient knowledge of the treatment of fungal and parasitic diseases. Pupils have a good understanding of the microflora and how it affects them. They know what antibiotic resistance is and that it is caused by the use of antibiotics, but they are significantly less knowledgeable about its spread. Pupils' attitude to antibiotic use is responsible. They consult a doctor for antibiotic treatment and are cautious when handling antibiotics. They are aware that antibiotic resistance is a problem, but they are not sufficiently informed about the current situation in the Czech Republic. They agree with the idea that more attention should be paid to antibiotic resistance in schools. It would be useful to include more in the school curriculum the type of infection that causes the disease and thus justify the treatment, how to use antibiotics correctly, the risks of overuse and the ways in which antibiotic resistance can spread.

KEYWORDS

antibiotics, antibiotic resistance, knowledge about antibiotics, knowledge about antibiotic resistance, attitudes towards antibiotic use

Obsah

Úvod	7
1 Cíle a výzkumné otázky	8
2 Teoretická východiska	9
2.1 Stavba bakteriální buňky	9
2.1.1 Buněčné obaly	9
2.1.2 Pozorování bakterií	11
2.2 Bakteriální infekce u člověka	11
2.2.1 Akutní a chronické infekce	12
2.2.2 Komunitní a nozokomiální infekce	13
2.2.3 Prevence bakteriálních onemocnění	13
2.3 Antibiotika	15
2.3.1 Druhy antibiotik z hlediska účinku na bakteriální buňku	15
2.4 Rezistence bakterií na antibiotika	16
2.4.1 Druhy získaných rezistencí	17
2.4.2 Určování citlivosti k antibiotikům	19
3 Metodologie	23
3.1 Výzkumný vzorek	23
3.2 Sběr dat	25
3.3 Výzkumný nástroj	25
3.4 Zpracování dat	26
4 Výsledky a diskuse	27
4.1 Znalosti žáků gymnázií o bakteriálních a virových onemocněních	27
4.2 Znalosti žáků gymnázií o užívání antibiotik a problémech s nimi spjatých	28
4.3 Znalosti žáků gymnázií o antibiotické rezistenci	33

4.4	Postoj žáků gymnázií k užívání antibiotik.....	35
	Závěr.....	38
	Seznam použitých informačních zdrojů	39
	Seznam příloh	43
	Příloha 1 – dotazník.....	43

Úvod

Antibiotická rezistence neboli odolnost bakterií vůči antibiotikům, je v dnešní době globálním problémem. Vzniká z důvodu nadužívání antibiotik jak v moderní medicíně, tak ve zvěrolékařství. Antibiotika jsou v důsledku antibiotické rezistence bakterií neúčinná. Brzy nebudeme mít čím léčit banální bakteriální infekce a provádět nutné výkony, jako jsou chemoterapie, transplantace orgánů, císařský řez a mnoho dalších (World Health Organization, 2023a). Pokud lidstvo bude tento problém přehlížet, je možné, že v roce 2050 bude na bakteriální infekce, jakožto výsledku antibiotické rezistence, umírat přes 1,9 milionů lidí ročně (nárůst rezistence o 70 % oproti roku 2022) (The Lancet, 2024). Problém antibiotické rezistence v České republice je sice nižší než v jižních a východních zemích, ale stále zde může být prostor pro zlepšení (Státní zdravotní ústav, 2022c).

Aby se snížil počet využívaných antibiotik, a tím i antibiotických rezistencí, je důležitým základním krokem zvýšení úrovně znalostí o vhodném užívání antibiotik mezi obyvatelstvem, počínaje žáky na základních a středních školách. Zvyšování úrovně znalostí do velké míry ovlivňuje postoj k užívání antibiotik. Pro další postup je proto důležité mít zpětnou vazbu od žáků, aby učitelé věděli, na která témata by se měli více zaměřit. V současné době nejsou k dispozici aktuální data z České republiky.

1 Cíle a výzkumné otázky

Cílem této bakalářské práce bylo získat nová data o znalostech a postojích žáků 3. ročníků vyšších gymnázií vůči užívání antibiotik a antibiotické rezistenci.

Na základě stanoveného cíle byly formulovány výzkumné otázky:

- Jaké mají žáci gymnázií znalosti o bakteriálních a virových onemocněních?
- Jaké mají žáci gymnázií znalosti o užívání antibiotik a problémech s nimi spjatých?
- Jaké mají žáci gymnázií znalosti o antibiotické rezistenci?
- Jaký mají žáci gymnázií postoj k užívání antibiotik?

Zodpovězením těchto otázek bude zjištěno, do jaké míry se žáci v problematice bakteriálních a virových onemocnění, antibiotik a antibiotické rezistence orientují. Díky tomu bude možné odhalit případné mezery ve výuce, a poukázat tak na možné rozvíjení výuky. Porozumění těmto tématům je důležité, poněvadž podporuje zodpovědné chování při užívání antibiotik a tím snižování rizika šíření antibiotické rezistence, která je v současné době jedním z největších globálních zdravotních problémů.

2 Teoretická východiska

2.1 Stavba bakteriální buňky

Bakterie je jednobuněčný prokaryotní organismus (Kadner & Rogers, 2025). Bakteriální buňka je velká od 0,2 μm do 0,75 mm. Roste a má rozdílné vlastnosti v závislosti na prostředí, ve kterém žije (Goering et al., 2016; Schindler, 2014). Na rozdíl od buňky eukaryotní (houbová, rostlinná, živočišná buňka) obsahují prokaryota nukleoid, což je jedna dvouvláknová molekula deoxyribonukleové kyseliny (jeden chromozom) uzavřena v kruhu (Goering et al., 2016; Hamplová, 2022) Tato struktura drží pohromadě pomocí tří bílkovin (Schindler, 2014). Není ohraničena jadernou membránou. Nukleoid je nositelem genetické informace bakteriální buňky. Uvnitř cytoplazmy se nachází ribozomy, na nichž probíhá proteosyntéza (Goering et al., 2016; Schindler, 2014). Protože jaderná deoxyribonukleová kyselina není od cytoplazmy oddělena jadernou membránou, mohou ribozomy téměř okamžitě nasedat na vznikající nukleové kyseliny, a tvořit tak bílkoviny velice rychle (na rozdíl od eukaryot). Vznikající proteiny mají charakter nejen strukturální, ale i enzymatický. Tyto proteiny mají velký význam k vysvětlení rezistence bakterií k antibiotikům (Bednář et al., 2009).

Kromě jaderné deoxyribonukleové kyseliny se může v bakteriální buňce vyskytovat mimojaderná deoxyribonukleová kyselina, nazývaná plazmid (Beneš, 2018; Goering et al., 2016). Plazmidy hrají významnou roli v antibiotických rezistencích, ale nejsou přítomny u každé bakterie (Beneš, 2018).

Dále se mohou v cytoplazmě nacházet buněčné inkluze (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014). Obsahují zásobní látky (Bednář et al., 2009), které jsou zdrojem energie (Schindler, 2014).

2.1.1 Buněčné obaly

Obzvláště významné pro vysvětlení rezistence k antibiotikům jsou také buněčné obaly. Cytoplazmu obklopuje a chrání semipermeabilní membrána, složená z dvojvrstvy fosfolipidů (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014) a proteinů. Na cytoplazmatickou membránu nasedá buněčná stěna (peptidoglykan neboli murein) (Bednář et al., 2009). Je to síť střídajících se chemických látek (N-acetylglukosaminu a N-

acetylmuramové kyseliny) navzájem propojených β -1 \rightarrow 4 glykosidickou vazbou (Goering et al., 2016). Toto propojení katalyzují enzymy transpeptidázy – penicillin-binding proteiny, které mají schopnost vázat penicilinová antibiotika (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014). Tyto enzymy jsou zodpovědné i za tvorbu sítě buněčné stěny při dělení bakterie. Pokud se penicilinové antibiotikum naváže na penicillin-binding protein, je inaktivován, buněčná stěna není schopna vytvořit síť a bakterie se rozpadá (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014). Podle složení buněčné stěny můžeme rozeznat Gram pozitivní (G+) a Gram negativní (G-) bakterie:

- G+ bakterie mají jednodušší buněčnou stěnu. Buněčná stěna je tvořena mohutnou vrstvou peptidoglykanu (Goering et al., 2016; Hamplová, 2022), který je protkán řetězcí kyseliny teichoové (Bednář et al., 2009; Hamplová, 2022). Kyselina teichoová má funkci antigenní. Buněčná stěna G+ bakterií je pevnější než u G- bakterií (Bednář et al., 2009). Protože G+ bakterie nemají, na rozdíl od G- bakterií, mikropouzdro, a tím ani periplazmatický prostor, vypouští enzymy do vnějšího prostředí. Enzymy zde štěpí makromolekulární látky na menší štěpy, které se snáz dostanou do buňky (Schindler, 2014).
- G- bakterie mají buněčnou stěnu tenčí, ale stavebně složitější a několikavrstevnou. Peptidoglykan je zevně obklopen mikropouzdrém. Mikropouzdro je další obalová vrstva skládající se ze sacharidů, lipidů i proteinů (Bednář et al., 2009; Goering et al., 2016). Proteiny tvoří poriny, což jsou póry pro přechod vody a malých molekul z vnějšího prostředí do tzv. periplazmatického prostoru (Goering et al., 2016; Schindler, 2014). V periplazmatickém prostoru jsou enzymy pro transport, štěpení a pohyb. Také se zde nachází β -laktamy a β -laktamázy, které inaktivují penicilin (Goering et al., 2016; Schindler, 2014). Lipopolysacharid mikropouzdra se nazývá endotoxin. Když se vlivem léčby antibiotik (při vysokých dávkách antibiotik) rozpadne mnoho bakteriálních buněk najednou, může vzniknout endotoxinový šok. Připomíná šok anafylaktický při těžké alergické reakci (Bednář et al., 2009).

G+ i G- bakterie může ještě obklopovat na povrchu pouzdro (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014). Má funkci ochrannou a zabraňuje leukocytům bakteriální buňku fagocytovat (Schindler, 2014). Pouzdro je faktorem bakteriální virulence. Opouzdřené bakterie jsou

nebezpečné (Bednář et al., 2009). Dále se na povrchu bakterie může nacházet glykokalyx (pouzdro či hlen) pro přilnutí na pevné povrchy (např. sliznici, zubní sklovinu, implantáty) (Schindler, 2014).

Dalšími přídatnými organelami, které mohou, ale nemusí, být součástí stavby bakteriální buňky, jsou bičíky (flagella) a fimbrie (pili, brvy). Bičíky slouží k pohybu a fimbrie k uchycení ke tkáni např. ráně člověka (Goering et al., 2016; Hamplová, 2022).

2.1.2 Pozorování bakterií

Pomocí mikroskopických metod lze studovat morfologii bakterií. Bakterie můžeme pozorovat optickým mikroskopem při zvětšení 1000× (Bednář et al., 2009). Bakterie pozorujeme usmrcené (např. plamenem), obarvené Gramovo barvením (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014), za pomoci imerzního oleje (Bednář et al., 2009). G+ bakterie se barví modře a G- červeně. Je to základní barvicí technika a napomáhá v orientaci mezi bakteriemi (Bednář et al., 2009; Hamplová, 2022). Je možné rozeznávat tvar a charakteristické vlastnosti bakterií, tzn. i mechanismus infekce (Schindler, 2014).

Bakterie se rozdělují podle tvaru na koky (kulovité bakterie), tyčinky (tyčinkovité bakterie) (Alberts et al., 2005; Schindler, 2014) a spirochety (spirálovité bakterie) (Göpfertová et al., 2002; Hamplová, 2022). U bakterií barvených Gramovo barvením jiné tvary nenalezneme.

Existují i bakterie, které se Gramovo barvením nebarví (chlamydie, mycoplasmata, borrelie, spirochety). U těch však získaná rezistence k antibiotikům není problémem, proto zde nebudou nadále zmiňovány (Bednář et al., 2009).

2.2 Bakteriální infekce u člověka

Patogenita bakterie znamená schopnost bakterie vyvolat onemocnění u člověka a zvířat. Závisí nejen na imunitním stavu člověka, ale také na virulenci bakterie. Virulence je míra patogenity, tzn. do jaké míry (jak moc) dokáže bakterie způsobit onemocnění (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014). Je dána invazivitou, kolonizací, adherencí (neboli přilnutím) na sliznici (Schindler, 2014) a toxigenitou bakterie (Bednář et al., 2009).

Invazivita neboli schopnost bakterie pronikat do organismu a tam se rozmnožit závisí na tom, čím vším je bakterie obdařena. To znamená, že obsahuje-li na své buněčné stěně

bílkoviny k uchycení na tkáni či fimbrie, má-li bičíky, je-li opouzdřená, je G+ či G- (Bednář et al., 2009). S invazivitou je spjata kolonizace, což je schopnost osídlit sliznice hostitele (Schindler, 2014). Toxigenita bakterie je schopnost bakterie produkovat toxiny (antigenní bílkoviny) a enzymy, které dokážou poškozovat živočišnou buňku (Bednář et al., 2009; Schindler, 2014). Bakteriální toxiny fungují jako enzymy – mají specifickou aktivitu. Mohou se vázat na buňky (cytotoxiny), tkáně, tekutiny. Neurotoxiny (např. botulotoxin, tzv. klobásový jed) poškozují neurony, hemolyziny ničí erytrocyty, enterotoxiny narušují sliznice ve střevě, nekrotoxiny způsobují nekrózu (intravitální odumření tkáně). Geny pro toxiny jsou uloženy buď v chromozomu, nebo plazmidu. Toxiny je možné detoxikovat vyšší teplotou, ultrafialovým zářením či chemicky. Po několika týdnech dochází ke změně molekuly, zániku toxicity, ale zůstává imunogenita. Tento toxin se označuje jako toxoid a je využíván při očkování (např. na tetanus, záškrť) (Göpfertová et al., 2002; Schindler, 2014).

2.2.1 Akutní a chronické infekce

Infekce neboli nákaza znamená přítomnost, množení a nepříznivé působení mikroorganismu na hostitele. Bakterie se může přichytit či penetrovat na povrch, dostat se do těla přes ránu, při poranění povrchu (kůže) nebo systémové obrany (např. při popálení, zavádění cizích těles, infekci močových cest, po předchozí infekci a oslabení imunitního systému) (Goering et al., 2016).

Bakteriální infekce u člověka mohou probíhat akutně (rychle) a chronicky (pomalu). Od typu infekce se také odvíjí, jaké bakterie a s jakou rezistencí se budou v infekčním ložisku nacházet (Beneš, 2018).

Bakterie se rozmnožují tak, že se mateřská buňka rozdělí na dvě buňky dceřiné (Alberts et al., 2005; Goering et al., 2016). U akutních infekcí se buňky dělí exponenciálně, každých 20 minut (Alberts et al., 2005). Za 3 hodiny je jich již 1000× více. Akutní infekce jsou infekce, které probíhají rychle, v dobře prokrvených tkáních (ledviny, plíce, mandle). Jsou způsobeny jedním druhem bakterie, která nemá žádný typ rezistence (divoký kmen bakterie). Pokud ale má bakterie nějakou rezistenci, pak se tato rezistence přenáší z mateřské buňky na dceřinou a zůstává stále stejná. Tento typ rezistence se nazývá chromozomální a přenáší se vertikálně – z mateřské buňky na dceřinou (Beneš, 2018).

Na tyto akutní infekce podáváme nejčastěji penicilinová antibiotika z důvodu jejich rychlého účinku. Penicilinová antibiotika jsou baktericidní, usmrtí bakterie během několika dní. Stačí i terapie krátkodobá; u zdravého člověka si následně s infekcí poradí imunita (Beneš, 2018).

Chronická infekce je infekce, která probíhá pomalu a dlouho. Bakterie jsou schované v hůře dostupných, špatně prokrvených tkáních, do kterých antibiotika pronikají obtížně. Bakterie se množí velmi pomalu, často je v ložisku infekce i více druhů bakterií a mají různé druhy rezistencí. Rezistence se přenáší jak vertikálně – na potomky –, tak horizontálně. Horizontální přenos probíhá buď konjugací – pomocí plazmidu –, nebo transformací – zachycování molekuly deoxyribonukleové kyseliny z okolí (Alberts et al., 2005). Tyto infekce jsou těžko léčitelné, léčba trvá dlouho a často je nelze vyléčit antibiotiky. Proto je potřeba zvolit ještě jiný druh léčby, např. operační. Jedná se např. o kloubní infekce nebo abscesy (dutina naplněná hnisem) (Beneš, 2018).

2.2.2 Komunitní a nozokomiální infekce

Komunitní infekce jsou infekce, kterými se pacient nakazí mimo nemocnici. Je pro ně typické, že se dají dobře léčit antibiotiky. Rezistence, pokud je přítomna, bývá pouze vertikální (chromozomální) (Jindrák et al., 2014).

Nozokomiální infekce jsou infekce, kterými se pacient nakazí v nemocnici. Bakterie v nemocnici jsou často rezistentní vůči více druhům antibiotik (Jedličková, 2004; Jindrák et al., 2014). Rezistence se přenáší horizontálně. Důvodem je právě terapie antibiotiky, protože se bakterie přizpůsobují tlaku antibiotik a vyvíjejí si na ně rezistenci. V nemocnici se tyto bakterie přenáší hlavně rukama personálu, lůžkovinami, vzduchem a aerosoly. Riziko ohrožení se zvyšuje s délkou pobytu v nemocnici. Ohroženi jsou hlavně pacienti po operacích, staří pacienti, pacienti s oslabenou imunitou (Jindrák et al., 2014).

2.2.3 Prevence bakteriálních onemocnění

Prvním krokem k ochraně lidského zdraví je prevence onemocnění. Cílem preventivních opatření je chránit nejen jednotlivce, ale i zabránit šíření infekcí v populaci. Základem prevence je důsledná osobní hygiena, především mytí rukou vodou i mýdlem po použití toalety, před jídlem, po návratu domů, po kontaktu s nemocnými lidmi nebo zvířaty. Mytí rukou je často podceňováno, protože kromě samotného opláchnutí vodou a mýdlem musí

být bakterie (a viry) smyty mechanicky. Na ruce je totiž mnoho záhybů, ve kterých se mohou patogeny zachycovat. Při nedodržování hygieny rukou je možné na ruce najít asi 4700 různých patogenů. Pomocí rukou se šíří 80 % všech infekčních onemocnění (Státní zdravotní ústav, 2023b; World Health Organization, 2023b). V domácnostech i veřejných prostorech je také důležité udržování čistoty prostředí, dezinfekce ploch, správné zacházení s odpady a pravidelné větrání v místnostech (World Health Organization, 2023b).

Mezi další metody patří očkování. Ačkoli je očkování většinou využíváno jako prevence virových infekcí, existují i očkování proti specifickým bakteriálním patogenům jako jsou *Streptococcus pneumoniae* (pneumonie, meningitida), *Haemophilus influenzae* typu B (epiglottitida), *Neisseria meningitidis* (meningitida), *Bordetella pertussis* (černý kašel) nebo *Clostridium tetani* (tetanus) (European Centre for Disease Prevention and Control, 2022; Státní zdravotní ústav, 2022b).

Funkční imunitní systém je přirozenou ochranou proti mnoha infekcím. Jeho činnost je pozitivně ovlivněna zdravým životním stylem, který zahrnuje vyváženou stravu, pravidelný pohyb, dostatek spánku, omezení stresu a vyhýbání se návykovým látkám (alkohol).

K prevenci bakteriálních onemocnění přispívá také bezpečné sexuální chování. Používání bariérové antikoncepce (např. kondomu) snižuje riziko přenosu infekcí, jako je kapavka (*Neisseria gonorrhoeae*), syfilis (*Treponema pallidum*) či chlamydie (*Chlamydia trachomatis*) (Center for disease control and prevention, 2024).

Některé bakterie, například *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* nebo *Escherichia coli*, se mohou do těla dostat kontaminovanými potravinami. Proto je důležité před požitím důkladně tepelně zpracovat maso, umýt ovoce a zeleninu, potraviny správně skladovat (Centers for disease control and prevention, 2024).

Jak již bylo zmíněno v kapitole Komunitní a nozokomiální infekce, centrem přenosu infekcí může být i nemocnice. Přenos infekcí v nemocnicích je nebezpečnější než kdekoli jinde z důvodu oslabené imunity pacientů, chirurgických zákroků atd. Proto je důležité používat zdravotnické pomůcky a následně je dezinfikovat a sterilizovat, dodržovat hygienu rukou, izolovat pacienty s infekčním onemocněním a sledovat výskyt nálezů. Zásadní roli zde také hraje zodpovědné užívání antibiotik (Státní zdravotní ústav, 2023a).

2.3 Antibiotika

Antibiotika jsou látky, které zastavují růst a množení bakterií (bakteriostatická), či je usmrcují (baktericidní). Antibiotika jsou izolována z bakteriálních, houbových kultur (Göpfertová et al., 2002) nebo jsou využívány jejich syntetické deriváty (Göpfertová et al., 2002; Schindler, 2014).

Baktericidní antibiotika zastavují množení (Jedličková, 2004) a způsobují smrt bakterie (Bednář et al., 2009; Jedličková, 2004). Působí rychle, klinická úleva nastává do 48 hodin. Používají se při léčbě akutních infekcí; hlavně tam, kde je sepsa (bakterie koluje v krvi člověka) (Bednář et al., 2009).

Bakteriostatická antibiotika utlumují metabolismus bakterie, zastavují její růst (Jedličková, 2004) a zastavují množení bakterií (Bednář et al., 2009; Jedličková, 2004). Působí pomaleji, klinická úleva nastává minimálně za 72 hodin. Používají se v případě, kdy infekce není akutní. Tato antibiotika mají velký význam právě u chronických infekcí (Bednář et al., 2009).

Spektrum účinku antibiotik, tzn. rozsah bakterií, na které je antibiotikum účinné, může být:

- **Úzké** – antibiotika působí pouze na jeden druh bakterie (či pouze pár druhů);
- **Střední** – antibiotika působí na G+ bakterie nebo na G- bakterie;
- **Široké** – antibiotika působí na téměř všechny druhy bakterií (Jindrák et al., 2014).

2.3.1 Druhy antibiotik z hlediska účinku na bakteriální buňku

Látky působící proti mikroorganismům se liší svou velikostí a celkovou skladbou molekuly, proto budou mít i různý mechanismus účinku. Místo, kam se váže antibiotikum, se označuje jako cílová struktura (Schindler, 2014). Podle cílové struktury jsou rozeznávány různé mechanismy účinku antibiotik:

- A) **Inhibice syntézy buněčné stěny bakterie** (Jedličková, 2004; Kolář et al., 2013) – tato antibiotika jsou relativně netoxická, protože působí na buněčnou stěnu bakterie. Lidská buňka buněčnou stěnu nemá. Jsou baktericidní, účinkují na grampozitivní i gramnegativní bakterie (Kolář et al., 2013). Patří sem všechna beta-laktamová

antibiotika (peniciliny, cefalosporiny, monobaktamy, karbapenemy) (Jindrák et al., 2014; Schindler, 2014).

Bakterie mají na své buněčné stěně enzymatický receptor (penicillin-binding protein), na který se všechna beta-laktamová antibiotika vážou. Penicillin-binding protein je za normálních okolností důležitý k tvorbě nové buněčné stěny při dělení bakterií, tedy když se bakterie množí. Antibiotikum se naváže na penicillin-binding protein a znemožní tak bakterii tvorbu nové buněčné stěny při množení. Bakterie se rozpadá a výsledkem je smrt bakterie (Jindrák et al., 2014).

- B) **Inhibice proteosyntézy** – bakteriostatická antibiotika. Působí na ribozomu bakteriální buňky. Tato antibiotika interferují s messengerovou ribonukleovou kyselinou (ta nese informaci) či transferovou ribonukleovou kyselinou (s aminokyselinami pro syntézu polypeptidového řetězce), a tím zabraňují připojení řetězce (Jindrák et al., 2014; Schindler, 2014).
- C) **Inhibice syntézy nukleových kyselin** – zabraňují rozpletení a replikaci deoxyribonukleové kyseliny (navázání na gyrázu a topoizomerázu IV), způsobují zlom deoxyribonukleové kyseliny nebo nepřímo zasahují do syntézy nukleotidů (Jindrák et al., 2014; Schindler, 2014).
- D) **Působení na cytoplazmatickou membránu** – dochází k navázání antibiotika na cytoplazmatickou membránu a následně změně její permeability (Jedličková, 2004). Tato antibiotika jsou toxická. Lidské buňky mají na povrchu cytoplazmatickou membránu, tato antibiotika poškozují i lidské buňky (Jindrák et al., 2014; Schindler, 2014).

2.4 Rezistence bakterií na antibiotika

Bakteriální rezistence je odolnost bakterií vůči antibiotikům (Göpfertová et al., 2002; Jedličková, 2004). Může vznikat díky přítomnosti genů pro rezistenci (R), selekčnímu tlaku antibiotik a schopnosti rychlé evoluce bakteriálního genu. K nárůstu rezistentních druhů dochází nejen z důvodu zbytečné indikace antibiotik u lidí, ale i používání antibiotik ve veterinářství a zemědělství (Jedličková, 2004). Rozeznáváme dva hlavní

typy rezistencí vůči antibiotikům: přirozenou a získanou (Jedličková, 2004; Jindrák et al., 2014).

Přirozená rezistence znamená, že antibiotika působí pouze na určité druhy bakterií (Beneš, 2018). Je dána strukturou bakteriální buňky. Buď se antibiotikum do buňky nedostane, protože nemá transportní systém nebo protože chybí cílová struktura, nebo se antibiotikum nedostane přes buněčnou stěnu (Schindler, 2014).

U získané rezistence rozeznáváme rezistenci chromozomální a extrachromozomální. Chromozomální rezistence není tak nebezpečná. Je vázána na chromozom, tedy na jadernou deoxyribonukleovou kyselinu a přenáší se vertikálně (z mateřské buňky na dceřiné) (Beneš, 2018; Schindler, 2014).

Extrachromozomální rezistence se přenáší horizontálně a je velmi nebezpečná. Jedná se o rezistenci, která se vlivem nadužívání antibiotik přesunula z bakteriálního chromozomu do plazmidu (extrachromozomální nukleové kyseliny). Plazmid je váček s nukleovou kyselinou, která přenáší nebezpečný druh rezistence z bakterie na bakterii, z jednoho druhu na jiný druh, tzv. skáče (Beneš, 2018; Hurych & Štícha, 2021). Plazmid s genem pro antibiotickou rezistenci je označován jako R-plazmid (Goering et al., 2016; Schindler, 2014). Ten se v buňce množí a infikuje ostatní buňky. Plazmid může být v nové buňce nestabilní kvůli špatné adaptaci (např. plazmidy v kuřatech či hovězím dobytku nepřežijí v lidské buňce). R-plazmid je pro buňku energeticky náročný, proto jej i někdy sama zničí (Schindler, 2014). Jeden R-plazmid může mít najednou více genů pro rezistenci k několika antibiotikům (tzv. multiple drug resistance) (Goering et al., 2016; Schindler, 2014).

2.4.1 Druhy získaných rezistencí

Rozeznáváme čtyři hlavní druhy rezistencí k antibiotikům:

1. **Změna cílového místa** (změna penicillin-binding proteinu) – převážně chromozomální (Beneš, 2018; Jedličková, 2004);
2. **Bakteriální eflux** – chromozomální (Beneš, 2018; Hrabák, 2007);
3. **Snížená tvorba či zúžení porinů** (snížená propustnost buněčné stěny) (Beneš, 2018; Jedličková, 2004) – chromozomální;

4. **Enzymatická rezistence** (enzymatická degradace β -laktamázami) (Beneš, 2018; Hrabák, 2007) – extrachromozomální.

Druh rezistence závisí na tom, zda se jedná o G+ či G- bakterii (Beneš, 2018).

Antibiotická rezistence u G+ bakterií

U G+ bakterií se vyskytují pouze dva druhy rezistence. Změna cílového místa a enzymatická rezistence. Je to dáno stavbou buněčných obalů. G+ nemají mikropouzdro, a tím ani periplazmatický prostor. Enzymatická rezistence má u nich minimální význam. Enzym je produkován G+ bakterií ven z těla bakteriální buňky a rozptýlí se v okolí bakterie (Beneš, 2018).

Zásadní význam má změna cílového místa. Každé antibiotikum se váže v bakteriální buňce na nějakou její část podle toho, jak a kde antibiotikum účinkuje. Toto místo se nazývá cílové (vazebné) místo. Peniciliny jsou největší skupina antibiotik, proto bude rezistence na cílovém místě vysvětlena na nich. Peniciliny se v bakteriální buňce vážou na penicillin-binding protein v buněčné stěně (peptidoglykanu). Každý penicilin se váže na svůj konkrétní penicillin-binding protein (receptor). Druhů penicilinových antibiotik je mnoho a je to základní skupina antibiotik používaná pro akutní, často těžké infekce (Beneš, 2018)

Penicillin-binding protein je důležitý při dělení bakterie. Je zodpovědný za správnou stavbu novotvořené buněčné stěny bakterie. Je aktivní ve chvíli, kdy se bakterie dělí. Gen pro rezistenci je uložen v chromozomu. Gen dá informaci o mutaci penicillin-binding proteinu (Beneš, 2018; Jedličková, 2004).

V penicillin-binding protein receptoru dochází k mutaci (např. záměna aminokyselin) a dané antibiotikum se již na penicillin-binding protein receptor neumí navázat. Antibiotikum se tedy neuplatní. Typickým příkladem je *Staphylococcus aureus*. Ten je za normálních okolností citlivý k penicilinům. Dojde-li však k mutaci penicillin-binding protein receptoru, peniciliny se již na penicillin-binding protein neumí navázat a nelze pak jimi pacienta léčit. Tento stafylokok se jmenuje MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) (Beneš, 2018; Hurych a Štícha, 2021).

Na podobném principu je založena rezistence i u jiných, nepenicilinových antibiotik. Dojde ke změně cílového (vazebného) místa, např. na ribozomu či nukleové kyselině, podle toho, kam se dané antibiotikum váže (Beneš, 2018; Jedličková, 2004).

Antibiotická rezistence u G- bakterií

U G- bakterií se uplatňují všechny čtyři druhy rezistencí. Změna cílového místa se uplatňuje stejně, jako je to u G+ bakterií.

Snížená tvorba či zúžení porinů: jedná se o kanálky, které se nachází v mikropouzdrú G- bakterií a jimiž antibiotikum proudí do periplazmatického prostoru a dále pak ke svému cílovému místu. Pokud dá gen v chromozomu povel, aby bakterie poriny zúžila, snížila počet porinů (Beneš, 2018; Hrabák et al., 2011), do periplazmatického prostoru se dostane pouze málo antibiotika (Beneš, 2018). Nejedná se o úplnou rezistenci, některé molekuly antibiotika se přeci jen uplatní a navážou na cílové místo (Beneš, 2018). Může ale také dojít k úplné změně typu porinů, pak se nenavážou žádná antibiotika (Hrabák et al., 2011).

Bakteriální eflux: v mikropouzdrú G- bakterie jsou pumpy, které pumpují antibiotikum z periplazmatického prostoru ven (Beneš, 2018; Hrabák et al., 2011). Nejedná se o úplnou rezistenci, některé molekuly antibiotika se přeci jen uplatní a navážou na cílové místo (Beneš, 2018).

Enzymatické rezistence se přenáší horizontálně a je velmi častá (Hrabák, 2007) a nebezpečná (Beneš, 2018). Jedná se o rezistenci, která se vlivem nadužívání antibiotik přesunula z bakteriálního chromozomu do plazmidu. Bakterie v tomto případě produkuje enzym do periplazmatického prostoru. Tento enzym inaktivuje antibiotikum. Antibiotikum se vůbec neuplatní a bakterie se stává rezistentní.

Tato rezistence je současným a velmi nebezpečným problémem v nemocnicích. Šíří se z bakterie na bakterii, z pacienta na pacienta, pomocí rukou, kontaminovanými předměty, roztoky, prádlem... (Beneš, 2018; Goering et al., 2016).

2.4.2 Určování citlivosti k antibiotikům

Citlivost k antibiotikům je možné určit pomocí genotypových nebo fenotypových metod.

Fenotypové metody dělíme na kvalitativní a kvantitativní. Mezi základní fenotypové kvalitativní metody patří disková difúzní metoda (DDT). Fenotypové kvantitativní metody fungují na základě stanovení minimální inhibiční koncentrace (MIC), tj. nejnižší koncentrace antimikrobiální látky, jež inhibuje viditelný růst bakterií. Touto metodou se určuje, zda je bakterie citlivá, citlivá za zvýšené expozice antibiotika či rezistentní k určitému antibiotiku.

Aby bylo možné porovnávat výsledky testování napříč laboratořemi mezinárodně, je důležité používat jednotnou metodiku. V Evropě je používán EUCAST neboli Evropský výbor pro testování antimikrobiální citlivosti (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). Zahrnuje jak diskovou difúzní metodu, tak stanovení minimální inhibiční koncentrace. Vydává nejen doporučení k samotným laboratorním metodám, ale také stanovuje tzv. breakpointy. Tyto breakpointy určují, při jaké velikosti zóny inhibice (měřena pomocí posuvného pravítka, tzv. šuplery v mm) nebo při jaké koncentraci antibiotika (v mg/l) je bakterie považována za citlivou, rezistentní, nebo za citlivou při zvýšené expozici.

Důležité je to, že Evropský výbor pro testování antimikrobiální citlivosti svá doporučení pravidelně aktualizuje, zpravidla jednou ročně. Tyto změny se týkají nových vědeckých poznatků, aktuálních dat o šíření rezistence a vývoje nových antibiotik.

Výsledky testování se podle zóny inhibice klasifikují do tří skupin:

- **S** (susceptible neboli citlivá) – bakterie je citlivá na dané antibiotikum; léčba běžnou dávkou tohoto antibiotika bude s vysokou pravděpodobností úspěšná;
- **I** (susceptible, Increased exposure neboli citlivá při zvýšené expozici) – tento termín označuje bakterii, která sice není dostatečně citlivá k antibiotiku při běžném dávkování, ale při vyšších dávkách nebo jiném způsobu podání (například intravenózně) může být antibiotikum účinné; důležitým faktorem je i lokalizace infekce;
- **R** (resistant neboli rezistentní) – antibiotikum nebude fungovat, ani při vysokých dávkách; léčba tímto antibiotikem je neúčinná a nevhodná.

Tato kategorizace umožňuje přímé propojení laboratorních dat s rozhodováním o léčbě.

Nejběžnější metodou pro testování citlivosti bakterií je disková difuzní metoda (DDT) podle Evropského výboru pro testování antimikrobiální citlivosti. Její princip spočívá v tom, že antibiotikum z papírového disku difunduje (rozptyluje) do okolní živné půdy s předem připraveným testovaným bakteriálním kmenem. Pokud je bakterie citlivá, růst se v okolí disku zastaví a vznikne kruh bez růstu – tzv. zóna inhibice.

V mikrobiologii jsou pro stanovení citlivosti kvalitativní metodou využívány dva hlavní typy agaru. Pro běžné bakterie slouží Mueller-Hinton agar, pro náročné bakterie je používán Mueller-Hinton agar obohacen koňskou krví. Následně jsou na povrch této půdy naočkovány bakterie.

Postup při stanovení kvalitativní citlivosti na antibiotika:

1. **Příprava suspenze:** z bakterie vyrostlé na živné půdě se připraví suspenze ve fyziologickém roztoku o definované hustotě (0,5 McFarland);
2. **Očkování agaru:** pomocí sterilního tamponu se suspenze rovnoměrně rozetře po povrchu agaru;
3. **Aplikace antibiotických disků:** na agar se položí disky s antibiotiky; pokládání je možné provádět hromadně, např. pomocí antibiotického diskového dispensoru, či individuálně pinzetou;
4. **Inkubace:** agar se uloží do inkubátoru při 35 °C po dobu 16–20 hodin; teplota a čas se může pro určité kmeny bakterií lišit;
5. **Vyhodnocení:** po inkubaci se měří průměr zóny inhibice v milimetrech; výsledky se porovnávají s tabulkami Evropského výboru pro testování antimikrobiální citlivosti.

Je důležité dodržet přesně stanovené podmínky jako je pravidlo 15-15-15 minut (suspenze inokula je očkována do 15 minut od přípravy, disky jsou aplikovány do 15 minut od nokulace ploten, plotny jsou inkubovány do 15 minut od aplikace disků). Dále musí být dodržována inkubační doba a inkubační teplota, typ použité živné půdy, správně vytvořený bakteriální zákal (0,5 McFarland) pro přenos na kultivační půdu (inokula). Odchytky mohou vést k nepřesnému výsledku.

Tato metoda je používána, neboť je jednoduchá. Nejsou k ní potřeba drahé přístroje, je možné ji provádět s běžným laboratorním vybavením, výsledek je pozorovatelný pouhým okem a náklady na tuto metodu jsou relativně nízké. Mezi omezení patří například to, že některé antibiotické látky difundují v agarové půdě pomalu, což může ovlivnit velikost zóny. Také některé bakterie (např. s pomalým růstem) nemusí být pro tuto metodu ideální. V takových případech se volí jiné metody, jako je právě například stanovení minimální inhibiční koncentrace (MIC).

Správné stanovení citlivosti na antibiotika v laboratoři je důležité pro výběr nejúčinnějšího antibiotika pro pacienta. Dále pro omezení nevhodného užívání antibiotik, která by mohla mít za následek poškození mikrobiomu a podporu vzniku antibiotické rezistence. Laboratorní data se často využívají pro sledování epidemiologické situace a kontrolu šíření rezistentních kmenů. Díky tomu se mohou následně vytvářet doporučení antibiotické terapie a hodnotit účinnost nových antibiotik (Státní zdravotní ústav, 2024).

3 Metodologie

Výzkum se konal od 20.10.2024 do 30.11.2024. Sběr dat probíhal online prostřednictvím aplikace Google Forms. Dotazník byl zaměřen na znalosti o různých typech infekcí, antibiotikách a antibiotické rezistenci a postoje žáků 3. ročníků vyšších gymnázií vůči tomuto tématu.

3.1 Výzkumný vzorek

Vzorek byl vybrán náhodně. Byli osloveni vyučující biologie 3. ročníků vyššího gymnázia, jejichž e-mailové adresy byly nalezeny na webových stránkách konkrétních škol. U gymnázií, u kterých nebylo na webových stránkách možné nalézt konkrétní vyučující pro dané třídy, byli požádáni všichni vyučující biologie. Školy byly zaregistrovány v adresáři školských institucí ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy Č. republiky, 2024). Plánovaná velikost vzorku byla minimálně 400 respondentů.

Výzkumným vzorkem byli žáci třetích ročníků vyšších gymnázií ve věku 18-20 let. Výzkumu se účastnili muži a ženy. Zastoupení jednotlivých pohlaví nebylo zjišťováno. Jednalo se o gymnázia čtyřletá, šestiletá a osmiletá se všeobecným studijním zaměřením z celé České republiky a byla.

Součástí e-mailu bylo obeznámení s problémem antibiotik a antibiotických rezistencí a odkaz na online dotazník. Celkově e-mail obdrželo 813 vyučujících. Veškeré emailové adresy byly nalezeny na webových stránkách jednotlivých škol.

Dotazník vyplnilo 413 respondentů (n) pocházejících z 29 různých českých gymnázií (viz Tabulka 1).

Škola	Počet respondentů jednotlivých gymnázií
Gymnázium Mikuláše Koperníka v Bílovci, Bílovec	6
Cyrilometodějské gymnázium a střední odborná škola pedagogická, Brno	36
Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše, Brno	19
Gymnázium Elgartova, Brno	3
Gymnázium Matyáše Lercha, Brno	1
Gymnázium Břeclav, Břeclav	17
Gymnázium a Střední odborná škola pedagogická, Čáslav	7
Gymnázium Jírovcova 8, České Budějovice	17
Gymnázium K. V. Raise Hlinsko, Hlinsko	8
Gymnázium Václava Hraběte Hořovice, Hořovice	16
Gymnázium Cheb, Cheb	17
Gymnázium Kadaň, Kadaň	27
První české gymnázium v Karlových Varech, Karlovy vary	39
Arcibiskupské gymnázium v Kroměříži, Kroměříž	14
Gymnázium F. X. Šaldy, Liberec	23
Gymnázium Václava Hlavatého Louny, Louny	5
Jiráskovo gymnázium Náchod, Náchod	9
Gymnázium Bohumila Hrabala v Nymburce, Nymburk	21
Biskupské gymnázium v Ostravě, Ostrava	20
Wichterlovo gymnázium, Ostrava	5
Akademické gymnázium Štěpánská, Praha	25

Střední průmyslová škola zeměměřická a Geografické gymnázium Praha, Praha	10
Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium, Praha	24
Gymnázium Rumburk, Rumburk	19
Gymnázium a Střední odborná škola ekonomická, Sedlčany	6
Gymnázium Voděradská, Strašnice	7
Gymnázium Šumperk, Šumperk	2
Gymnázium Turnov, Trutnov	3
Gymnázium Ústí nad Orlicí, Ústí nad Orlicí	7
Celkově	413

Tabulka 1: Přehled počtu respondentů z jednotlivých gymnázií, Zdroj: autorka práce, 2024 (vlastní šetření)

3.2 Sběr dat

Žáci obdrželi odkaz na dotazník od svých vyučujících biologie. Vyučující byli požádáni o vyplnění dotazníků prostřednictvím elektronické pošty (e-mailu). Účast byla zcela dobrovolná a anonymní.

Omezením mohlo být vyplnění dotazníku pouze motivovanými jedinci, nerovnoměrný počet žáků v jednotlivých třídách, opomenutí zastoupení jednotlivých pohlaví žáků, možnost vyhledávání odpovědí na internetu či nesprávná (nepochopitelná) formulace některých otázek. Sběr dat byl proveden v říjnu a listopadu, což také mohlo ovlivnit výsledky.

3.3 Výzkumný nástroj

Pro sestavení dotazníku byly použity otázky z již existujících zahraničních studií z Nepálu (Shah et al., 2019), Švédska (Vallin et al., 2016) a Kypru (Baddal et al., 2022). Otázky byly přeloženy do českého jazyka a upraveny do srozumitelné formy.

Dotazník byl rozdělen do dvou okruhů. První obsahoval 22 uzavřených otázek zaměřených na znalosti o bakteriálních a virových onemocněních, antibiotikách s možnostmi odpovědi ano/ne/nevím. Okruh zahrnoval oblasti: onemocnění způsobená bakteriemi a viry (4 položky), antibiotika účinná v boji proti různým typům infekcí (4 položky), obecné využívání antibiotik při infekci (5 položek), problémy vzniklé užíváním antibiotik (3 položky), mikroflóra (2 položky), šíření antibiotické rezistence (3 položky), předpis antibiotik (1 položka).

Druhý okruh obsahoval 12 otázek zaměřujících se na postoje k využívání antibiotik s odpověďmi souhlasím / spíše souhlasím / neutrální / spíše nesouhlasím / nesouhlasím / nevím na Likertově škále s oblastmi: prevence a reakce na onemocnění (2 položky), vznik rezistence a její působení na zdraví člověka (2 položky), zisk antibiotik a následné zacházení s nimi (6 položek), téma rezistence (3 položky).

Pro snadnější mapování respondentů dotazník zahrnoval otázku: *Na jaké škole studujete?*

Pro zjištění zdrojů, ze kterých žáci čerpali informace o antibiotické rezistenci, byl dotazník zakončen otázkou: *Ze kterých zdrojů jste se dozvěděli o tom, že existuje antibiotická rezistence?*

Ve všech otázkách, kromě poslední, bylo možné zvolit pouze jednu odpověď. Byla provedena kvantitativní analýza dat (viz Příloha 1 – dotazník).

3.4 Zpracování dat

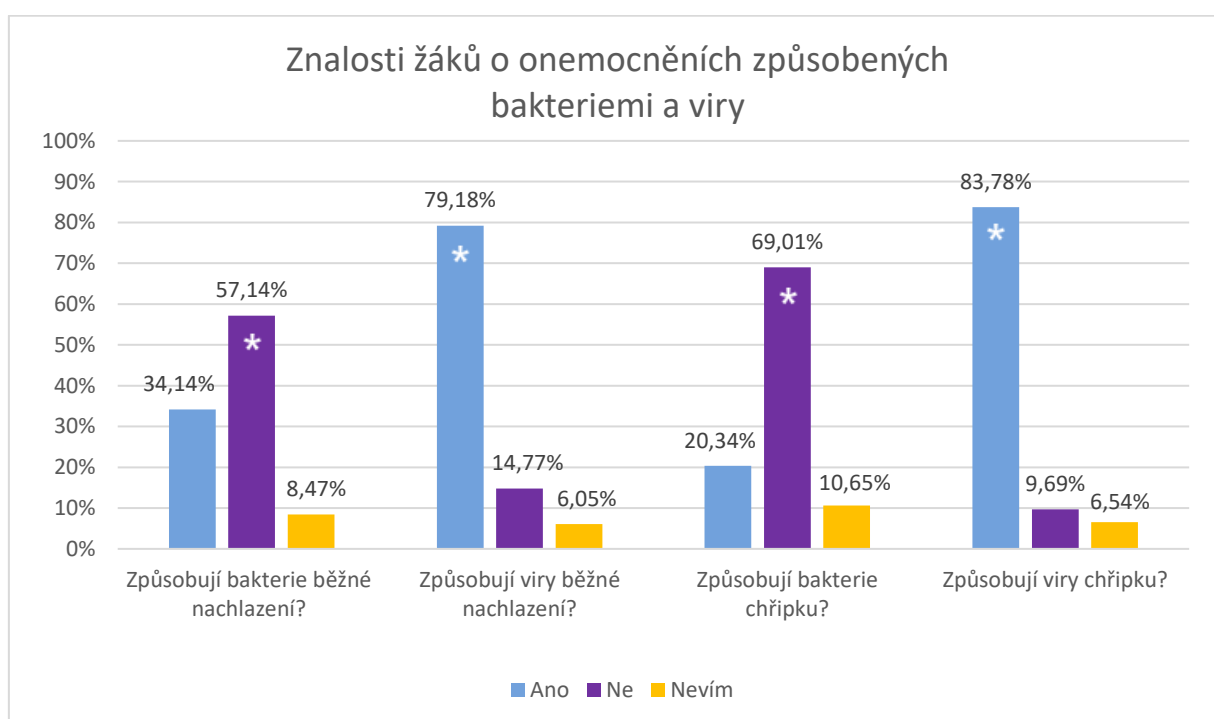
Veškerá data byla zpracovávána a vyhodnocována prostřednictvím tabulek Microsoft Excel. Byl odstraněn jeden vzorek, u kterého nebyla dohledatelná škola (ani na základě data odeslání odpovědi).

Vyhodnocení probíhalo pomocí procentuálního zastoupení jednotlivých odpovědí. V postojové části byla odpověď *spíše souhlasím* automaticky vyhodnocována jako odpověď *souhlasím*. Podle získaných hodnot byly vytvořeny sloupcové grafy.

4 Výsledky a diskuse

4.1 Znalosti žáků gymnázií o bakteriálních a virových onemocněních

Bylo zjištěno, že výrazná většina žáků má dobré znalosti o původcích běžných respiračních onemocnění (běžné nachlazení, chřipka). Výrazná většina žáků správně uvedla, že chřipka (84 %) i běžné nachlazení (79 %) jsou způsobeny viry. Nižší podíl žáků, ačkoli stále většina, uvedl, že chřipka (69 %) ani běžné nachlazení (57 %) nejsou způsobeny bakteriemi (viz Graf 1).



Graf 1: správná odpověď je označena symbolem *, Zdroj: Autorka práce, 2024 (vlastní šetření)

Chřipka i běžné nachlazení jsou akutní respirační infekce a způsobují je viry (Bechná, 2020; Vitouš & Stejskal, 2020). Obě onemocnění se vyskytují v chladném období a ohrožují děti i dospělé. Chřipka způsobuje horečku, kašel, bolest hlavy, krku a svalstva, slabost, únavu, tachykardii (zrychlení srdeční frekvence). Běžné nachlazení se projevuje rýmou, ucpaným nosem, kýčáním a kašlem. Běžné nachlazení je, na rozdíl od chřipky, doprovázeno pouze zvýšenou teplotou, nikoli horečkou (Vitouš & Stejskal, 2020).

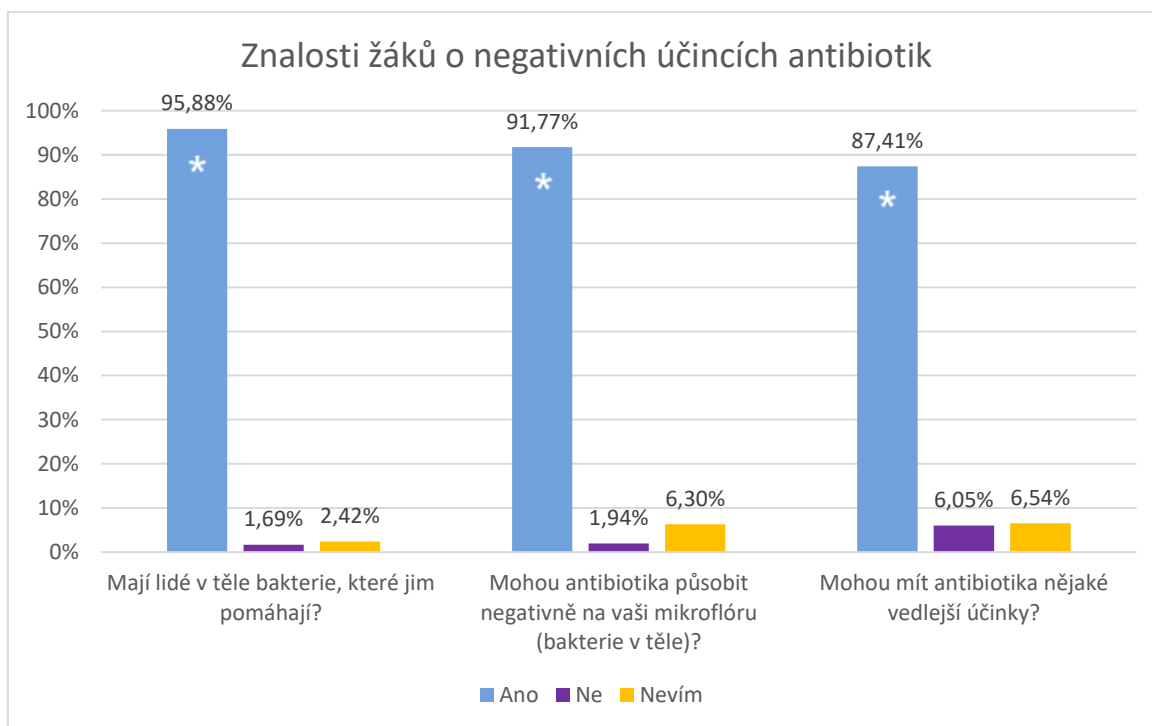
Pro žáky bylo snazší určit původce chřipky než běžného nachlazení. Důvodem by mohlo být to, že chřipka je pro žáky jednodušeji představitelným pojmem. Také bylo pro žáky

jednodušší určit, že jsou onemocnění způsobena viry než bakteriemi. Přestože většina žáků uvedla, že chřipka (69 %) a běžné nachlazení (57 %) nejsou způsobeny bakteriemi, stále mají mezery ve znalostech ohledně rozdílů mezi bakteriálními a virovými infekcemi.

4.2 Znalosti žáků gymnázií o užívání antibiotik a problémech s nimi spjatých

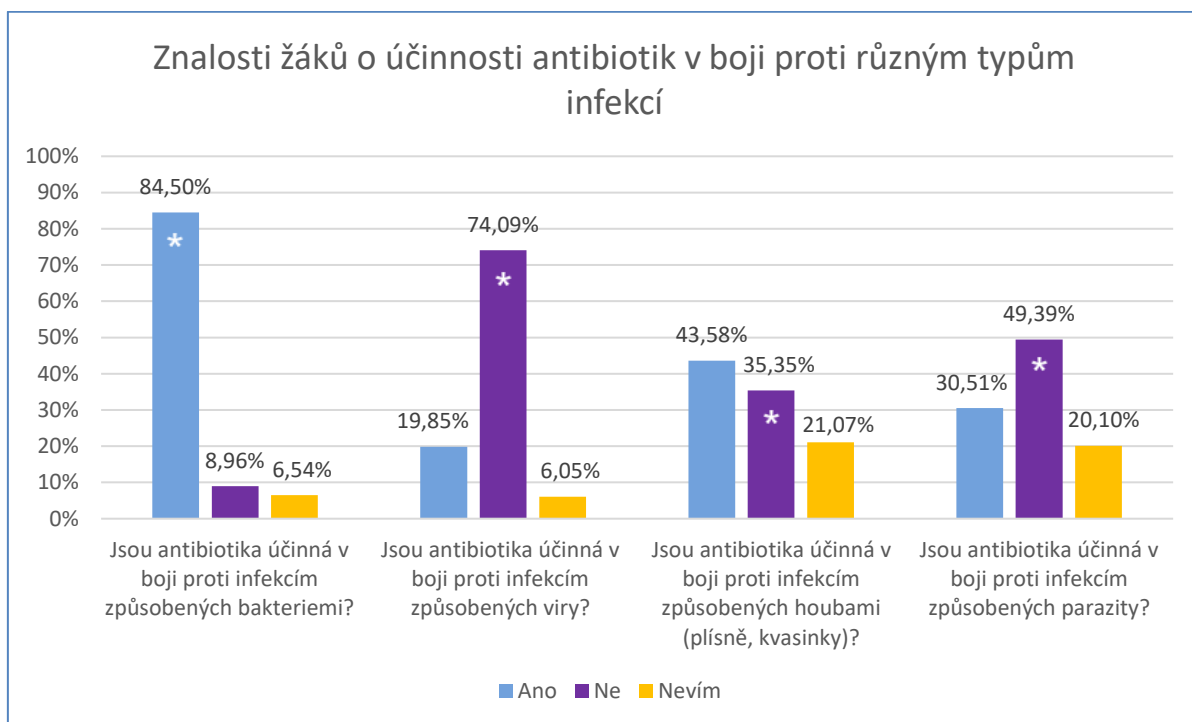
Bylo zjištěno, že žáci mají dobré znalosti v oblasti obecného užívání antibiotik a komplikacemi s nimi spojených. Dále mají dobré znalosti o účinnosti antibiotik pouze v případě bakteriálních a virových infekcí. V případě užití antibiotik při léčbě houbových a parazitárních infekcí byly znalosti žáků spíše horší. U využití antibiotik při konkrétních onemocněních měli žáci mírně nadprůměrné znalosti.

Téměř všichni žáci (96 %) věděli, že tělo si dokáže poradit s mírnou infekcí i bez antibiotik a výrazná většina (76 %) žáků byla obeznámena s faktem, že časté užívání antibiotik nesnižuje výskyt infekcí. Respondenti správně uvedli, že antibiotika mohou negativně ovlivňovat lidskou mikroflóru (92 %) a mohou působit vedlejšími účinky (87 %) (viz Graf 2). Většina respondentů (69 %) uvedla, že antibiotika lze v lékárnách získat pouze s lékařským předpisem.



Graf 2: správná odpověď je označena symbolem *, Zdroj: Autorka práce, 2024 (vlastní šetření)

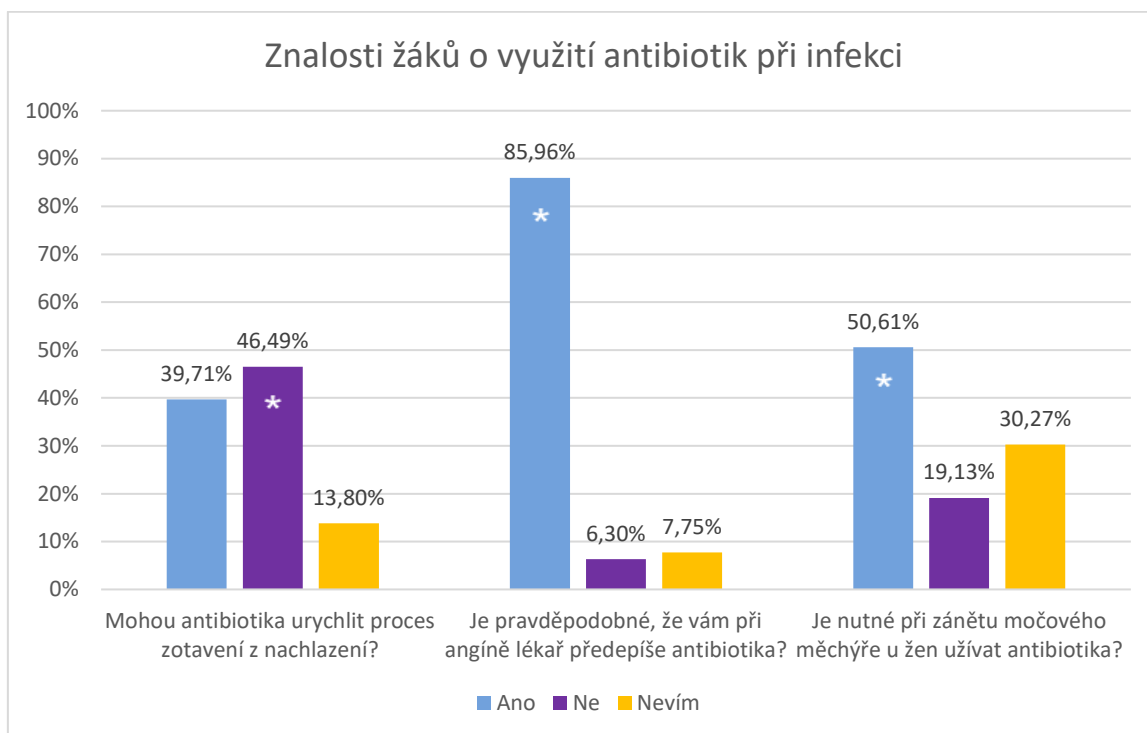
V oblasti léčby různých typů onemocnění antibiotiky výrazná většina žáků správně uvedla použití antibiotik na léčbu bakteriálních (85 %) a virových (74 %) infekcí. Naopak tomu bylo při léčbě antibiotiky houbových (35 %) a parazitárních (49 %) onemocnění (viz Graf 3).



Graf 3: správná odpověď je označena symbolem *, Zdroj: Autorka práce, 2024 (vlastní šetření)

Ačkoli žáci měli dobré znalosti u onemocnění způsobených viry (viz Graf 1) i o léčbě virových infekcí antibiotiky (viz Graf 2), pouze 46 % respondentů vědělo, že antibiotika nemohou urychlit proces zotavení z nachlazení (viz Graf 3).

U bakteriálních onemocnění žáci (88 %) správně uvedli, že jim při angíně lékař předepíše antibiotika. V případě nutnosti léčby zánětu močového měchýře u žen antibiotiky měli žáci znalosti průměrné – 51 % (viz Graf 4).



Graf 4: správná odpověď je označena symbolem *, Zdroj: Autorka práce, 2024 (vlastní šetření)

Tělo zdravého člověka je schopné bojovat s infekcí i bez použití antibiotik (Státní zdravotní ústav, 2022). Často se stává, že jsou antibiotika předepisována na banální infekce zbytečně, v některých případech špatně. Dochází tak k nadužívání antibiotik, a tím ke vzniku i šíření antibiotické rezistence (Bencko & Šíma, 2018; Hanuláková & Ducháček, 2022). Rezistence (viz kapitola Znalosti žáků gymnázií o antibiotické rezistenci) může vznikat zejména u střevních bakterií (mikroflóry) (Bencko & Šíma, 2018; Tlaskalová-Hogenová & Eklová, 2024). Střevní mikroflóra (mikrobiom) jsou mikroorganismy (tzn. bakterie, viry, kvasinky a jiné mikroskopické houby, prvoci) žijící v trávicí soustavě člověka. V lidském střevě žije přibližně 10^{14} bakterií. Pomáhají zde trávit organické látky a jsou součástí imunitního systému (Tlaskalová-Hogenová & Eklová, 2024). Kromě lidského střeva mikroorganismy osidlují pokožku, ústní dutinu, nosní sliznici, dýchací cesty, močové i pohlavní cesty (Akademie věd České republiky, 2019).

Aby nedocházelo k ještě většímu nadužívání antibiotik, je antibiotika (v České republice) možné získat v lékárnách pouze na předpis od lékaře (Hanuláková & Ducháček, 2022). Antibiotika se využívají k léčbě bakteriálních onemocnění (angína, zánět močového měchýře, tuberkulóza). Na virová (chřipka, virové hepatitidy, vzteklna...), houbová

(zánět zvukovodu či oční rohovky, aspergilóza) ani parazitární (toxoplazmóza, svrab, Chagasova nemoc) onemocnění nejsou účinná (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2022). Virové infekce se léčí virostatiky (Pavlasová, 2009), houbovými antimykotiky (Hamal & Svobodová, 2011), parazitárními kortikosteroidy či zinkovými mastmi (Braun-Falco et al., 2000).

Výsledky ukazují, že žáci mají dobré znalosti ohledně účinnosti antibiotik při bakteriálních a virových infekcích. Velice důležité je uvědomění žáků o tom, že se tělo dokáže vypořádat s mírnou infekcí samo, bez pomoci antibiotik a že jejich časté užívání nesnižuje výskyt infekcí. Tyto znalosti jsou základem pro prevenci vzniku antibiotické rezistence. Očekávané výstupy v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia jsou:

- *žák zhodnotí způsoby ochrany proti virovým onemocněním a jejich léčby;*
- *žák charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska;*
- *žák zhodnotí způsoby ochrany proti bakteriálním onemocněním a metody jejich léčby (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2022).*

Ačkoli jsou bakterie jako takové součástí Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia, bylo by vhodné se podrobněji zaměřit na antibiotika a šíření antibiotické rezistence (viz kapitola Znalosti žáků gymnázií o antibiotické rezistenci).

Žáci mají velké mezery ve znalostech o léčbě houbových a parazitárních infekcí. Očekávané výstupy v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia jsou:

- *žák charakterizuje protista z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska;*
- *žák posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub a lišejníků (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2022).*

Bylo by vhodné žáky poučit o léčbě těchto infekcí a ukázat jim konkrétní příklady. Další mezery se projevily u užívání antibiotik pro urychlení zotavení při nachlazení. Žáci si mnohdy neuvědomují, že nachlazení je virového původu, a proto na něj antibiotika nejsou účinná. To samé platí u zánětu močového měchýře u žen, kdy si žáci neuvědomují, že je

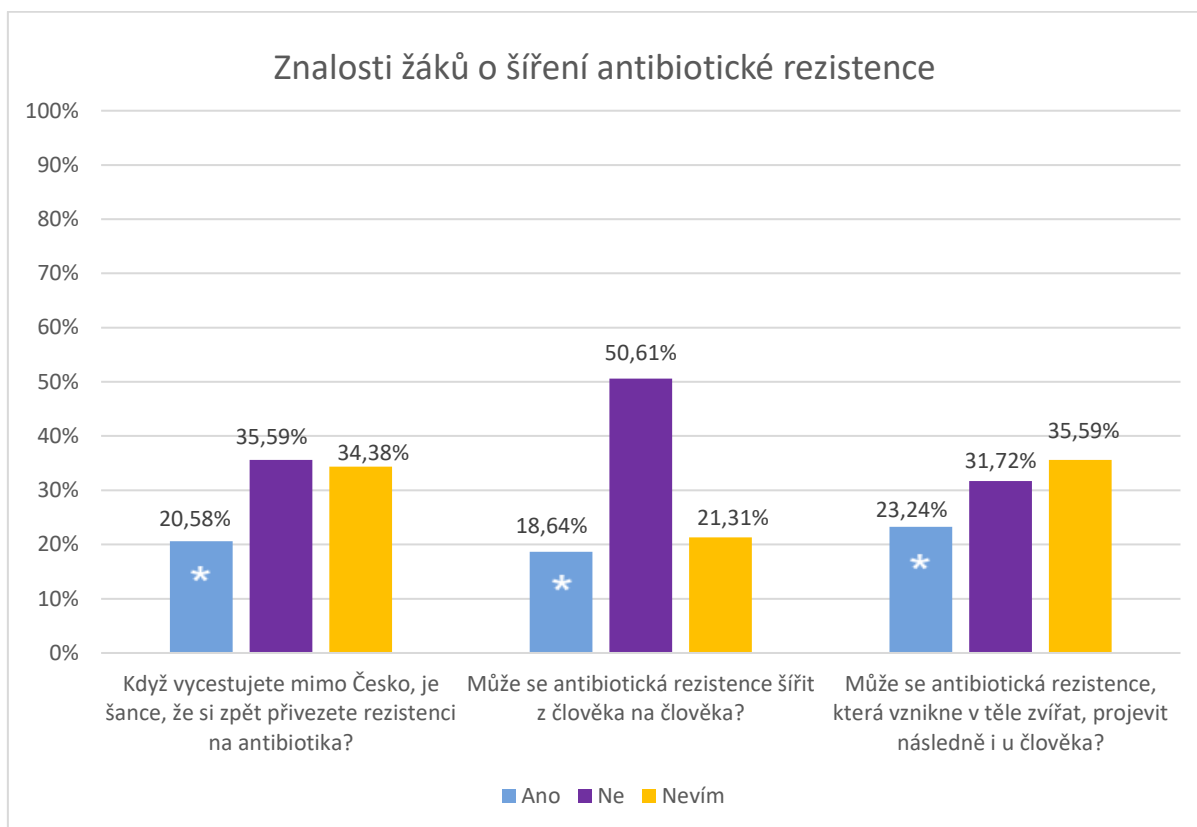
infekce bakteriálního původu, tudíž se léčí antibiotiky. Bylo by vhodné žáky více poučit o tom, které nemoci jsou bakteriálního a virového původu, zároveň diskutovat o tom, čím daná onemocnění léčit.

Žáci prokázali dobré znalosti o negativním účinku antibiotik na mikroflóru a o možných vedlejších účincích. Přesto by bylo dobré žáky více poučit o dlouhodobých důsledcích užívání antibiotik, jako je antibiotická rezistence, a o možnostech, jak je možné chránit svou mikroflóru správným užíváním antibiotik a probiotik.

4.3 Znalosti žáků gymnázií o antibiotické rezistenci

Bylo zjištěno, že většina žáků má dobré znalosti o tom, co je antibiotická rezistence a že je výsledkem nadužívání antibiotik. Žáci však měli špatné znalosti o jejím šíření.

Většina žáků (68 %) věděla, co je antibiotická rezistence a že vzniká kvůli nadužívání antibiotik. Pouze 21 % žáků vědělo, že se antibiotická rezistence může šířit při cestování do jiných zemí. Menšina respondentů uvedla, že se antibiotická rezistence může šířit z člověka na člověka (19 %) a ze zvířete na člověka (23 %) (viz Graf 5).



Graf 5: správná odpověď je označena symbolem *, Zdroj: Autorka práce, 2024 (vlastní šetření)

Antibiotická rezistence je odolnost bakterií vůči antibiotikům (Göpfertová et al., 2002; Jedličková, 2004) (viz kapitola Znalosti žáků gymnázií o antibiotické rezistenci). Zákony ohledně užívání antibiotik jsou v každé zemi světa rozdílné. Země severní Evropy mají velice striktní pravidla o indikaci antibiotiky. Lékaři antibiotika předepisují pouze u závažných případů, proto je zde výskyt rezistentních bakterií daleko menší než v zemích jižní a východní Evropy. Úspěšnosti severských zemí se přibližují i další země, jako Francie, Německo a USA. Výskyt antibiotické rezistence je v České republice vzhledem ke zbytku Evropy průměrný (Důvěřuj svému lékaři, 2022). Protože mají země rozdílný přístup k užívání antibiotik, a tím i různý počet rezistentních bakterií, mohou se tyto bakterie šířit napříč světem. Šíření rezistentních bakterií se uskutečňuje prostřednictvím převážení surovin, produktů, zvířat a cestováním lidí (Ministerstvo zemědělství, 2023).

Bakterie s antibiotickou rezistencí se mohou šířit nejen z člověka na člověka, ale i ze zvířete na člověka. Mohou to být jak zvířata hospodářská (kur domácí, prase domácí), tak zvířata domácí (pes, kočka, králík). Infekce se může přenášet prostřednictvím infikovaných

potravin, výkaly a močí, přímým kontaktem, podrápáním, pokousáním, mezihostitelem (komár – tularemie), inhalací prachu. U hospodářských zvířat se do roku 2006 antibiotika používala jako stimulatory růstu. Dnes už se využívají pouze k indikacím pro dobré zdraví a hospodářskou užitkovost. Právě z důvodu léčby zvířat antibiotiky mohou bakterie v těle zvířat získat rezistenci k antibiotikům a následně infikovat člověka (Tlaskalová-Hogenová & Eklová, 2024; Vorlíček, 2024).

Výsledky ukazují, že žáci mají dobré znalosti ohledně podstaty antibiotické rezistence a uvědomují si její vznik kvůli nadužívání antibiotik. Výrazně slabší znalosti se projeví u šíření antibiotické rezistence, což naznačuje nedostatečnou informovanost žáků o globálních souvislostech tohoto problému, což by mohlo být způsobeno omezeným výkladem ve školských zařízeních. Je důležité, aby žáci pochopili, že se jedná o celosvětový problém a může být prohlubován cestováním lidí, vyvážením zboží i potravin.

Další výrazné mezery ve znalostech se projeví u šíření antibiotické rezistence z člověka na člověka a ze zvířete na člověka. Tento nedostatek znalostí může být závažný. Důvodem by mohla být nedostatečná informovanost o tom, jak se infekce šíří a co vše by mohlo být potenciálním zdrojem nákazy.

4.4 Postoj žáků gymnázií k užívání antibiotik

Bylo zjištěno, že výrazná většina žáků má důvěru v lékaře a ne užívá antibiotika pouze podle svého vlastního uvážení. Většina žáků také podporuje pravidla o manipulaci s antibiotiky. Žáci většinou zastávají názor, že by se ve školách mělo o antibiotické rezistenci mluvit více, protože představuje velké nebezpečí, a to i přes to, že si většinou sami neuvědomují situaci v České republice.

Výrazná většina respondentů (77 %) zastávala názor, že není nutností používat antibiotika při začínajícím onemocnění, a to ani v případě, kdy onemocní člen rodiny (89 %). Výrazná většina žáků (85 %) by se před zahájením léčby antibiotiky poradila s lékařem a nepoužívala by antibiotika na doporučení kamaráda. Většina žáků (73 %) se domnívá, že by měla dobrat antibiotika až do konce.

Většina respondentů (68 %) se ztotožňuje s názorem, že je dobré nemít možnost získat antibiotika z lékárny bez lékařského předpisu a že zbylá antibiotika by měla být navrácena zpět do lékárny.

Většina respondentů uvedla, že antibiotická rezistence je výsledkem nadužívání antibiotik (75 %) a může mít vliv na jejich zdraví (72 %). Pouze 39 % respondentů zastává názor, že je v České republice antibiotická rezistence problémem, při čemž asi polovina respondentů (52 %) neví, co by si měla o momentální situaci myslet. Většina žáků (70 %) uvedla, že by se ve školách mělo o antibiotické rezistenci mluvit více.

Rozeznat příčinu infekce nemusí být ze začátku vždy jednoznačné. Je proto naprosto nevhodné ji ihned začít léčit antibiotiky (Důvěřuj svému lékaři, 2022). V porovnání s výzkumem z roku 2022 (před 2 lety), kdy byli výzkumným vzorkem respondenti do 25 let (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2021), vzrostl názor, že je dobré se před zahájením léčby poradit s lékařem, o 10 % bodů. Dříve bylo dobírání antibiotik standardním postupem, to se však v nedávné době změnilo (Koubová, 2017; Králová, 2023).

V současné době jsou všechna antibiotika na předpis od lékaře (Česká lékárnická komora, 2015). Kdyby bylo možné získat antibiotika v lékárnách bez předpisu, lidé by jich užívali více, a tím i více přispívali ke vzniku antibiotické rezistence. Všechny léky mají svou expirační dobu. Prošlá antibiotika již nemusí být plně funkční a bezpečná k užití. Zároveň by mohlo docházet k jejich zneužívání (Česká lékárnická komora, 2015; Večeřová, 2023).

Výsledky ukazují, že žáci mají dobré povědomí o správném užívání antibiotik a zodpovědném přístupu k léčbě. Antibiotika nejsou hned první volbou při onemocnění. Takovýto přístup odpovídá doporučením lékařů a všeobecným zdravotnickým pokynům. Žáci jsou také ochotni užívání antibiotik konzultovat s lékařem a nedbat na rady lajků, protože si uvědomují nebezpečí samoléčby. Protože žáci důvěřují v rozhodnutí lékaře, nepokládají za nezbytné mít možnost získat antibiotika v lékárnách. Kdyby zde tato možnost byla, lidé by si antibiotika kupovali a využívali je ještě častěji, což by vedlo k nárůstu rezistentních bakterií. To samé platí v případě zbylých antibiotik. Zde se, kromě zneužití, mohou projevit i vedlejší účinky antibiotik. Žáci se většinově domnívají, že by se antibiotika měla dobrat až do konce. K tomu postoji může přispívat i to, že lékaři mají ohledně tohoto tvrzení sporné názory, poněvadž je nedobírání antibiotik poměrně recentní záležitost.

Na příbalových letáčích je uvedena informace, že by se antibiotika měla dobírat. Situace proto může být pro žáky matoucí. O správném zacházení s antibiotiky, včetně navrácení do lékáren, by se mělo mluvit v rámci výuky o prevenci antibiotické rezistence.

Jak již bylo zmíněno, antibiotická rezistence je odolnost bakterií vůči antibiotikům (Göpfertová et al., 2002; Jedličková, 2004) (viz kapitola Znalosti žáků gymnázií o antibiotické rezistenci). Rezistence vzniká z důvodu nadužívání antibiotik. V České republice přibývá mnoho bakteriálních druhů, které jsou plně rezistentní k antibiotikům, proto jsou infekce způsobené těmito bakteriemi mnohdy těžko léčitelné až neléčitelné (Důvěřuj svému lékaři, 2022). Pokud budeme tento problém stále přehlížet a zbytečně nadužívat antibiotika, je možné, že v roce 2050 zemře na bakteriální infekce až 10 miliónů lidí na světě ročně (Státní zdravotní ústav, 2025). Užívání antibiotik souvisí s informovaností populace. Předěšlé realizované výzkumy poukazují na to, že nejméně informováni jsou lidé pocházející z nižších ekonomických podmínek a lidé z oblastí s nižší úrovní vzdělání (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2021).

Většina respondentů chápe, že antibiotická rezistence vzniká v důsledku nadužívání antibiotik, což naznačuje dobrou základní informovanost ohledně tohoto tématu. Znepokojivé však může být to, že pouze 39 % žáků považuje antibiotickou rezistenci v České republice za problém. To naznačuje, že žáci nejsou dostatečně informováni o momentální situaci v naší zemi. I když žáci chápou rizika spojená s nadužíváním antibiotik, nevnímají situaci jako akutní problém, který by měl být řešen. Je proto důležité, aby byla žákům předkládána konkrétní data o aktuálním stavu antibiotické rezistence v České republice a jejích důsledcích na veřejné zdraví.

Ačkoli se žáci dozvěděli o antibiotické rezistenci nejčastěji ve škole, od rodičů či kamarádů, většina žáků si myslí, že by se o antibiotické rezistenci mělo ve školách mluvit více. To naznačuje pozitivní přístup ohledně dalšího vzdělávání a ochotu se dozvědět více o tomto problému.

Závěr

Většina žáků měla dobré znalosti o původcích základních onemocnění jako je např. chřipka, běžné nachlazení, angína. U méně častých onemocnění, jako je např. zánět močového měchýře, měli žáci znalosti průměrné. Žáci se lépe orientovali v onemocněních způsobených viry.

Většina žáků se orientovala v léčbě bakteriálních a virových infekcí, naopak tomu bylo u houbových a parazitárních infekcí. Ačkoli žáci dokázali správně určit původce onemocnění a zda se na léčbu virové či bakteriální infekce používají antibiotika, často si tyto dvě informace nedokázali propojit dohromady. Výrazná většina žáků věděla, co je mikroflóra a že ji lze ovlivnit častým užíváním antibiotik.

Většina žáků věděla, co je antibiotická rezistence a z jakého důvodu vzniká. Většina žáků však nevěděla, jaké je její následné šíření.

Většina žáků zastává zodpovědný přístup k užívání antibiotik. Většina žáků se před užíváním antibiotik poradí s lékařem a ví, jak by měla s antibiotiky manipulovat. Žáci si uvědomují nebezpečí antibiotické rezistence i přes to, že neznají konkrétní situaci v České republice. Většina žáků uznala za vhodné věnovat antibiotické rezistenci ve školách více pozornosti.

Je důležité, aby vzdělávání nebylo zaměřeno pouze na jednotlivé organismy a příčiny antibiotické rezistence, ale i na konkrétní opatření, podle nichž by se lidé měli chovat. Je to jeden z kroků, díky kterým můžeme zabránit dalšímu šíření antibiotické rezistence.

Seznam použitých informačních zdrojů

- Akademie věd České republiky. (2019). Mikrobiom. *A/ Věda a Výzkum*.
- Alberts, B., Bray, D., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2005). *Základy buněčné biologie* (3rd ed.). Espero Publishing.
- Baddal, B., Lajunen, T. J. & Sullman, M. J. M. (2022). Knowledge, attitudes and behaviours regarding antibiotics use among Cypriot university students: a multi-disciplinary survey. *BMC Medical Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03853-2>
- Bechná, K. (2020). The treatment of flu and common cold in children and drug review. *Pediatric pro Praxi*, 21(1), 27–33. <https://doi.org/10.36290/ped.2020.011>
- Bednář, M., Fraňková, V., Souček, A. & Vávra, J. (2009). *Lékařská mikrobiologie* (2nd ed.). Triton.
- Bencko, V. & Šíma, P. (2018). Antibiotics resistance and importance of the horizontal transmission of genetic information | Antibiotická rezistence a význam horizontálního přenosu genetické informace. *Prakticky Lekar*, 98(5), 195–199.
- Beneš, J. (2018). *Antibiotika* (1st ed.). Grada.
- Braun-Falco, O., Plewig, G., Wolff, H. H. & Burgdorf, W. H. C. (2000). *Dermatology* (Vol. 5). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-97931-6>
- Center for disease control and prevention. (2024, 25. March). *Sexually Transmitted Infections (STIs)*.
- Center for disease control and prevention. (2024, 29. April). *About Four Steps to Food Safety*. Centers for Disease Control and Prevention.
- Česká lékárnická komora. (2015, 16. November). Antibiotika bezpečněji již pošesté. *Test.Lekarnici.Cz*.
- European Centre for Disease Prevention and Control. (2022). Immunisation and vaccines. *European Centre for Disease Prevention and Control*.
- Goering, R. V., Dockrell, H. M., Zuckerman, M. A., Roitt, I. M., Chiodini, P. L., Julák, J., Bobek, J., Čermáková, R., Holada, K., Mělková, Z., Moško, T., Novák, J., Prokešová,

- L., Suchánková, J. & Mims, C. A. (2016). *Mimsova lékařská mikrobiologie* (J. Julák, Ed.; 5th ed.). Triton.
- Göpfertová, D., Janovská, D., Dohnal, K. & Melicherčíková, V. (2002). *Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie a hygiena : pro střední a vyšší odborné zdravotnické školy* (3rd ed.). Triton.
- Hamal, P. & Svobodová, L. (2011). Mycoses and antifungals | Mykózy a antimykotika. *Interni Medicina pro Praxi*, 13(11), 445–449.
- Hamplová, L. (2022). *Mikrologie, imunologie, epidemiologie, hygiena pro bakalářské studium a všechny typy zdravotnických škol* (3rd ed.). Triton.
- Hanuláková, D. & Ducháček, A. (2022). Neužívejte antibiotika zbytečně. *SYNLAB*.
- Hrabák, J. (2007). Clinically important β -lactamases of gram-negative bacteria: Extended-spectrum β -lactamases (ESBL) | Klinicky významné β -laktamázy gramnegativních bakterií: Širokospektré β -laktamázy (ESBL). *Epidemiologie, Mikrobiologie, Imunologie*, 56(3), 103–111.
- Hrabák, J., Žemličková, H., Bergerová, T. & Urbášková, P. (2011). Interpretation of the susceptibility test results in enterobacteria producing 3rd- and 4th-generation cephalosporin- or carbapenem-hydrolyzing β -lactamases | Interpretace výsledku vyšetření citlivosti k beta-laktamům u enterobakterií produkujících beta-la. *Epidemiologie, Mikrobiologie, Imunologie*, 60(1), 4–9.
- Hurych, J. & Štícha, R. (2021). *Lékařská mikrobiologie - repetitorium* (3rd ed.). Triton.
- Jedličková, A. (2004). *Antimikrobiální terapie v každodenní praxi* (3rd ed.). MAXDORF.
- Jindrák, V., Hedlová, D. & Urbášková, P. (2014). *Antibiotická politika a prevence infekcí v nemocnici* (1st ed.). MLADÁ FRONTA, a.s.
- Kadner, R. & Rogers, K. (2025). bacteria. *Britannica*.
- Kolář, M., Htoutou Sedláková, M., Suchánková, H. & Hanulík, V. (2013). Influence of carbapenem selection pressure on bacterial resistance | Vliv selekčního tlaku karbapenemů na bakteriální rezistenci. *Klinická Mikrobiologie a Infekční Lékařství*, 19(1), 4–7.

- Koubová, M. (2017, 29. July). Dobírat antibiotika, když se pacientům uleví, je mýtus, tvrdí britská studie. Další odborníci jsou ale opatrní. *Zdravotnickýdeník.Cz*.
- Králová, S. (2023, 4. November). Antibiotika není nutné dobírat do konce.... *Ona.IDNES.Cz*.
- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2022, 1. September). *RVP G* - Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia*.
- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy Č. republiky. (2024). *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy*.
- Ministerstvo zdravotnictví České republiky. (2021). Téma antibiotické rezistence v České Republice. *Ministerstvo Zdravotnictví České Republiky*.
- Ministerstvo zdravotnictví České republiky. (2022). *Většina respiračních infekcí je virového původu, antibiotika nepomůžou*.
- Ministerstvo zemědělství, O. bezpečnosti potravin. (2023). Antibiotická rezistence je výzvou 21. století. *Informační Centrum Bezpečnosti Potravin*.
- Pavlasová, L. (2009). *Mikrobiologie pro učitele přírodopisu a biologie*.
- Schindler, J. (2014). *Mikrobiologie pro studenty zdravotnických oborů* (2nd ed.). Grada Publishing.
- Shah, P., Shrestha, R., Mao, Z., Chen, Y., Chen, Y., Koju, P., Liu, X. & Li, H. (2019). Knowledge, attitude, and practice associated with antibiotic use among university students: A survey in Nepal. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph16203996>
- Státní zdravotní ústav. (2022a). Nakazily vás bakterie? Antibiotika nejsou vždy nutná, tělo si poradí. *Důvěřuj Svému Lékaři*.
- Státní zdravotní ústav. (2022b). Očkovací kalendář v ČR. *Státní Zdravotní Ústav*.
- Státní zdravotní ústav. (2022c). Užívání antibiotik – čím se můžeme inspirovat v zahraničí? *Důvěřuj Svému Lékaři*.

- Státní zdravotní ústav. (2023a). Metodický návod Program prevence a kontroly infekcí v zdravotnických zařízeních poskytovatelů akutní lůžkové péče. *Státní Zdravotní Ústav*.
- Státní zdravotní ústav. (2023b). *Jak si správně mýt ruce*.
- Státní zdravotní ústav. (2024). *Vyšetření antibiotické citlivosti bakterií EUCAST disková difuzní metoda. 12.0*.
- Státní zdravotní ústav. (2025). Rizika a hrozby. *Antibiotickarezistence.Cz*.
- The Lancet. (2024). The Lancet: More than 39 million deaths from antibiotic-resistant infections estimated between now and 2050, suggests first global analysis. *Institute of Health Metrics and Evaluation*.
- Tlaskalová-Hogenová, H. & Eklová, D. (2024). *Mikrobiom a zdraví*. Grada Publishing.
- Vallin, M., Polyzoi, M., Marrone, G., Rosales-Klintz, S., Wisell, K. T. & Lundborg, C. S. (2016). Knowledge and attitudes towards antibiotic use and resistance - A latent class analysis of a Swedish population-based sample. *PLoS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152160>
- Večeřová, P. (2023, 26. April). *PROČ PROŠLÉ LÉKY VRACET ZPĚT DO LÉKÁRNY?* Benu.Cz.
- Vitouš, A. & Stejskal, F. (2020). Influenza and its complications. *Vnitřní Lékařství*, 66(6), 360–362. <https://doi.org/10.36290/vnl.2020.102>
- Vorlíček, P. (2024). Používání veterinárních antibiotik v ČR dlouhodobě klesá. *Státní Veterinární Správa*.
- World Health Organization. (2023a). Antimicrobial resistance. *World Health Organization*.
- World Health Organization. (2023b). *People-centred approach to addressing antimicrobial resistance in human health: WHO core package of interventions to support national action plans*. World Health Organization.

Seznam příloh

Příloha 1 – dotazník

Na jaké škole studujete?

Znalostní část s odpověďmi ano/ne/nevím

Způsobují bakterie běžné nachlazení?

Způsobují viry běžné nachlazení?

Způsobují bakterie chřipku?

Způsobují viry chřipku?

Jsou antibiotika účinná v boji proti infekcím způsobených bakteriemi?

Jsou antibiotika účinná v boji proti infekcím způsobených viry?

Jsou antibiotika účinná v boji proti infekcím způsobených houbami (plísně, kvasinky)?

Jsou antibiotika účinná v boji proti infekcím způsobených parazity?

Dokáže tělo bojovat s mírnou infekcí i bez antibiotik?

Může časté užívání antibiotik snížit výskyt infekcí?

Mohou antibiotika urychlit proces zotavení z nachlazení?

Je pravděpodobné, že vám při angíně lékař předepíše antibiotika?

Je nutné při zánětu močového měchýře u žen užívat antibiotika?

Mají lidé v těle bakterie, které jim pomáhají?

Mohou antibiotika působit negativně na vaši mikroflóru (bakterie v těle)?

Mohou mít antibiotika nějaké vedlejší účinky?

Víte, co je antibiotická rezistence?

Je antibiotická rezistence výsledkem nadužívání antibiotik?

Když vycestujete mimo Česko, je šance, že si zpět přivezete rezistenci na antibiotika?

Může se antibiotická rezistence šířit z člověka na člověka?

Může se antibiotická rezistence, která vznikne v těle zvířat, projevit následně i u člověka?

Je možné zakoupit antibiotika v lékárnách volně bez předpisu?

Co si myslíte o následujících tvrzeních? (Likertova škála)

Antibiotická rezistence je výsledkem nadužívání antibiotik

Antibiotická rezistence má vliv na mé zdraví

Hygiena rukou (mytí rukou či použití dezinfekce) snižuje riziko šíření infekce

Když onemocním, většinou zůstanu v klidu a počkám, jestli se průběh zhorší

Před zahájením léčby antibiotiky se poradím s lékařem

Když je mi dobře, měl(a) bych přestat užívat antibiotika i přes to, že jsem nedokončil(a) celou léčbu

Když je mi špatně, požádám o antibiotika kamarády (bez konzultace s lékařem)

Myslím si, že je dobré mít možnost získat antibiotika i bez předpisu

Když onemocní můj přítel/rodina, ihned mu dám antibiotika

Zbylá antibiotika bych měl(a) vrátit do lékárny

V České republice je rezistence na antibiotika problémem

Ve škole by se mělo o rezistenci k antibiotikům mluvit více

Ze kterých zdrojů jste se dozvěděli o tom, že existuje antibiotická rezistence?