

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Učitelství biologie pro střední školy

Studijní obor: Učitelství biologie pro střední školy – Učitelství matematiky pro střední školy



**Bc. Ludmila Sedláčková**

Imunitní systém hrou

Imunne System Through Game

Diplomová práce

Vedoucí práce/Školitel: Mgr. Radka Marta Dvořáková, Ph.D

Praha, 2024

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 8.8.2024

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí své práce Mgr. Radce Martě Dvořákové, Ph.D., za její trpělivost, ochotu a všechny cenné rady a připomínky, které mi poskytla. Dále bych chtěla poděkovat všem mým nejbližším, rodině a přátelům, kteří mi byli velkou oporou po celou dobu studia.

## **ABSTRAKT**

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvořit didaktickou hru na téma imunitního systému, která naplňuje konkrétní výchovně-vzdělávací cíle. Hra má posloužit jako výukový materiál do úvodních hodin imunity v druhých ročnících střední školy.

Teoretická část je věnována didaktické hře a její efektivnosti a dále se věnuje výuce imunitního systému na středních školách. Praktická část práce se věnuje vytvořením didaktické hry zaměřené na téma imunitního systému a dotazníku, který umožní evaluaci didaktických cílů hry. Didaktická hra byla použita v praxi při výuce biologie na gymnáziu a po jejím odehrání účastníci hry vyplnili dotazník, který ověřoval naplnění didaktických cílů.

Analýza dotazníků ukázala edukační efekt. Hlavním výsledkem diplomové práce jsou materiály k didaktické hře.

**Klíčová slova:** *Didaktické hry, střední škola, biologie, imunitní systém, leukocyt*

## **ABSTRACT**

The main goal of the diploma thesis was to create a didactic game on the topic of the immune system that fulfils specific educational goals. The game is intended to serve as teaching material for the introductory lessons of immunity in the second year of secondary school.

The theoretical part is dedicated to the didactic game and its effectiveness, and it is also devoted to the teaching of the immune system in secondary schools. The practical part of the work is devoted to the creation of a didactic game focused on the topic of the immune system and a questionnaire that will enable the evaluation of the didactic goals of the game. The didactic game was used in practice in the teaching of biology at the gymnasium, and after playing it, the game participants filled out a questionnaire that verified the fulfilment of the didactic goals.

The analysis of the questionnaires showed an educational effect. The main result of the thesis is materials for the didactic game.

**Key words:** *Didactic games, high school, biology, immune system, leukocyte*

# Obsah

1. Úvod.....	7
2. Didaktická hra a její místo ve výuce.....	8
2.1. Efektivnost didaktických her.....	8
2.2. Motivace.....	9
2.3. Klima ve třídě.....	11
2.4. Znalosti.....	13
2.5. Vztah učitelů a didaktických her.....	15
3. Deskové hry.....	18
4. Imunitní systém ve výuce biologie na středních školách.....	21
4.1. Imunitní systém v učebnicích biologie pro gymnázia.....	22
4.2. Imunitní systém ve formě hry.....	25
5. Metodika.....	28
5.1. Tvorba hry.....	28
5.1.1. Cíle hry.....	29
5.1.2. Tvorba pomůcek.....	29
5.1.3. Evaluační dotazník.....	32
5.2. Pilotní testování 1.....	33
5.3. Pilotní testování 2.....	34
5.4. Testování ve třídách.....	35
5.5. Analýza dat.....	36
6. Výsledky.....	39
6.1. Imunitní systém hrou – představení.....	39
6.1.1. Obecné informace.....	39
6.1.2. Didaktické cíle hry.....	39
6.1.3. Začlenění do výuky.....	41

6.1.4.	Pomůcky.....	42
6.1.5.	Pravidla.....	49
6.1.6.	Úloha učitele .....	52
6.3.	Analýza evaluačního dotazníku .....	54
6.3.1.	Ověření cíle: Žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu. ....	54
6.3.2.	Ověření cíle: Žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému. ....	58
6.3.3.	Ověření cíle: Žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování.....	60
6.3.4.	Ověření cíle: Žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince.....	63
6.3.5.	Výsledky opakovací verze.....	66
6.3.6.	Další výsledky: .....	68
7.	Diskuze .....	71
8.	Závěr .....	77
9.	Literatura.....	78
10.	Přílohy.....	83

# 1. Úvod

Imunologie je velice komplikované téma a je tudíž složité určit do jaké hloubky by se mělo toto téma učit ve třídách na střední škole. Je potřeba najít rovnováhu mezi úrovní znalostí, tak aby žáci byli schopní porozumět danému tématu, a správností informací, které jsou přiměřeným zjednodušením přizpůsobeny věku a zralosti studenta. Pro mě je důležité, aby žáci místo pouhého naučení nazpaměť funkcí a vlastností složek imunitního systému pochopili a dokázali si představit konkrétní děje. V době pandemie jsem si uvědomila, jak je důležité, aby lidé rozuměli dějům imunitního systému nebo funkci a vlastnostem očkování. Proto se domnívám, že je důležité, aby žáci základních a středních škol pochopili základní principy imunity, aby na těchto základech mohli stavět dál. Pro pochopení některých témat bývá často důležité naučit se nejprve teorii, která tvoří základ pro pochopení. Myslím si, že téma imunitního systému na středních školách není výjimkou. Jsou to fakta, která mohou být pro žáky velmi těžko představitelná, a tudíž i náročná pro porozumění. Chtěla bych tedy vytvořit didaktickou hru, která by sloužila jako doplněk k výkladu v rámci vyučovacích hodin.

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvořit didaktickou hrou naplňující výchovně – vzdělávací cíle: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu, žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému, žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování, žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince, která může být použita nejen ve vyučování. Dílčím cílem je evaluace hry, kdy hra bude použita při výuce na střední škole. Z důvodu dostupnosti hráčů bych chtěla hru nejprve vyzkoušet se spolužáky na vysoké školy a v kruhu rodinných příslušníků. Hodnocení hry bude probíhat z hlediska jejího průběhu při použití a z vyhodnocení anonymního evaluačního dotazníku, který vyplní účastníci po odehrání hry. Dotazník zjišťuje naplnění didaktických cílů hry a zároveň názory žáků na hru.

Smyslem této práce je ukázat možný způsob výuky, který je využitelný ať už v motivační, výkladové nebo fixační fázi, a který žáky bude bavit a zapojí je do výuky.

## 2. Didaktická hra a její místo ve výuce

Nejprve se krátce zaměříme obecně na didaktickou hru a její využití ve vzdělávání. Definici didaktické hry bychom mohli použít od autorů Průcha, Walterová a Mareš: *„Didaktická hra je analogie spontánní činnosti dětí, která sleduje, pro žáky ne vždy zjevným způsobem, didaktické cíle. Může se odehrávat v učebně, tělocvičně, na hřišti, v přírodě. Má svá pravidla, vyžaduje průběžné řízení, závěrečné vyhodnocení. Je určena jednotlivcům i skupinám žáků, přičemž role pedagogického vedoucího mívá široké rozpětí od hlavního organizátora až po pozorovatele. Její předností je stimulační náboj, neboť probouzí zájem, zvyšuje angažovanost žáků na prováděných činnostech, podněcuje jejich tvořivost, spontaneitu, spolupráci i soutěživost, nutí je využívat různých poznatků a dovedností, zapojovat životní zkušenosti.“* (Průcha, Mareš, a Walterová 2003, str. 43) Tedy didaktická hra je druhem hry, která je vytvořena s cílem rozvíjet poznávací procesy, schopnosti a vědomosti dítěte, aniž by si to dítě vždy plně uvědomovalo. Ve vzdělávacích hrách můžeme spojit prvky zábavy se vzdělávacími koncepty za účelem zvýšení motivace a zapojení žáků. (Al-Azawi, Al-Faliti, a Al-Blushi 2016)

Didaktickou hru můžeme zařadit mezi aktivizující metody (Maňák a Švec 2003, str. 49). Cílem těchto metod je aktivní zapojení žáků do výuky, zvýšení jejich motivace a rozvoj vlastností a schopností žáka. Jejich využití závisí na vyučovaném předmětu, cílech hodiny, vztahu a zkušeností učitele s didaktickou hrou a na složení třídy. Hru může učitel použít několika způsoby. Například ji může zařadit na začátek tématu, kdy cílem hry je motivovat žáky k dalšímu studiu v daném oboru. Nebo může sloužit místo výkladu, kdy většinu nových informací se žáci dozvědí pomocí hry. Další možnost je využít hru jako formu zopakování a upevnění nových vědomostí a dovedností.

Didaktickou hru a její využití ve výuce můžeme zhodnotit z hlediska efektivnosti. Kterou budeme chápat v rámci této diplomové práce jako vliv na motivaci žáků, získání vědomostí a klima třídy. A také se podíváme na vztah učitelů k využití didaktických her ve výuce.

### 2.1. Efektivnost didaktických her

Jak jsem již zmínila efektivnost didaktických her lze chápat z více různých hledisek. Můžeme posuzovat efektivitu přijetí znalostí, ať už jako samostatně použitou výukovou metodu, nebo v porovnání s jinými metodami (Noda, Shiotsuki, a Nakao 2019; Wang a Tahir 2020; Gutierrez 2014; Karbownik et al. 2016; Ares et al. 2018; Charlier a De Fraine 2013; Ezezika et al. 2021). Nebo se můžeme zaměřit na motivaci, kterou tato aktivita přináší studentům (Wang a Tahir 2020;



Chapman a Rich 2018; Huizenga et al. 2009; Teixeira et al. 2022; Bawa, Lee Watson, a Watson 2018).

Například přehledová studie autorů Noda, Shiotsuki a Nakao došla k závěru, že deskové hry a programy využívající deskové hry mají pozitivní vliv na vzdělávací znalosti, kognitivní funkce, úzkosti, symptomy ADHD a závažnost Alzheimerovy choroby. Navíc se ukázalo, že deskové hry přispívají ke zlepšení mezilidské interakce a motivace účastníků a podporují učení (Noda, Shiotsuki, a Nakao 2019).

## 2.2. Motivace

Motivace je vliv ať už vnitřních (potřeby a zájmy jedince) či vnějších podnětů, které ovlivňují chování a jednání člověka za účelem dosažení určitého cíle. Motivaci žáků ve třídě může ovlivnit výběr výukové metody. Didaktická hra má za cíl zvýšit motivaci zapojených žáků.

Kategoriím, které ovlivňují motivaci studentů při používání digitálních her, se zaměřil Bawa a kol. (Bawa, Lee Watson, a Watson 2018). Studie ukázala šest takových kategorií, které sami studenti považují za faktory motivace. První kategorií je obsah. Motivující byly podrobné a bohaté popisy, zajímavé a přitažlivé příběhy, nebo uživatelsky přívětivý jazyk. Další kategorii, které byla připisována motivace jsou fantasy prvky, které vyvolávají kreativitu. Motivující byly zároveň zkušenosti uživatelů. V herní mechanice byla motivace připisována získávání schopností na základě nepřetržitého hraní hry, atraktivním herním výzvám a systému odměn. V kategorii kritického myšlení se ukázalo, že nejvíce motivující jsou hry, které vyzývají k přemýšlení nad rámcem, které rozšiřují pohled na svět a posouvají uživatele za komfortní zónu. V poslední řadě byla motivace připsána samotnému začleňování zábavným a živým úkolům a vytváření zájmu nad rámcem požadavků předmětu.

Kromě celkové motivace, kterou může didaktická hra zvýšit, se Chapman a Rich zaměřili na konkrétních patnáct herních prvků a jejich vliv na motivaci žáků. Autoři si stanovili tři výzkumné otázky: Do jaké míry obecně zvyšuje gamifikace ve vzdělávání vnímanou motivaci studentů k učení? Do jaké míry ovlivňují konkrétní herní prvky vnímanou motivaci v učení? Jsou výhody gamifikace omezeny nebo vylepšeny u účastníků se specifickými demografickými charakteristikami? K výzkumu použili platformu s několika herními mechanismy, která zahrnovala patnáct herních prvků. Autoři, protože šlo o vnitřní motivaci, hodnotili vliv

jednotlivých herních prvků podle individuálního názoru účastníku. Mezi nejvíce motivující herní prvky náleží body za úkoly, bonusy a penalizace s termínem splatnosti, flexibilita termínu splatnosti a ukazatele úrovně (známky). Všechny tyto prvky jsou spjaty se zpětnou vazbou na výkon a s kompeticí. Studie tedy došla k závěru, že prvky související se sledováním pokroku všech hráčů a prvky poskytující zpětnou vazbu jsou nejvíce motivující. Použití hry bylo porovnáno s výukou založenou na online čtení v kombinaci se skupinovými pracemi s diskuzemi ve třídě. Celkově 67% studentů uvedlo, že byli při hře více a nebo mnohem více motivováni než při výuce založené na online čtení se skupinovou prací a diskuzemi. 25,8 % dotazovaných se domnívalo, že není rozdíl v motivaci mezi kurzy, pouze 6,5 % třídy se cítilo méně motivováno (Chapman a Rich 2018).

Huizenga (Huizenga et al. 2009) se zaměřil na účinky mobilní městské hry s názvem Frequency 1550, aby pomohla žákům prvního ročníku středního vzdělávání hravou formou získat historické znalosti o středověkém Amsterdamu. Byly zkoumány z hlediska zapojení žáků do hry, historických znalostí a motivace k dějinám. Byly porovnány dvě skupiny. Jedna skupina hrála dějepisnou hru a druhá skupina byla vyučovaná projektovou formou. Hra se studentům převážně líbila, zapojili se i ti, kteří se jindy do výuky nezapojovali. Motivace obou skupin byla bez významného rozdílu. Motivaci skupiny s hrou mohly ovlivnit technické problémy, které výuku provázely. Ovšem výsledky ukázaly, že v herní skupině byli studenti zaujati do výuky a dosáhly lepších výsledků než v kontrolní skupině.

S vnější motivací studentů úzce souvisí dynamika hry. Takovým charakteristickým prvkem je například soutěžní interakce. O přínosu dynamiky, která se změnila k lepšímu při použití hry ve výuce, píše ve své studii i Teixeira. Ten zároveň píše i o pozdějším využití nově získané dynamiky ve třídě při dalších aktivitách, například při diskusi o zneužívání drog a mechanismech chemické závislosti mezi mladými lidmi (Teixeira et al. 2022).

Dalším konkrétním příkladem je platforma Kahoot!. Ta slouží k přezkoumání znalostí pomocí hry a k formativnímu hodnocení. Hra je ve formě kvízu, který je promítán na plátno/tabuli. Žáci jsou přihlášení do daného kvízu pod svým jménem či přezdívkou na svých mobilních telefonech. Každá otázka má časový limit, do kterého žáci musí odpovědět. Kvíz může být ve formě otevřené otázky, s více možnostmi (jedna správná odpověď) či párování odpovědí. Žák získává body za správnou odpověď a zároveň za rychlost. Po každé otázce je žákům ukázán aktuální bodový zisk, čímž získávají průběžnou zpětnou vazbu. Studie ukázaly, že použití Kahoot! významně pozitivně ovlivnilo motivaci žáků k aktivnímu zapojení/účasti ve výuce.

Ovšem tento pozitivní vliv měl pouze zpočátku. Po několika měsících využívání hry se postoj k aktivnímu zapojení žáků už neměnil k lepšímu. Zapojení této aktivity nepřímo zlepšilo docházku do třídy. Ubylo méně pozdních příchodů a zvýšilo se využívání a stahování učebních materiálů. Celkově využití hry Kahoot! zlepšilo dynamiku ve třídě a vyšší výsledky testů nebo vyšší výslednou známku. Aktivita Kahoot! zvýšila žákům jejich motivaci a radost ve třídě, pozitivně ovlivnila vzrušení, zapojení, zkušenost s učením a efektivitu studentů, zvýšila motivaci a sebedůvěru studentů a. Mezi hlavní problémy, které žáci uváděli, patřily technické problémy, jako je nespolehlivé připojení k internetu, obtížně čitelné otázky a odpovědi na promítané obrazovce. Dalším problémem je neschopnost změnit odpověď po odeslání, stresující časová tíseň na odpovědi a nedostatek času na promyšlení otázky a odpověď. Obtíže taky vytváří strach ze ztráty bodů, které je spojené s těžkým doháněním bodového zisku, pokud žák uvedl u některé otázky nesprávnou odpověď (Wang a Tahir 2020). Tyto problémy mohou snižovat motivaci žáků.

### 2.3. Klima ve třídě

Klima ve třídě je tvořeno žáky jako jednotlivci, ale i jako třídou celou, tedy jak třída spolu komunikuje a spolupracuje. Kromě samotných žáků má na klima velký vliv i vyučující. Ať už svým přístupem k učivu a k žákům, tak i výběrem výukových metod pro konkrétní třídy a konkrétní témata. A právě dynamika didaktických her jako výukové metody a motivace jednotlivých studentů ovlivňuje klima v celé třídě.

Důležitým aspektem příznivého klima ve třídě je pocit bezpečí každého žáka ve třídě. To může být narušeno chováním učitele nebo spolužáků. Bezpečné klima nemůže ve třídě být, pokud v ní probíhá šikana na jakékoliv úrovni. Nieh a Wu ve své studii zkoumali účinky deskové hry Galaxy Rescuers na šikanování studentů. Hra spočívá v tom, že si hráči rozdělí mezi sebe šest postav, které navštěvují školu pro záchranáře. Hra je rozdělena do tří fází. V první fázi žáci odpovídají na otázky týkající se šikany. V druhé fázi žáci spojí roli tyrana, oběti, posily a obránce s jejich rolí v incidentu šikany. Ve třetí fázi musí žáci spolupracovat, aby dokázali splnit herní úkoly, které jsou hráčům rozdány na kartách. Na úkoly odpovídají pomocí karet, které obsahují metody obrany oběti šikany. Do studie se zapojilo 328 studentů páté třídy. Studenti byli rozděleni do tří skupin. V první skupině byla použita pouze hra, v druhé skupině hra a debriefing. Třetí skupina byla kontrolní, ve které učitelé použili videa proti šikaně a pracovní listy. Pre-test

proběhl týden před odehráním hry, první post-test proběhl okamžitě po odehraní hry. Druhý post-test byl proveden dva týdny po prvním pro změření opožděných účinků. Na začátku nebyly mezi skupinami žádné významné rozdíly ve znalostech o šikaně, empatii k oběti a úmyslu bránit se. Druhá skupina se od ostatních lišila tím, že se studenti z této skupiny cítili lhostejnější nebo více akceptovaní vůči šikaně. Studie ukázala, že dívky měly ve srovnání s chlapci větší znalosti o šikaně a negativnější vztah k ní. Depresivní a impulzivní studenti projevovali lhostejný nebo více akceptovaný vztah k šikaně. Zároveň impulzivní studenti projevovali také méně empatie obětím šikany. Dříve šikanovaní studenti projevovali obětím více empatií, naopak svědci incidentu šikany se projevovali více lhostejní. Obě skupiny s hrou měly lepší znalostní výsledky než kontrolní skupina v obou post-testech. U skupiny s hrou a debriefingem v prvním post-testu se postoj k šikaně změnil k negativnějšímu a zvýšila se míra empatie oproti kontrolní skupině. V druhém post-testu změny v postoji k šikaně, empatii a úmyslu bránit se, nebyly významné. Většina hráčů uvedla, že hra jim pomohla pochopit, co je to šikana a různé role v incidentu šikany, jak se cítí oběť a jak by se měla bránit a jak používat obranné mechanismy, které byly použity ve hře (Nieh a Wu 2018).

Jak jsem již zmínila, každý jednatelce a jeho chování má vliv na klima celé třídy. Například student s poruchou pozornosti a hyperaktivitou může, ale i nemusí výuku nabourat a ovlivnit tak klima ve třídě. Kim a kol. (Kim et al. 2014) svou studii zaměřili na vliv hry Go na kognitivní funkce a mozkovou aktivitu studentů s poruchou pozornosti a hyperaktivitou. Hra Go je desková hra, ve které se hráči pomocí figurek snaží zabrat co největší rozlohu. Do studie bylo zařazeno 17 studentů ve věku 7-12 let s ADHD, kteří neměli zkušenost s žádnou jinou léčbou ADHD. Do druhé skupiny bylo zařazeno 17 studentů ve stejném věku bez ADHD. Během šestnácti týdnů žáci dvě hodiny každý všední den hráli Go s instruktorem. Studenti byli před začátkem a po ukončení šestnáctitýdenního turnusu testováni pomocí encefalografie, testu rozpětí čísel (převzat z Weschlerovy inteligenční škály), testu dětských barevných stezek (vyvinut a standardizován na základě Trail-Making Test) a pomocí hodnotící stupnice závažnosti symptomů ADHD (DuPaul's ADHD Rating Scale). Ve skupině s ADHD se snížilo skóre na stupnici závažnosti symptomů ADHD a na stupnici nepozornosti. Míra hyperaktivity nezaznamenala změnu. V kontrolní skupině se nezměnilo skóre ADHD, nepozornosti ani hyperaktivity. Obě skupiny se zlepšily v testu rozpětí čísel, ale zlepšení nebylo statisticky významné. Výsledky tedy naznačují, že hra Go může zlepšit pozornost a výkonné funkce u studentů s ADHD.

Klima třídy může ovlivnit i výběr a vlastnosti použité didaktické hry. Některé hry mohou být postaveny na kooperaci nebo naopak hlavním motivačním prvkem bude soutěživost mezi týmy či jednotlivci. Proto se například někteří učitelé zdráhají používat Kahoot! ve třídě. Obávají se, že žáci budou mít strach ze hry, která se zaměřuje na body, výsledkové tabulky a vítězství. Proto tato platforma nabízí anonymní přihlášení pod přezdívkou. Tedy pouze samotný žák a učitel mohou znát jeho výsledky. Tím může být vytvořeno bezpečnější prostředí a snížení stresu žáků. Je mi známa pouze jedna studie, která uvádí, že využití Kahoot! ve výuce může vyvolat úzkost (Wang a Tahir 2020).

Jako indikátor dobrého či špatného klima ve třídě můžeme považovat i počet položených dotazů žáky. Pokud se žáci necítí bezpečně, obávají se dopuštění se chyby či posměchu ze strany vyučujícího nebo ostatních žáků, tak počet dotazů během výuky klesá. Naopak při vhodném klimu, žáci nemají obavu klást otázky. Budiati ve své studii poukazuje na rozdíl v procentuálním zastoupení žáků, kteří se zdráhají klást otázky ve třídě. Při tradiční výuce se obává klást otázky 56% žáků, kdežto ve třídách, kde byla použita platforma Kahoot! takových žáků bylo pouze 37% (Budiati 2017).

Správný výběr didaktické hry můžeme velmi ovlivnit klima celé třídy.

## 2.4. Znalosti

Velice důležitým aspektem pro hodnocení didaktické hry je její vědomostní přínos. Proto se řada autorů zabývala otázkou, zda a jak didaktické hry ovlivňují v porovnání s jinými výukovými metodami znalosti žáků.

Například Ezezika (Ezezika et al. 2021) zjistil, že žáci, kteří se účastnili studie o dopadu deskové hry ve výuce zdraví se shodují v názoru, že metoda didaktické hry jim pomohla udržet si znalosti získané během kurzu. A zároveň uvedli, že byli schopni efektivněji zpracovávat informace díky zpětné vazbě, kterou dostávali v průběhu hry. Kontrolní skupina, která se účastnila přednášky měla lepší výsledky pre-testu i post-testu oproti skupině, která hrála hru. Ovšem rozdíl mezi pre- a post- testem, které byly žáky vyplněny před odehráním a zrovna po odehrání hry, byl u druhé skupiny vyšší než v kontrolní skupině. Tedy u studentů, kteří si zahráli hru, došlo k většímu nárůstu nových vědomostí.

K podobným výsledkům došli Charlier a De Freine (Charlier a De Fraine 2013) ve studii, ve které porovnávali didaktickou hru a přednáškovou metodu pro výuku první pomoci. Do této studie bylo zapojeno 120 studentů osmé třídy. Studenti byli rozděleni do dvou skupin. V první skupině byla použita hra pro výuku první pomoci a druhá skupina byla vyučována formou přednášky. Studenti před absolvováním výuky vyplnili předběžný test, bezprostředně po intervenci post-test a po 8 týdnech krátkodobý retenční test. Navíc po třetím testu studenti sdělili pomocí Likertovy škály v dotazníku své názory na výuku. Obě skupiny podle výsledků testů zvýšily své znalosti v oblasti první pomoci. Ovšem skupina s přednáškou měla větší rozdíly ve skóre předběžného a post-testu. Tedy pomocí přednášky studenti získali více vědomostí. Ale v retenčním testu po 8 týdnech přednášková skupina zaznamenala o něco vyšší ztrátu znalostí oproti skupině s hrou, která taky zaznamenala pokles vědomostí. Co se týče motivace, nebyl statistický rozdíl mezi skupinami. Rozdíl byl v oblíbenosti výuky. 83% studentů uvedlo, že se jim výuka s hrou líbila. Pouze 21% studentům z přednáškové skupiny se kurz líbil.

Při porovnání deskové hry a přednáškového semináře z farmakologie se Karbownik a kol. účastněných studentů ptal na náročnost tématu při použití obou metod. Studenti uvedli, že metoda výuky neměla vliv na obtížnost látky, v obou případech byla látka stejně náročná. Obě metody zlepšily krátkodobé uchování znalostí v podobném rozsahu. Hra ovšem byla studenty obecně vnímána lépe než seminář. Studentům, podle jejich názoru, usnadnila klinické myšlení a komunikaci s vrstevníky. Porovnání dlouhodobého uchování znalostí bylo matoucí, protože bylo posuzováno na základě složení závěrečné zkoušky. A studenti si mohli vybrat z několika možných termínů. Analýza výsledků zkoušky ukázala významně vyšší průměrný poměr správně zodpovězených otázek při závěrečné zkoušce u skupiny s didaktickou hrou. Kvůli matoucímu efektu různých termínů zkoušky není tento výsledek průkazný. (Karbownik et al. 2016)

Wang a Tahir (Wang a Tahir 2020) se zaměřili na studii, které porovnávají Kahoot! s jinými výukovými metodami, mezi nichž patří tradiční výuka s použitím papíru, diskuse, metody postavené na technologiích nebo na práci s učebnicí, v několika různých předmětech (jazyky, informační technologie, bioinženýrství, média a komunikace, elektrické obvody, obchod, matematika, fyzika, chemie, biologie, programování, geografie). Tato srovnání ukázala lepší výsledky testů u žáků, kteří byli ve skupině s Kahoot!. Velký posun byl zaznamenán mezi pre-testem a post-testem, které zaznamenaly míru vědomostí před a po použití hry. To ovšem nevyovídá nic o porovnání s jinými metodami. Španělské studie (Ares et al. 2018) zaměřené na studenty chemie porovnala častější a méně časté použití Kahoot! ve výuce. Ve skupině s častější aplikací, byla platforma použita každou hodinu. Méně časté použití znamenalo každou

druhou hodinu. Zároveň výsledky obou skupin porovnávala s výsledky předchozích let, ve kterých tato platforma nebyla použita. Znalostní zkoušku složilo o 20% více žáků s méně častým použitím platformy Kahoot!, než žáci v předešlých ročnících. Ještě lepších výsledků dosáhla skupina s častějším použitím platformy, kde úspěšně složilo znalostní zkoušku o 29% více žáků v porovnání se žáky, kteří platformu nepoužili.

Karetní hrou, k doplnění výuky a k lepšímu porozumění pojmům v biologii, se zabýval Gutierrez (Gutierrez 2014). V této studii byla experimentální i kontrolní skupina vyučována formou přednášky a diskusí. Rozdíl byl v posilovací aktivitě, která byla v případě experimentální skupiny karetní hra a u kontrolní skupiny tradiční úkoly a cvičení. Pre-test před výukou neukázal žádné významné rozdíly mezi skupinami. Post-test u obou skupin ukázal navýšení skóre, tedy obě metody byly úspěšné. Ovšem u skupiny s metodou využívající hru došlo k výraznějšímu nárůstu skóre oproti kontrolní skupině. Tyto výsledky naznačují větší efektivitu didaktické hry oproti tradičním úkolům ve fixační fázi výuky.

Pokud bychom chtěli shrnout výsledky zmíněných studií, dojdeme k závěru, že didaktické hry mají pozitivní vliv na znalosti studentů. Nemůžeme ovšem jednoznačně říct, že by didaktická hra vyšla efektivnější oproti jiným metodám.

## 2.5. Vztah učitelů a didaktických her

Přese všechny studie o efektivnosti didaktických her ve výuce má největší a vlastně jediný vliv na jejich začlenění samotný učitel. Vliv na názor vyučujících na využití her ve výuce může mít například jejich délka učitelské praxe, typ a obtížnost hry, zkušenosti s didaktickou hrou, časová náročnost hry oproti jiným výukovým metodám nebo využití potřebných technologií.

Studie (Kebritchi 2010), s cílem identifikovat faktor přijetí vzdělávacích počítačových her učiteli do výuky matematiky na střední škole, se zaměřila na pět atributů, které ovlivní přijetí hry učitelem. Prvním atributem je relativní výhodnost, která porovnává výhody a nevýhody hry. Dalším je kompatibilita, která se týká míry, do které je nová hra kompatibilní s prací a hodnotami, které byly do té doby standartní. Složitost ukazuje míru obtížnosti, pochopitelnosti a použitelnosti. A další faktor se týká vyzkoušení hry před prvním použitím ve výuce. Posledním atributem je pozorovatelnost, která ukazuje na viditelné výsledky po použití nové hry. Ke každému faktoru uvedli učitelé v rámci studie poznámky, které ovlivňují přijetí hry učitelem.

K relativní výhodnosti uváděli, že hra má být vhodná pro dívky i chlapce stejně. A zároveň by měla zapojit studenty do činností, které vyžadují myšlení, řešení problémů a strategii. Ke kompatibilitě učitelé poukázali na nedostatek času pro nové hry ve výuce. Je důležité mít pro hru vyhrazený dostatek času, což v hodině plné jiných aktivit je složité. Dále se vyjádřili k důležitosti školení učitelů o technologiích. Neobeznámenost s technologiemi by mohla vést k nepoužívání počítačových her ve výuce. Co se týče složitosti, hra by měla být dostatečně složitá, aby žáky zaujala. Zároveň by neměla být příliš obtížná. Hra by měla mít možnost úpravy obtížnosti podle schopností studentů. Učitel by mohl nechat žáky přeskočit příliš jednoduché části, se kterými by zbytečně ztráceli čas. Pro učitele je také důležité, aby si mohli hru předem vyzkoušet, než ji použijí ve výuce. Co neovlivnilo přijetí hry, byli pozorovatelné výsledky v jiných třídách případně školách. Učitelé si potřebují sami hru vyzkoušet, aby si na ni vytvořili názor. Doplňující poznámkou učitelů, která je podle nich důležitá, je, že hra není náhradou učitele, nýbrž jeho doplňkem.

V prvním ročníku průmyslového inženýrství Braghirolli a kol. zkoumali hru, ve které studenti řídí pracovní stanice a přebírají role výrobních manažerů a operátorů. Cílem hry bylo demonstrovat rozdíly ve výkonu odvozených od změn provozních podmínek. Z dotazníků vyplývá, že 83% studentů považuje úroveň učení při hře nad rozumnou. Při porovnání testu vyplněného před hrou a testem vyplněným po hře, se ukázalo významné navýšení správných odpovědí. Tedy hra zlepšila výkon v testu. Z dotazníku zároveň vyšlo, že studenti vnímají didaktické hry jako užitečné. Nepřipisují hře pouze zábavný efekt. 67% účastníků uvedlo, že je hra významně motivovala. Ke hře se také vyjádřili profesori, kteří uvedli tři důležité aspekty hry. Zaprvé hra byla vnímána jako výzva. Z počátku hry se studenti soustředili pouze na jeden či dva aspekty výrobního systému. S posunem simulace studenti byli schopní začít uvažovat systémově. Druhým důležitým aspektem hry je dynamika. V tomto případě byly dynamickou složkou prvky závislé na čase, například rozbití stroje. Tyto časově ovlivněné prvky jsou během simulace mnohem rychlejší než v reálné praxi. Z pohledu studenta z takového herního zážitku lépe pochopí vliv času než z příkladů uvedených profesorem. Dále je důležitá motivace studentů. Někteří hráči byli motivováni hned od začátku hry. Ovšem část motivace se opírala o pobídku profesora, která měla zajistit, aby se všechny skupiny učily a postupovaly dál ve hře. Jako důležité považovali profesori individuální interakci se studenty, při které mohli řešit specifické mylné představy studentů (Braghirolli et al. 2016).

Já osobně se nejčastěji setkávám ve svém okolí se začleněním platformy Kahoot! do výuky. Kahoot! (Wang a Tahir 2020), jak uvedli dotazovaní učitelé, je snadno použitelnou metodou.



Berou ji jako motivační nástroj pro učení, která podporuje učitelkou práci ve třídě, zhodnotí znalosti studentů a je vzrušujícím nástrojem pro výuku. Díky této hře probudili studenty z jejich spánku ve třídě. V některých případech snížila pracovní zátěž učitele a zvýšila účast ve třídě. Zároveň umožnila učitelce komunikovat s velkým počtem studentů a rozvíjet čtenářské dovednosti žáků. Navíc jsou možné i speciální verze jako jsou týmové kahooty, které pomáhají studentům sdílet znalosti. Nebo například Blind kahoots, které mají za cíl povzbudit zájem o nová témata. Problém mohou dělat špatně navržené otázky, které nemusí mít pozitivní účinek. Příkladem je špatně odhadnutá jejich obtížnost. Bodování závislé na rychlosti odpovědi může snížit reflexi studentů a působit, že někteří budou hádat bez přemýšlení.

Učitelé mají zájem o začleňování didaktických her do výuky. Jedním z nejdůležitějších aspektů pro výběr vhodné hry je její obtížnost tak, aby žáci byli dostatečně motivováni, ale zároveň aby hra nebyla nad jejich schopnosti. Naopak mezi důvody, kvůli kterým by někteří učitelé nevyužili didaktické hry, patří i přílišná soutěživost mezi studenty. Častá výhra jedné skupiny studentů a prohra ostatních, by mohla narušit klima ve třídě. Učitel hraje důležitou roli jak při výběru hry, ale také při jejím odehrání. Tehdy zastupuje roli průvodce, zároveň usměrňuje žáky a v některých případech ovlivňuje průběh hry. A na konec vede evaluaci přínosu hry se žáky.

### 3. Deskové hry

Didaktické hry můžeme rozdělit z několika hledisek. Jedním z nich je například místo uskutečnění, jestli se jedná o hru pro vnitřní použití, například ve třídě, nebo pro venkovní použití. Dalším aspektem je organizace hry, kdy se můžeme konkrétně zaměřit na spolupráci hráčů. Zda hráči hrají v týmech, a je tedy vyžadována jejich spolupráce, nebo hraje každý sám za sebe. S tím je také spojený efekt soutěživosti. Didaktické hry mohou být soutěživé i nesoutěživé. Dále hry můžeme rozdělit na několik skupin podle převládající činnosti žáků a podle schopností, které má daná hra u žáků rozvíjet. Obecně hry a tedy i hry didaktické můžeme rozlišit například na hry karetní, deskové nebo video hry. Právě desková didaktická hra je tématem této diplomové práce, proto se v této kapitole zaměříme na tuto skupinu her.

Cílem review Teixeira a kol. (Teixeira et al. 2022) byla analýza vývoje a aplikace deskových her v biologii. Zabývali se 39 články, které se týkají deskových her v biologii. Hry byly vytvořeny primárně pro školní věk a byly testované s dětmi, dospívajícími i dospělými. Hry byly rozdělné jako interaktivní, které mohou být kooperativní nebo kompetitivní, a neinteraktivní. Většina her byla založena na soutěžním prvku, který je součástí vnější motivace. Autoři se zaměřili na správnost znalostí získaných při hře a na fixaci těchto znalostí. Jedna z her ukázala přínos v učení v oblasti výživy a nutričních onemocnění. To by mohlo napomoci při zvyšování povědomí o zdravé výživě mladého publika. Významný pokrok v učení a lepší výsledky, v porovnání s nástroji využívaných v tradičních třídách, byl pozorován u her, které se zaměřily na témata sexuálně přenosných nemocí (konkrétně AIDS), zoologie bezobratlých a endemických chorob, antimikrobiálních léčiv, enviromentální výuky, anatomie a člověka, evoluce a genetiky, hematologie, mikrobiologie. Rozdíl v přijímání znalostí byl vyšší pro herní skupinu oproti skupině, která o AIDS povídala (Wanyama et al. 2012). Uchování vědomostí ve farmakologii a antimikrobiálních léčivech byla z krátkodobého hlediska podobná pro vzdělávací hru a pro přednáškový seminář. Z dlouhodobého hlediska byla hra účinnější. Nejvýraznější rozdíl byl do 14 dnů od odehrání i přednášky (Karbownik et al. 2016).

Navíc v oblasti výživy autoři zjistili pozitivní korelaci mezi používáním her a behaviorálním výukovým přínosem. Což potvrzuje myšlenku role her v self-management education u jedinců postižených patologickými stavy, jako je např. diabetes, obezita a hypertenze, které vyžadují zvláštní úsilí o sebeobsluhu (Teixeira et al. 2022).

Deskové hra „Synthesizing Proteins“ je vytvořena k porozumění syntézy proteinů. Studie přínosu této hry (Cavalho, Beltramini, a Bossolan 2019) měla tři fáze a zúčastnilo se jí 15 studentů. V první fázi byly pomocí diagnostického dotazníku zjišťovány znalosti studentů o proteinech. Tato diagnostika poukázala na pouze povrchové odpovědi, při kterých studenti popisovali proteiny obecnými termíny. Tento dotazník byl doplněn polostrukturovaným rozhovorem, při kterých žáci upřesňovali své odpovědi v dotazníku. S měsíčním odstupem studenti odehráli hru a po dalším měsíci proběhli opět rozhovory se studenty, jehož cílem bylo zhodnotit přínos hry k pochopení některých pojmů. Hra je sestavena z hrací desky a karet a probíhá v pěti fázích. Karty „cíl“ znázorňují problémovou situaci související s proteinem, karty „akce“ určují dynamiku hry a figurky na herní desce představují jednotlivé komponenty (mRNA, zpracovaný protein). Studenti při hře převzali role molekul a simulovali procesy a mechanismy spojené s proteiny. Výsledky studie naznačují koncepční zisk a zlepšení nebo vytvoření modelu syntézy proteinů studenty. Zároveň poukazuje na kooperativu a soutěživé prvky jako na možné podpůrné prvky smysluplného a perspektivního učení.

Popisem hry na svalovou soustavu pro vysokoškolské studenty farmacie se zabývali Luchi a kol. Hra je postavena na hracím plánu a kartičkách s otázkami různé obtížnosti. Při správném zodpovězení otázky se hráčova figurka posunula na herním plánu dopředu. Studenti nejprve absolvovali teoretické hodiny, poté byli rozděleni do skupin. Jedna skupina se účastnila deskové hry a kontrolní skupina podstoupila řízenou aktivitu, při které ve skupinách zodpovídali stejné otázky, které byly použity ve hře. Studenti týden po aktivitách zodpověděli jedno cvičení týkající se probraného tématu. Toto šetření ukázalo vyšší získané skóre pro skupinu, která absolvovala hru. Po vyhodnocení si skupiny vyzkoušeli aktivitu druhé skupiny (Luchi, Cardozo, a Marcondes 2019).

Další deskovou hrou, která má využití na vysoké škole farmacie a medicíny je hra pro výuku antimikrobiálních mechanismů účinku (Valente et al. 2009). Tato hra navazuje na odučenou přednášku. Hra je založená na plánu, který představuje struktury bakteriální buňky, které se mohou stát cílem antibiotik. Každý hráč na začátku hry obdrží kartu s klinickým případem, mikroorganismem a jeho citlivostí na antibiotika. Plánek obsahuje čtyři typy políček. Pokud hráč vstoupí se svou figurkou na očíslované pole, nic se neděje. Pokud vstoupí na pole s antibiotikem, musí hráč zkontrolovat svou kartu, jestli je bakterie citlivá, středně odolná nebo odolná. Podle toho se poté posune dopředu nebo zpět po herním plánu. Třetím typem pole je otazník. Na tomto poli je hráči, jenž na ní vstoupil přečtená kartička s otázkou týkající se tématu. Pokud odpoví správně, posune figurku o příslušný počet polí kupředu. V případě chybné odpovědi posune se

zpět. Poslední druhem pole je pole mutace. Hráč se musí z tohoto pole vrátit na výchozí políčko a zároveň musí změnit profil citlivosti na antibiotika podle mutace, kterou bakterie utrpěla. Hra končí, když hráč vstoupí na poslední políčko plánku, který představuje lék. Studenti před a po odehrání hry vyplnili testy, které se skládaly z výroků. U výroků studenti rozhodovali o správnosti. Měli k dispozici i neutrální volbu, pokud neznali správnou odpověď. Analýza testů ukázala nárůst správných odpovědí a menší počet neutrálních odpovědí. Také došlo k malému nárůstu špatných odpovědí, ovšem rozdíl nebyl významný. V dotazníku ke hře studenti v 96% uvedli, že hra byla zajímavá, měla jasný design a zlepšila znalosti předmětu. 90% studentům hra pomohla pochopit téma a byla pro ně důležitým způsobem, jak zlepšit učení (Karbownik et al. 2016).

## 4. Imunitní systém ve výuce biologie na středních školách

V době pandemie covidu - 19 a diskusí na téma očkování a obecně imunity člověka jsem si uvědomila, jak je důležité porozumět alespoň základům tohoto tématu. Z vlastních zkušeností můžu říct, že téma imunitního systému na gymnáziu bylo náročné, a hlavně těžce představitelné. Po setkávání s lidmi, kteří se rozhodují o svém zdraví pouze na základě informací, které si přečtou na sociálních sítích, jsem se rozhodla o vytvoření didaktické hry na téma imunitního systému, která by mohla přiblížit takto náročné téma žákům na střední škole.

Co přesně učit a do jaké hloubky je složitá otázka. Můžeme se podívat na rámcové vzdělávací programy (dále jako RVP) pro střední školy. Pro kontrast jsem si vybrala rámcový vzdělávací program pro obor praktické sestry (dále pouze jako RVP SOV praktická sestra) – tabulka 1 a RVP pro gymnázia (dále pouze jako RVP G) – tabulka 2.

### ZÁKLADY MIKROBIOLOGIE, IMUNOLOGIE, EPIDEMIOLOGIE A HYGIENY

#### Výsledky vzdělávání

žák:

- vysvětlí význam mikrobiologie, imunologie, epidemiologie a hygieny;
- popíše mikrobiální osídlení zdravého člověka, charakterizuje patogenní mikroorganismy;
- popíše příčiny a důsledky rezistence mikroorganismů při léčbě infekčních onemocnění;
- objasní pojem imunita a fungování imunitních mechanismů;
- vysvětlí rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou a uvede příklady;
- vysvětlí význam a fungování obranných mechanismů v organismu; uvede a vysvětlí příklady patologické imunity (alergie, stavy imunitní nedostatečnosti, autoimunní nemoci);
- objasní rozdíl mezi infekčním a neinfekčním onemocněním;
- specifikuje infekční onemocnění podle původu nákazy a způsobu přenosu a charakterizuje je z hlediska jejich projevů;
- vysvětlí zásady a základní prostředky prevence infekčních onemocnění a význam očkování.

Tabulka 1: RVP SOV praktická sestra (RVP\_5341M03\_Prakticka\_sestra.pdf, s. 52, 53)

## BIOLOGIE ČLOVĚKA

### Očekávané výstupy

žák:

- podle předloženého schématu popíše a vysvětlí evoluci člověka
- využívá znalosti o orgánových soustavách pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle
- charakterizuje individuální vývoj člověka a posoudí faktory ovlivňující ho v pozitivním a negativním směru

### Učivo

- opěrná a pohybová soustava
- soustavy látkové přeměny
- soustavy regulační
- soustavy rozmnožovací

Tabulka 2: RVP G (RVP – Rámcové vzdělávací programy - edu.cz , s. 33)

Z těchto nekonkrétních a široce pojatých výstupů žáka v RVP G je velmi obtížné vyčíst, do jaké míry se věnovat imunologii v hodinách biologie a které pojmy a procesy žákům představit. Konkrétní výstupy bychom mohli dohledat ve školních vzdělávacích programech jednotlivých škol. Místo porovnání několika školních vzdělávacích programů (dále pouze jako ŠVP) náhodně vybraných gymnázií či středních škol jsem se rozhodla podívat do některých učebnic a souhrnných přehledů biologie pro SŠ, které jsou z mých zkušeností nejvíce využívány učiteli a studenty na gymnáziích, abych mohla porovnat, které pojmy uvádějí a do jaké hloubky se imunitnímu systému a jeho procesům věnují. ŠVP je v kompetenci každé školy. Tedy na každé škole může být toto téma probíráno do různé hloubky, tak aby splňovalo RVP. A může být veliký rozdíl například mezi některými odbornými středními školami a gymnázii. To je důvodem, proč jsem se rozhodla místo toho podívat do učebnic a souhrnných přehledů. Předpokládala jsem, že se budou učebnice více shodovat v množství pojmů a v hloubce probírání. Takže jejich průnik vytvoří pomyslný základ pro všechny žáky středních škol.

#### 4.1. Imunitní systém v učebnicích biologie pro gymnázia

První učebnice, do které jsem se podívala, je Biologie člověka pro gymnázia od autorů Novotný, Hruška. V této učebnici se žáci seznámí s buňkami imunitního systému v kapitole tělních tekutin pod pojmem bílé krvinky (Novotný 2010, s. 39–40). Leukocyty jsou rozděleny na granulocyty a agranulocyty. Granulocyty jsou v učebnici rozděleny podle barvitelnosti granulí a je popsána jejich funkce. Agranulocyty jsou rozděleny na lymfocyty a monocyty.

V této kapitole jsou ještě popsána onemocnění krve, kam je zařazena i leukémie. Dále se tato učebnice věnuje tomuto tématu v podkapitole obraného imunitního systému (Novotný 2010, s. 43–47), kde uvádí mezi klíčová slova pojmy: cizorodé makromolekulární látky, patogeny, imunita nespecifická, imunita specifická, lymfoidní orgány, antigeny, protilátky, lymfocyty B a T, imunizace, AIDS.

Autoři nespecifickou imunitu definují jako schopnost fagocytujících buněk pohlcovat choroboplodné mikroorganismy, mrtvé buňky a jejich částice a zabraňování množení virů. Navíc, oproti pojmům, které jsem zahrнула do hry, uvádí bílkovinu krevního séra – komplement, který ničí bakterie. Hlavní úlohu specifické imunity plní leukocyty. V učebnici je popsáno jejich rozdělení (T – lymfocyty a B – lymfocyty) včetně plazmatických a paměťových buněk, funkce a jejich aktivace včetně vysvětlení pojmů antigen a protilátka. Okrajově je zmíněná centrální lymfoidní tkáň (místo dozrání lymfocytů – kostní dřev a brzlík) a periferní lymfoidní orgány (lymfatické uzliny, slezina, tkáň pod epitelem tenkého střeva). Důležitým tématem, které je spojeno se specifickou imunitou a je zmíněné v učebnici, je očkování. Rozdělené je na aktivní (vpravení usmrcených nebo oslabených mikroorganismů do těla) a pasivní (vpravení pouze protilátek) imunizaci. Dále autoři vysvětlují přecitlivělost imunitního systému – alergii a chorobu AIDS způsobenou virem HIV (Human Immunodeficiency Virus). Při tomto onemocnění dochází k úplnému selhání imunity. Jako způsoby přenosu této nemoci uvádí: pohlavní styk, krví, z ženy na její plod. Věnují se také prevenci. Kterou je vyvarování se nahodilému sexuálnímu styku a používání kondomu (Novotný 2010, s. 43–47).

Druhou učebnicí je Biologie pro gymnázia od autorů Jelínek, Zicháček. Stejně jako v předchozí učebnici i v této se s tématem imunitního systému setkáme v podkapitole tělních tekutin v rámci oběhové soustavy. V první části se čtenáři seznámí se složením krve včetně druhů bílých krvinek. Ty jsou definované jako pravé buňky (oproti červeným krvinkám), protože mají jádro. Rozdělení leukocytů je stejné jako ve výše zmíněné učebnici. Tedy na granulocyty a agranulocyty. Granulocyty jsou rozděleny podle barvitelnosti na eosinofilní, bazofilní a neutrofilní. V obou učebnicích jsou eosinofilní a neutrofilní granulocyty uvedeny jako fagocytující buňky a bazofilní jako buňky s protisrážlivými účinky. Agranulocyty jsou rozděleny na monocyty a lymfocyty včetně T – a B – lymfocytů (Zicháček 1998, s. 257–59).

Detailnější popis lymfocytů, jejich stimulace a působení a pojmy paměťová a plazmatická buňka najdeme v kapitole Doplnky. V této učebnici je navíc uvedeno rozdělení T – buněk na cytotoxické, pomocné a supresorové (Zicháček 1998, s. 319–20). V rámci základního popisu

lymfocytů je popsána aktivní i pasivní imunizace, při které se používá tzv. léčebné sérum. Imunita je vysvětlená jako schopnost organismu bránit se proti cizorodým látkám a patogenům. Ke specifické a nespecifické imunitě je vyjmenováno, které komponenty se na nich podílejí. Oproti první učebnici tato k nespecifické imunitě uvádí navíc lidskou kůži, sliny s enzymem lysozym, kyselinu chlorovodíkovou a pyrogeny (látky zvyšující tělesnou teplotu) (Zicháček 1998, s. 258–59). Co se týče onemocnění imunitního systému je uvedeno pouze onemocnění AIDS s popisem ale bez prevence (Zicháček 1998, s. 321).

Třetí knihou je Odmaturuj! z biologie (Benešová 2013). Jelikož se jedná o přehled středoškolského učiva z biologie, jsou vypíchnuté pouze nejdůležitější informace bez podrobnějšího popisu. Vše je shrnuto v kapitole Oběhová soustava a imunitní systém. Rozdělení imunitních buněk je ve všech třech učebnicích stejné. V tomto shrnutí rozlišují T – lymfocyty jako buňky zajišťující buněčnou imunitu. Tedy rozpoznání a ničení cizorodých látek, včetně buněk transplantované tkáně. A B – lymfocyty jako složku humorální (látkové) imunity, jejíž funkce je spojena s tvorbou protilátek – imunoglobulinů (Benešová 2013, s. 167). Co mně osobně chybí k imunitním buňkám v této knize je zmínka o paměťových buňkách. U rozdělení imunity na specifickou (získanou) a nespecifickou (přirozenou) na rozdíl od předchozí učebnice nespecifickou imunitu autoři popisují jako vrozenou reakci organismu, která nezávisí na předchozím setkání s antigenem. Imunizace je definovaná jako proces umělého navození imunity. Je rozlišena na aktivní a pasivní, které se liší v tom, jestli je do těla vpraven antigen (bez uvedení jakéhokoliv popisu jakým způsobem) nebo pouze izolované protilátky případně ve formě séra. Jako onemocnění imunitního systému stejně jako v Biologii člověka jsou uvedené onemocnění leukémie a AIDS včetně prevence proti této nemoci (Benešová 2013, s. 170).

Podle mého názoru zmíněné studijní materiály zajišťují dostatečný pojmový základ. Ovšem já osobně si při čtení daných kapitol nejsem schopná představit jak daný systém a jeho buňky opravdu fungují. Nejedná se o materiály, ze kterých by žáci měli tématu sami porozumět. Tedy záleží na daném vyučujícím, jak se k tomuto tématu postaví a jak tyto materiály využije. Jisté je, že se jedná o velkou spoustu nových informací a pojmů, které jsou pro člověka spíše abstraktní. To je také důvodem, proč jsem se rozhodla toto téma zpracovat ve formě výukové hry.



## 4.2. Imunitní systém ve formě hry

Stejně jako kterékoliv jiné téma z biologie, může být i imunitní systém začleněn do výuky pomocí různých výukových metod. Jelikož cílem diplomové práce je vytvořit didaktickou hru, bude tato podkapitola věnovaná didaktickým hrám s podobným tématem.

První takovou hrou, na kterou jsem narazila je *The immune system game*, kterou Work a kol. ve svém článku popisují jako karetní hru, pomocí níž žáci získají vhled do fungování imunitního systému. Žáci po odehrání této hry porovnají reakci imunitního systému na vir a bakterii a zároveň vysvětlí, proč se liší primární a sekundární imunitní reakce. Před zahráním této hry je potřeba, aby žáci byli seznámeni s vrozenou a adaptivní (specifickou) odpovědí. Při hře se žáci seznámí s klíčovými komponentami (buňkami) specifické imunitní odpovědi a s jejich reakcemi a funkcemi. Hra připomíná reálnou situaci, kdy může dojít k zabití patogenu ještě před úplným zapojením/rozběhnutím specifické odpovědi, nebo naopak může dojít k zahlcení imunitního systému a jeho selhání. Každá skupina žáků má k dispozici všechny materiály (karty, ...), aby mohlo dojít k modelování primární, sekundární, virové i bakteriální odpovědi. Po odehrání žáci dostanou shrnující list, který napomáhá k uspořádání a ukotvení právě získaných vědomostí/dovedností (Work, Gibbs, a Friedman 2015).

Efektivitu deskové hry v kombinaci s kartami vyvinuté pro výuku farmakologie antimikrobiálních léků pro studenty medicíny zkoumali Parekh a kol. Hra byla porovnána s klasickým přednáškovým seminářem. Porovnáno bylo krátkodobé i dlouhodobé uchování znalostí pomocí pretestů a posttestů. Hra byla postavena pro čtyři až pět hráčů s tím, že každý hráč posouval vlastním pěšcem po dráze z políček, kdy se snažil vyléčit svého pacienta. Na některých polích se hráči mohli dozvědět historii pacienta a poté zahrát odpovídající antibiotickou kartu, která pěšce posunula dopředu nebo dozadu. Další políčka vyzývala k přečtení klinické otázky spolužákovi. Podle správnosti odpovědi se odpovídající mohl posunout dopředu či dozadu. Dalším typem políčka je pole představující klinické problémy. Do studie se zapojilo 124 studentů. Seminář i desková hra zvýšily krátkodobé udržení znalosti bez významných rozdílů. Analýza odhalila, že správnost odpovědí u závěrečné zkoušky byla mírně vyšší ve skupině deskových her (Parekh et al. 2021).

K pozitivním výsledkům při využití karetní hry došla i studie, která zkoumala účinnost hry s tématem regulace lidské imunity. Tato hra je postavena na herním plánu a třech typech karet: imunity, nemoci a efektu. Každá z karet imunity i nemoci má určitý počet bodů, které určují,

kolik daná karta může bránit (v případě imunity) nebo zaútočit (karty nemoci). Karty efektů zvyšují hratelnost a hravost hry. Hráči jsou rozděleni na dva týmy, které se střídají v tazích tak, že vykládají karty na herní plánek a tím odehrávají jednotlivé bitvy. Hra byla použita na dvou školách. V obou případech byli žáci náhodně rozděleni do několika tříd, kdy vždy jedna třída byla kontrolní skupinou. Všechny třídy nejprve absolvovaly přednášky s daným tématem. Kontrolní skupina poté pokračovala formou sezení s instruktorem a ostatní třídy navázaly didaktickou hrou. Rozdíl mezi pretestem a posttestem v obou případech ukázal na zisk znalostí. Na první škole se neprojevil významný rozdíl mezi metodami. Na druhé škole analýza ukázala, že učení prostřednictvím vzdělávací karetní hry bylo mnohem efektivnější, pokud jde o zlepšení volného vybavování informací studenty s ohledem na jejich porozumění. Obecně žáci vnímali výuku založenou na hře a její efektivnost pozitivně (Su, Cheng, a Lin 2014).

Eckert a kol. se zaměřili na hru T – lymphocyte and B – lymphocyte self – tolerance game. Tato hra má za cíl usnadnit studentům medicín porozumění autotolerance T – lymfocytů a B – lymfocytů. Hra o autotoleranci T – lymfocytů se skládá z 24 karet s ilustracemi a výroky o autotolerančních mechanismech a velké desky rozdělené na dvě poloviny. Jenda polovina představuje centrální a druhá periferní autotoleranční mechanismy. Na desce jsou také prázdná políčka, kam studenti přiřazují karty. V některých případech je důležitá i posloupnost karet. V případě tolerance B – lymfocytů se hra skládá z 11 karet a z desky s centrální a periferní částí. Studie se zúčastnilo 120 studentů. Ti před použitím hry vyplnili pretest a po odehrání posttest. 95% studentů považovalo hru za zajímavou a zároveň uvedli, že hra jim pomohla pochopit téma. Studenti považovali ilustrace jako velmi nápomocné k pochopení předmětu. Přes polovinu studentů uvedlo zvýšení zájmu o předmět. U všech studentů došlo ke zlepšení známek. Ovšem lepších výsledků dosáhli studenti, kteří navíc dříve studovali doporučenou literaturu (Eckert et al. 2004).

K závěru, že deskové hry mohou být použity jako facilitátor při budování znalostí, došli autoři Carvalho a kol. V rámci metodické studie byla použita hra „ImmunizAction“ na vysoké škole s obory ošetřovatelství a farmacie. Herní plán je sestaven z několika typů políček, po nichž se hráči posouvají pomocí figurek. Při vstupu na konkrétní políčka si žáci táhnou buď kartu s otázkou nebo kartu „štěstí nebo neúspěch“. Dotazník pro hodnocení hry byl sestaven z 27 otázek, které se zabývaly motivací, uživatelskou zkušeností a získáváním znalostí. Účastníci na otázky odpovídali pomocí Likertovy škály. (Carvalho et al. 2018)

Nástup koronaviru nebyl důvod pouze pro mě k vytvoření hry. Bouroumane a kol. popisují v článku prototyp hry o tom, jak posílit imunitní obranu v boji s koronavirem. Hra poskytuje informace o spojení mezi jídlem, imunitou a šířením viru v lidském těle. Jedná se o videohru, ve které je lidské tělo představeno jako hrad, ve kterém žije král, rodiny, vojáci a služebnictvo, kteří představují jednotlivé buňky a orgány těla. Cílem hry je porazit nepřítele – koronavirus. Každý hráč má své speciální vlastnosti a vybavení, které se vyvíjí se zkušeností postavy. Hra má několik úrovní. V základní úrovni se hráč učí principům stravy a základním nutričním potřebám jednotlivých orgánů. Při správném umístění potravin k jednotlivým orgánům dojde k posílení vojáků a oslabení koronaviru. (Bouroumane, Saaidi, a Abarkan 2020)

## 5. Metodika

V této kapitole postupně popíši tvorbu autorské didaktické hry a evaluačního dotazníku, pilotní testování a jejich vyhodnocení.

### 5.1. Tvorba hry

V bakalářské práci jsem se zabývala didaktickými hrami v biologii. Po jejím dopsání jsem se rozhodla, že bych se v diplomové práci chtěla věnovat tvorbě autorské hry. Téma imunitního systému pro mě bylo od začátku jasné. Doba pandemie Covid – 19 mi ukázala, jak málo lidé rozumí lidské imunitě. Původně jsem chtěla vytvořit hru, pomocí které by se dané téma opakovalo. Po diskusi na jednom ze seminářů, který se věnoval diplomovým pracím, jsem ustoupila od tohoto plánu. Pokud vytvářím hru do výuky, byla by škoda, kdyby byla pouze k opakování látky, když by mohla žáky s daným tématem rovnou sama seznámit.

V prvním kroku jsem se podívala na již existující didaktické hry na téma imunitního systému, které jsem hledala pomocí databáze Google scholar. Vybírala jsem články, které se zaměřovaly přímo na hru s tímto tématem. Našla jsem šest článků, které se věnují studii některé didaktické hry s tématem imunity (Eckert et al. 2004; Parekh et al. 2021; Cavalho, Beltramini, a Bossolan 2019; Su, Cheng, a Lin 2014; Bouroumane, Saaidi, a Abarkan 2020; Work, Gibbs, a Friedman 2015). Ve dvou případech se jedná o karetní hru, ve třech o deskovou hru s kartami a v jednom případě o videohru. Ve hře The immune system game (Work, Gibbs, a Friedman 2015) se mi velice líbilo, že hra je realistická v tom, že může dojít jak k selhání imunitního systému, tak i k zabití patogenu ještě před rozběhnutím specifické imunity. Naopak hra na antimikrobiální léky mě inspirovala políčky, na kterých se může hráč dozvědět důležité informace o svém pacientovi a políčky, na nichž hráč svému spolužákovi čte otázku a podle správnosti odpovědi se pohybuje po herním plánu (Parekh et al. 2021). Karetní hra (Su, Cheng, a Lin 2014) mě zaujala rozdělením hráčů na dva týmy – imunita a nemoc.

Žádná z her mě neoslovila natolik, abych měla okamžitě jasnou představu hry. Ale určité obrysy jako: rozdělení hráčů na dva týmy, informační a otázkové kartičky, jsem měla. Cílovou skupinu měli tvořit žáci druhých ročníků středních škol. Prvním krokem bylo určit si cíle hry. Abych si podle nich mohla začít připravovat herní plán.

### 5.1.1. Cíle hry

Stanovení cílů, je základní kámen, bez kterého se nedá pokračovat. Nejprve je potřeba stanovit cíle a důvod zapojení hry do výuky, až poté vybrat konkrétní vhodnou formu hry, při které dojde k naplnění cílů (Mazal 2007).

Věděla jsem, že se chci věnovat imunitnímu systému. Toto téma je na většině gymnázií a středních školách vyučováno ve třetím ročníku. Jelikož se žáci do té doby s tímto tématem ve výuce biologie nesetkali, případně pouze okrajově, rozhodla jsem se hru pojmout jako motivační úvod, který žáky seznámí se základy lidské imunity.

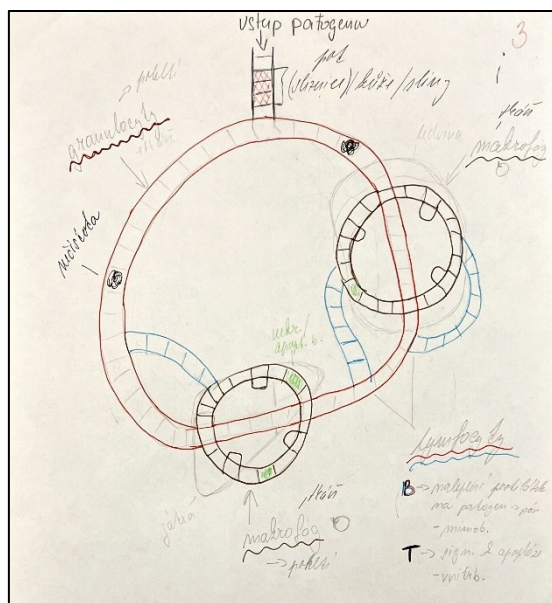
Původně jsem začala se sedmi výukovými cíli. Tehdy jsem chtěla, aby si žáci odnesli co nejvíce informací. Jelikož cílem didaktické hry jako výukové metody není pouze předání znalostí žáků ale i zaujmout a motivovat žáky, snížila jsem počet cílů. Po jejich redukci jsem se dostala na tři kognitivní a jeden afektivní cíl:

- Žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu.
- Žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému.
- Žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování.
- Žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince.

Naplnění cílů jsem se rozhodla ověřit pomocí evaluačního dotazníku. Kognitivní cíle převážně pomocí otázek s výběrem odpovědí a afektivní cíl pomocí Likertovy škály.

### 5.1.2. Tvorba pomůcek

Jako první na řadě bylo vytvoření schéma herního plánu. Ten měl představovat lidské tělo. První návrh herního plánu lze vidět na obrázku 1. Nejprve byl vytvořen základní okruh, který představuje krevní oběh. Aby žáci měli představu o tom, že buňky imunitního systému i patogeny se mohou pohybovat po celém těle, přidala jsem políčka představující tkáň a lymfatický systém. Poté byly určeny výchozí pozice jednotlivých figurek. Buňky imunity mají svá startovní políčka již na okruhu lidského těla. Pro patogeny bylo přidáno políčko Start mimo oběh, aby znázornil vstup do těla. Pro zpestření hry a pro představu, že velká část patogenů vůbec neprojde přes první obranné mechanismy, byla přidána políčka primární bariéry, která posílají hráče patogenu zpět na start. Později byla začleněná speciální políčka, na kterých si hráči berou informační nebo otázkovou kartu a políčko pro vstup patogenu při pořezání.



Obrázek 1: První návrh herního plánu.  
Autor: Ludmila Sedláčková

V tuto chvíli začaly vznikat texty kartiček. Jako první byly vytvořené vzdělávací kartičky, které seznamují hráče se základními vlastnostmi hlavních herních aktérů. Pro zapojení více pojmů do hry byly vytvořeny kartičky informační. A aby si je žáci během hry zopakovali a zároveň byl povzbuzen zájem o zapamatování daných informací, byly zformulovány otázkové kartičky s třemi možnostmi odpovědi. Pokud by žák odpověděl chybně na otázku, další kolo ztrácí svůj tah.

**NÁDOROVÉ ONEMOCNĚNÍ**

Nádorové onemocnění neboli rakovina je onemocnění, při kterém dochází k **nekontrolovatelnému množení** některého typu buněk. Za normálních okolností je imunitní systém schopen odstraňovat takové buňky. Ale může se stát, že uniknou dozor imunitního systému. Soubor takto dělicích se buněk se nazývá **nádor**. Může vzniknout ve kterékoli části těla. Časté jsou nádory dýchací a trávicí soustavy nebo prostaty či prsu. Terapií tohoto onemocnění je několik typů. Mezi ně patří chirurgický zákrok (odstranění nádoru), chemoterapie, hormonální terapie a další.

*Na začátku každého kola rozmož každou nádorovou buňku na dvě (ke každé již existující přidej ještě jednu).*

**NESPECIFICKÁ IMUNITA**

Mechanismy nespecifické imunity jsou vzrozané. Nespecifická imunita reaguje při setkání s patogenem vždy pomocí **stejných** mechanismů. Nespecifická imunita nemá **paměť**. Aktivace této složky imunity je **téměř okamžitá**, to schopnost fagocytovat (pohlcovat) mikroorganismy, mrtvé buňky a uvolnit bílkoviny zabraňující množení virů.

Do nespecifické imunity řadíme primární bariéry, makrofágy a granulocyty.

**GRANULOCYT**

Je buňka imunitního systému. Podle typu se mohou nacházet v tkáních nebo v krevním řečišti. Jeho funkcí je **fagocytóza** (pohlčení) a degranulace (vyžití cytoplasmatických váčků = granulí, obsahující antibakteriální proteiny a enzymy, do extracelulární matrici).

Rozlišujeme granulocyty podle barvitelnosti (histologickými) barvivy na: neutrofilní (převážně v krevním řečišti a kostní dřeni, zejména obrana proti bakteriím), eosinofilní (převážně ve tkáních, zejména imunitní odpověď proti parazitům), bazofilní (podlejí se na vzniku alergické reakce).

**Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkovaním?**

- Je to jedno a to samé.
- Očkování vede k tvorbě paměťových buněk.
- Paměťové buňky jsou součástí vakcíny.

Obrázek 2: Herní kartičky (zelený okraj – situační; fialový okraj – informační; žlutý okraj – vzdělávací; červený okraj – otázková), použité při testování ve třídách.

Autor: Ludmila Sedláčková

O kontrolu odborné správnosti textů všech kartiček jsem požádala Prof. RNDr. Jana Černého, PhD., RNDr. Lenku Libusovou, PhD. a Mgr. Lenku Doubravskou, Ph.D. z katedry buněčné biologie na přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Od pana profesora Černého jsem nedostala bohužel žádnou zpětnou vazbu. Komunikace s paní doktorkou Libusovou zůstala pouze na úrovni e-mailu. Paní doktorka se zaměřila spíše na didaktickou stránku textů a upozornila mě na příklady vět, které by mohly být pro žáky, kteří se s daným tématem seznamují poprvé, náročné k pochopení. S paní doktorkou Doubravskou jsem se setkala osobně. Paní doktorka si karty předem přečetla a společně jsme prošly poznámky, které k nim měla. Následně jsem didaktické i faktické poznámky zapracovala a texty k pojmům upravila. Příkladem takové úpravy je doplnění informací k jednotlivým druhům granulocytů. Nebo oprava definice apoptózy.

Při tvorbě této hry jsem velmi váhala mezi zjednodušením pro snazší pochopení a správností či názorností. Stejně tak tomu bylo při vymýšlení podoby figurek. Co se týče patogenu, původní představa byla rozdělení na viry a bakterie s různou reakcí imunitního systému. S počtem imunitních buněk a pojmů jsem nakonec ustoupila od tohoto nápadu, aby zbytečně velké množství nakonec nebylo pro žáky matoucí při prvním setkání s tímto tématem. Takže vznikla univerzální figurka pro patogen. Do hry jsem chtěla zařadit čtyři imunitní buňky. Rozhodovala jsem se mezi vizuální představou imunitní buňky a pouze názvem. Nakonec jsem se přiklonila k možnosti pouze počátečního písmena názvu. Pokud bych se rozhodla pro obrázek jednotlivých buněk, žáci by mohli mít problém zapamatovat si, která buňka je která a zároveň i přiřazení jejich konkrétních vlastností.

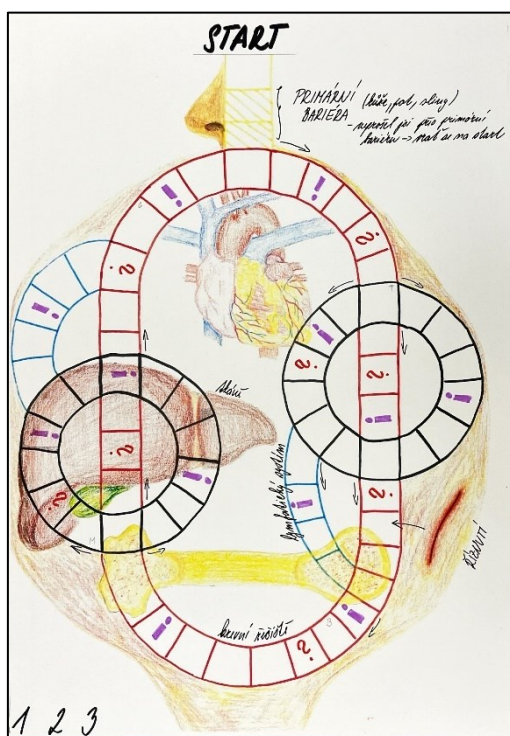
Figurky jsou papírové žetony. Pro lepší manipulaci byly pro pilotní testování pořízeny plastové žetony dvou barev, na které byla přilepena jejich papírová forma.



Obrázek 3: Figurky použité při testování ve třídách.  
Autor: Ludmila Sedláčková

V poslední řadě vznikla vizuální stránka herního plánu. Jelikož dráha představovala různé části lidského těla, chtěla jsem plánek v podobném duchu zatraktivnit. Aby si hráč mohl představit jak příklad primární bariéry (kůže, nosní sliznice), tak různých tkání, zamýšlela jsem přidat různé obrázky. A protože se mi líbila představa ručně kreslených obrázků, požádala jsem svou sestru Kláru Láskovou o nakreslení jednotlivých komponent do plánu.

Kartičky i figurky byly vytvořeny v textovém procesoru Microsoft Word, herní plán výsledkem ruční práce.



Obrázek 4: Finální verze herního plánu.  
Autoři: Ludmila Sedláčková a Klára Lásková

Kompletní seznam pomůcek je uveden v podkapitole 6.2.4.

### 5.1.3. Evaluační dotazník

K vyhodnocení cílů hry jsem zvolila evaluační dotazník. Ten se skládá ze dvou částí. První část ověřuje naplnění kognitivních cílů. Skládá se z 12 otázek, přičemž u deseti z nich jde o výběr jedné správné odpovědi z několika možností. V jedné otázce jde o přiřazení pojmů a u jedné o výběr části textu. Každý kognitivní cíl je ověřován čtyřmi otázkami, aby počet otázek zaměřující se na konkrétní cíle byl rovnoměrný. Naplnění afektivního cíle a názor žáků na hru



je součástí druhé části dotazníku, která je postavena na Likertově škále se stupnicí 1-5 a jedné otevřené otázky (Příloha 6).

Podoba dotazníku a počet otázek k jednotlivým cílům byl konzultován s Mgr. Radkou Martou Dvořákovou, PhD.

## 5.2. Pilotní testování 1

První pilotní testování proběhlo v domácím prostředí. Hru si zahráli čtyři dospělí lidé, tak že dva hráli za tým imunitního systému a dva za patogeny.

V tuto chvíli hra obsahovala pouze ručně nakreslený herní plánec bez funkčních políček („i“ a „?“) a kartiček. Figurky byly pouze ve formě papírových koleček. Kromě figurek imunitního systému a patogenů, které jsou i ve finální verzi, tato verze obsahovala kolečka nečistoty a nekrotické buňky místo nádorových. Nečistota neměla žádnou funkci, pouze buňky imunitního systému ji měly za úkol odstranit. Nekrotické buňky měly podobnou funkci jako později buňky nádorové. Rozdíl byl pouze v tom, že se množily po šestém kole a pouze o jednu buňku. Toto testování mělo za cíl zjistit, zda je plánec vhodně velký a zda může taková verze deskové hry přiblížit žákům boj imunity s nežádoucími vlivy. A zároveň aby byla šance pro buňky imunitního systému odstranit všechny patogeny a šance pro patogeny utéct dozoru imunitních buněk a namnožit se.

Odehráli jsme dvě hry s výměnou rolí. První hra nám zabrala přibližně 15 minut, při které vyhrál imunitní systém. Druhá hra trvala 25 minut a zvítězil tým patogenů.

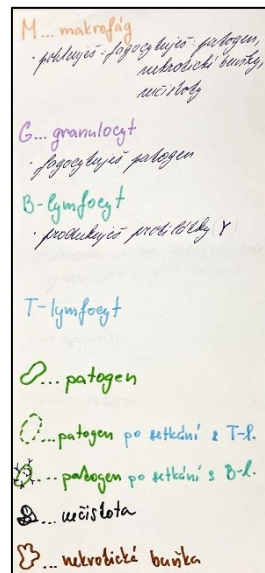
Vyhodnocování herního mechanismu probíhalo pouze na základě rozhovoru s hráči a vlastních pocitů ze hry. Toto pilotní testování došlo k pozitivním závěrům. Soutěžní prvek sehrál svou úlohu a všechny hráče strhl do procesu hry. Dalším pozitivem byla výhra obou týmů, což odpovídá alespoň částečně reálnému boji lidské imunity a nemocí. Pochopení pravidel pro odstraňování patogenů jednotlivými imunitními buňkami nedělalo problém. Ovšem ukázalo se, že ze začátku byl problém si zapamatovat jejich konkrétní vlastnosti a tedy to, která buňka odstraňuje patogen ihned a která překrývá kterým kolečkem. Nevýhodou byla absence kartiček, protože jejich přidání může prodloužit dobu trvání hry.

S tímto základem hry jsem byla spokojená a vzala jsem ho na další pilotní testování.

### 5.3. Pilotní testování 2

Druhé pilotní testování proběhlo v rámci předmětu Odborný seminář (k DP) na Přf UK. Od tohoto testování jsem očekávala zpětnou vazbu od spolužáků, tedy studentů učitelství biologie, přičemž někteří v té době již učili.

Nejprve jsem spolužákům představila téma diplomové práce, svoji motivaci k tvorbě této hry a její pravidla. Také jsem jim sdělila záměr přidat vzdělávací a otázkové kartičky. Hry se účastnily dvě skupiny po šesti hráčích. Já jsem byla v pozici pozorovatele, abych mohla sledovat zaujatost spolužáků a případně odpovídat na dotazy při nejasnostech. Pro toto testování jsem po minulé zkušenosti vytvořila základní přehled jednotlivých figurek a jejich vlastností (obrázek 5). Představení hry a jejích pravidel zabralo 10 minut. Hře jsme věnovali 30 minut. Jedna herní skupina během půl hodiny stihla odehrát pouze jednu hru. Druhá skupina stihla dvě hry s výměnou rolí.



Obrázek 5: Základní přehled jednotlivých figurek a jejich vlastností.  
Autor: Ludmila Sedláčková

Stejně jako v prvním pilotním testování i toto bylo vyhodnoceno na základě pozorování průběhu hry a hráčů a na rozhovorech s nimi. Hra dokázala zaujmout. Spolužáci jako nevýhodu hry uvedli malý počet pojmů. Spolužáci, kteří v té době již učili, komentovali, že žáci střední školy by si během hry měli zvládnout osvojit více pojmů. Což jsem se rozhodla akceptovat začleněním kartiček. Jako další zmínili zbytečně velké množství políček, které způsobilo chvílky, při kterých se během hry nic neděje. To bylo vyřešeno přidáním speciálních políček. Další problém nastal při počítání odehraných kol, ve kterém se hráči ztráceli. Proto bylo přidáno

počítadlo s žetonem na okraj herního plánu. Jako návrh ještě přidali speciální kartičky, které by mohly ovlivnit hru. Jako příklady takových kartiček uvedli nachlazení, alergie, říznutí. Tyto rady mě inspirovaly a zapracovala jsem je do hry.

Úprava hry po pilotních testování:

- Vytvoření vzdělávacích a otázkových kartiček.
- Vytvoření situačních kartiček.
- Přidání speciálních políček.
- Sepsání pravidel, která budou hráčům během hry k dispozici.
- Přidání počítadla odehraných kol.
- Úprava vizuální stránky herního plánu.
- Úprava evaluačního dotazníku.

#### 5.4. Testování ve třídách

Po pilotních testování jsem udělala poslední úpravy hry. Faktickou správnost kartiček jsem probrala s Mgr. Lenkou Doubravskou, Ph.D. Abych zjistila, zda jsou pojmy srozumitelně vysvětleny a otázky jasně zformulovány, jak mi doporučila RNDr. Lenka Libusová, PhD., požádala jsem studenty vyššího gymnázia z mého rodinného okolí, aby si kartičky přečetli a zhodnotili formulaci textů. Mluvila jsem se čtyřmi studenty vyššího gymnázia ve věku 15-17 let. Dva se před rozhovory již v hodinách biologie věnovali imunitnímu systému a pro dva šlo o první seznámení s tímto tématem. Rozhovory probíhaly v domácím prostředí a s každým jsem mluvila zvlášť. Žádný z dotazovaných studentů nevybral žádnou kartičku, která by s pochopením pojmu či otázky dělala problém. Ti, co dané pojmy znali z dřívějšíka, uvedli, že všechny pojmy jsou srozumitelné a otázky jednoznačné. Studenti, kteří pojmy spojené s imunitním systémem viděli poprvé, se shodli, že jsou srozumitelně sepsané a vytvoří jim první představu o imunitě člověka. Na otázku jednoznačnosti otázek se jim odpovídalo hůře, protože rychlé seznámení s pojmy z kartiček nebylo dostačující.

Samotné testování ve třídách probíhalo na pražském víceletém gymnáziu se souhlasem paní ředitelky. Testování probíhalo po uzavření klasifikace v hodinách biologie a na seminářích, aby případná ztráta času věnovaná hře nenarušila výukový plán vyučujících.

Testování probíhalo ve 4 třídách a jednom biologickém semináři. Jednalo se o třídy: třetí ročník šestiletého gymnázia (odpovídá prvnímu ročníku SŠ), šestý ročník osmiletého gymnázia

(odpovídá druhému ročníku SŠ) a dvě třídy druhého ročníku čtyřletého gymnázia. Biologického semináře se účastnili žáci tříd osmiletého, šestiletého i čtyřletého gymnázia, které odpovídají třetímu ročníku SŠ. Tedy jednalo se o čtyři třídy, které ještě téma lidské imunity v hodinách neprobraly, a tedy toto testování opravdu zastupovalo úvod do tohoto tématu. A pro srovnání jeden seminář (třetí ročník gymnázia), který navštěvují studenti, kteří toto téma probrali v aktuálním roce. Tudíž v tomto případě by hra měla funkci opakovací.

Celkově se testování zúčastnilo 109 žáků (18 žáků prvního ročníku, 71 žáků druhého ročníku a 20 žáků třetího ročníku) a probíhalo v rámci dvouhodinovek. Nejprve se žáci rozdělili do skupin po třech až šesti hráčích (první ročník: tři skupiny po šesti žácích; druhý ročník: devět skupin po šesti, dvě skupiny po pěti, jedna skupina po čtyřech, jedna po třech žácích; třetí ročník: dvě skupiny po šesti, dvě skupiny po čtyřech žácích). Poté jsme si prošli pravidla. Žáci odehráli několik kol hry a poté vyplnili anonymní dotazník.

### 5.5. Analýza dat

K analýze dat z vyplněných evaluačních dotazníků byl použit program Microsoft Excel. Odpovědi byly ručně přepsány do programu a dvěma osobami zkontrolovány. V první části dotazníku, která je zaměřená na ověření znalostí, se počítala četnost správných odpovědí. Pokud hráč nevyplnil odpověď, byla započítána jako chybná. Sledovaná byla každá otázka zvlášť. U každé bylo hodnoceno, kolik procent hráčů ji odpovědělo správně. Sama jsem si stanovila kritéria pro naplnění cíle. Pokud u všech čtyřech otázek ověřující daný kognitivní cíl byla úspěšnost vyšší než 60 %, byl cíl považován za dosažený.

První didaktický cíl: *žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu*, byl ověřován pomocí čtyř otázek (č. 1, č. 2, č. 3, č. 4). Otázka č. 1 a č. 2 jsou stejně formulované: *Jaký je rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou*. Obě otázky mají právě jednu správnou odpověď. U otázky č. 3: *přiřad'te k pojům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T-lymfocyt, B-lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza*, byl sledovaný počet správně přiřazených pojmů. Otázka č. 4: *Co umožňuje specifické imunitní odpovědi rychlou reakci?* je otázka s jednou správnou odpovědí. U otázek s jednou správnou možností byl sledovaný počet zakroužkování správné odpovědi. Pokud více než 60 % dotazovaných odpovědělo správně, byla otázka považována za úspěšnou. Přiřazení pojmů u otázky č. 3 bylo považované za korektní, pokud žák přiřadil správně alespoň polovinu pojmů

(minimálně 4 pojmy). Pokud takového anebo lepšího výsledku dosáhlo aspoň 60 % dotazovaných, byla otázka považována za úspěšnou.

Naplnění druhého didaktického cíle: *žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému*, bylo testováno také čtyřmi otázkami (č. 8, č. 9, č. 10, č. 11), které všechny měly tři možnosti odpovědi s jednou správnou. U otázek č. 8: *Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu.* č. 9: *Vyberte chybné tvrzení.* č. 10: *Jaké je správné tvrzení o T-lymfocytech?* a č. 11: *Jaké je správné tvrzení o B-lymfocytech?* byla pozorována četnost správných odpovědí. Pokud u všech otázek vybralo aspoň 60 % žáků správnou možnost, byla považována za úspěšnou a tedy ověřující daný didaktický cíl.

Pro ověření třetího kognitivního cíle: *žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování*, byly analyzovány otázky č. 5, č. 6, č. 7, č. 12. Otázky č. 5: *Jaký je vztah/rozdíl mezi paměťovými buňkami a očkováním?*, č. 6: *Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním?*, č. 7: *Vyberte pravdivé tvrzení: mají jednu správnou odpověď.* U otázky č. 12: *V následujícím odstavci podtrhněte větu/věty (maximálně 2), které zdůvodňují vyvrácení dezinformace.* byly sledovány věty, které žáci podtrhli a jejich četnost. Stejně jako u předchozích kognitivních cílů, pokud byla úspěšnost u všech otázek vyšší než 60 % byla považován za dosažený.

Afektivní cíl: *žáci spolupracují v týmech*, byl ověřován pozorováním a v druhé části dotazníku. Během hry jsem procházela herní skupinky a sledovala zapojení hráčů do hry a jejich komunikaci mezi sebou. Abych si ověřila svůj dojem a zároveň tento cíl, pomocí Likertovy škály (škála 1-5) žáci odpovídali na tři otázky. U č. 3: *Domlouvali jste se v týmech na postupu figurek?* a č. 4: *Radili jste si v týmech při zodpovídání otázek?* žáci vybírali odpovídající hodnotu na škále: pokaždé – nikdy. Otázka č. 5: *Jak se Vám celkově spolupracovalo ve skupinách?* měla škálu velmi dobře – špatně. U těchto otázek byl hodnocen počet zastoupení jednotlivých odpovědí. U těchto otázek nelze určit, zda se jedná o správnou nebo špatnou odpověď. Ale pro naše šetření je potřeba určit úspěšné řešení. Těmi jsou odpovědi 1 a 2, jelikož se jedná o „kladné“ hodnoty na Likertově škále. Jestliže aspoň 60 % žáků zaškrtno hodnotu 1 nebo 2, byla otázka považována za úspěšnou.

V druhé části dotazníku kromě otázek týkajících se posledního didaktického cíle byly otázky, které sledovaly osobní názor žáků na hru. Opět odpovídali pomocí hodnot 1-5 na Likertově škále. Otázky č. 1: *Zaujala Vás hra?* a otázka č. 2: *Je hra vizuálně přitažlivá?* byly analyzovány za účelem zjistit, zda je hra dostatečně atraktivní. Otázky č. 6: *Jak byly pojmy a procesy na kartičkách vysvětleny? (velmi dobře – špatně)* a č. 7: *Za jak obtížné pokládáte otázky*

*na otázkových kartičkách? (hodně jednoduché – velmi obtížné)* byly sepsány pro zjištění, zda jsou texty na kartičkách vhodně formulovány a jestli herní otázky nejsou příliš složité nebo naopak jednoduché. Poslední otázka z této části č. 8: *Pomohly Vám figurky a hrací pláněk představit si funkce imunitního systému?* byla do dotazníku začleněna za účelem zjistit, zda si žáci podle svého mínění myslí, že jim hra pomohla s představou funkcí lidské imunity. U těchto otázek byla stejně jako afektivního cíle sledována 60 % hranice u hodnot 1 a 2. Závěrečný dotaz: *vlastními slovy popište, co byste změnili na této hře, aby Vás více bavila a abyste si z ní odnesli co nejvíce informací o imunitním systému,* byl zařazen pro případné úpravy či modifikaci této hry. U této otázky byly slovní odpovědi analyzovány každá zvlášť a zároveň byly porovnány, zda se v něčem shodují nebo si odporují.

## 6. Výsledky

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvořit hru naplňující didaktické cíle: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu, žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému, žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování, žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince. Proto jsou následující kapitoly věnované představení funkční didaktické hry a naplnění jednotlivých didaktických cílů.

### 6.1. Imunitní systém hrou – představení

V následujících podkapitolách je představena finální verze hry, která je hlavním výsledkem této diplomové práce. Tato kapitola může sloužit vyučujícím jako metodická příručka, pokud by se rozhodli hru zařadit do výuky. Veškeré potřebné materiály pro použití jsou přiloženy v přílohách (přílohy 1 – 5).

#### 6.1.1. Obecné informace

Imunitní systém hrou je didaktická hra vytvořená primárně pro druhé ročníky střední školy. Hru lze využít i v dalších třídách středoškolského vzdělávání, ať už v úvodní části probírání daného tématu či ve fixační fázi. Hra je vhodná pro začlenění do výukového bloku 2 x 45 minut. Lze ji ovšem zkrátit i na dobu jedné vyučovací hodiny (1 x 45 minut). Jedná se o deskovou hru pro skupinu šesti hráčů. Hra je možná přizpůsobit i pro méně hráčů, ovšem minimum jsou tři osoby.

Hra je postavena na kompetitivních a kooperačních prvcích, kdy hráči jsou rozděleni do dvou týmů v rámci kterých spolupracují. Didaktickým cílem hry je osvojení vědomostí. Cílem hry, který vnímají žáci, je odstranění všech patogenů a nádorových buněk z těla (pro tým imunitních buněk) nebo namnožení se tak, aby došlo k selhání lidského těla (pro tým patogenů).

#### 6.1.2. Didaktické cíle hry

- Žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu.
- Žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému.
- Žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování.
- Žáci spolupracují v týmech.

Didaktická hra a její cíle by měly být v souladu s RVP G. Hra svým tématem spadá do učiva biologie člověka, které je v RVP G (obrázek 6) součástí oboru Biologie. (RVP – Rámcové vzdělávací programy - edu.cz, s. 33)

<p><u>BIOLOGIE ČLOVĚKA</u></p> <p><u>Očekávané výstupy</u></p> <p>žák:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ podle předloženého schématu popíše a vysvětlí evoluci člověka</li><li>➤ využívá znalosti o orgánových soustavách pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle</li><li>➤ charakterizuje individuální vývoj člověka a posoudí faktory ovlivňující ho v pozitivním a negativním směru</li></ul> <p><u>Učivo</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• opěrná a pohybová soustava</li><li>• soustavy látkové přeměny</li><li>• soustavy regulační</li><li>• soustavy rozmnožovací</li></ul>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Obrázek 6: RVP G

Navíc hra pomáhá naplnit klíčové kompetence žáků uvedené v RVP G:

Žák:

- používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu;
- aktivně spolupracuje při stanovování a dosahování společných cílů;
- projevuje zodpovědný vztah k vlastnímu zdraví a ke zdraví druhých;
- rozhoduje se na základě vlastního úsudku, odolává společenským i mediálním tlakům;
- informovaně zvažuje vztahy mezi svými zájmy osobními, zájmy širší skupiny, do níž patří a zájmy veřejnými, rozhoduje se a jedná vyváženě

(„RVP – Rámcové vzdělávací programy - edu.cz", 33)



### 6.1.3. Začlenění do výuky

Hra je vhodná k použití na začátku tématu imunitního systému v hodinách biologie nebo jako opakovací forma ve fixační fázi výuky. Průměrná délka jedné hry je 25 minut. Aby hráči hráli za tým imunitního systému i patogenů a zároveň, aby hráči prošli veškeré informační a situační kartičky, je potřeba odehrát minimálně dvě hry. Proto je vhodné zařadit hru do výukového bloku 2 x 45 minut.

10 min	úvod, rozdání pomůcek, vysvětlení pravidel
50 min	hra (2 x 25 minut)
15 min	shrnutí
5 min	ukončení aktivity
10 min	opakování nebo navázání v učivu

Tabulka 3: Orientační časový harmonogram zařazení hry do výuky.

V tabulce 3 je uveden orientační časový plán začlenění hry do dvouhodinovky (2 x 45 minut). Harmonogram počítá s úvodem k novému tématu, přípravě hry (rozdání herních sad) a vysvětlení pravidel. Po odehrání hry je čas vymezený pro otázky žáků ke hře a pojmům, se kterými se seznámili pomocí kartiček. Zbýlý čas po shrnutí a ukončení aktivity může být věnován opakování nových informací nebo pokračování v dané látce. Hru je možné zařadit pouze do jedné vyučovací hodiny. V takovém případě hráči nemusí stihnout odehrát dvě hry a nemusí projít všechny kartičky. V případě odehrání pouze jedné hry je možné zařadit aktivitu do zbývajících času, kdy si žáci (případně vyučující) vysvětlí navzájem pojmy a situace, které ne všechny skupiny stihly projít.

Jelikož se jedná o deskovou hru s kartami, hra je míněná pro vnitřní využití. Vhodná je běžná učebna s lavicemi. Jednotlivé týmy si sednou kolem jedné lavice tak, aby všichni viděli a dosáhli na hrací plánek.

#### 6.1.4. Pomůcky

Do každé skupiny nezávisle na počtu hráčů je přiřazena herní sada. Počet sad, které jsou potřeba závisí na počtu žáků ve třídě. Ve třídě s 30 žáky je potřeba 5 herních sad. Jedna herní sada obsahuje:

- 1x herní pláněk
- 8x buňka imunitního systému (2 x T, 2 x B, 2 x M, 2 x G)
- 10x patogen
- 6x reakce patogenu po setkání s T-lymfocytem
- 6x reakce patogenu po setkání s B-lymfocytem
- 1x žeton pro počítání kol
- 10x nádorová buňka
- sada vzdělávacích kartiček (žlutý okraj)
- sada informačních karet (fialový okraj)
- sada otázkových karet (červený okraj)
- sada situačních kartiček (zelený okraj)
- 1x kostka

#### **Herní pláněk (Příloha 1)**

Každá skupina potřebuje jeden herní pláněk. Nákres na herním plánu představuje lidské tělo, skrz které prochází herní pole. Hráči po daných polích prochází krevním řečištěm, tkáněmi, lymfatickým systémem a v případě patogenů přes primární bariéru (kůže, pot, sliny). Ve spodní části plánu jsou navíc čísla, která usnadňují počítání odehraných kol. (Pro počítání není potřeba žeton, ale jakákoliv pomůcka, kterou budou žáci posouvat po číslech.)

Herní políčka:

- START
- bílé políčko
- primární bariéra
- políčko „i“
- políčko „?“

Patogeny začínají na políčku Start. Dalšími políčky, se kterými se hráči patogenů setkají jsou políčka primární bariéry. Tato políčka představují první překážku, se kterou se patogeny setkají při vstupu do lidského těla. Pokud vstoupí na jedno z těchto políček, musí se vrátit zpět na Start. Hlavní okruh se skládá ze tří typů políček. Těmi jsou obyčejná bílá políčka, na kterých se nic neděje. Poté jsou políčky s „?“ a s písmenem „i“ jako informace. Pokud žák vstoupí na jedno z těchto dvou polí, vezme si odpovídající kartičku z balíčku. Navíc na čtyřech polích jsou písmena: M, G, T, B. Tato pole jsou výchozím místem pro imunitní buňky.

Herní plánec je vytvořen ve formátu A3. Pokud by vyučující měl problém s vytisknutím tohoto formátu, je možné vytisknout plánec jako 2 x A4 a papíry slepit. Plánec ve formátu A4 je možný, ale mnohem méně přehledný. Zároveň by se musela přizpůsobit i velikost figurek. Barevný tisk není nutný.

#### **Figurky (Příloha 4)**

Figurky jsou papírové žetony. Pro lepší manipulaci je možné pořídit plastové žetony dvou barev, na které se papírové žetony nalepí. Jedna barva odpovídá buňkám imunitního systému a druhá patogenům. Žetony představující patogeny jsou všechny shodné (celkem 10 žetonů). Figurky imunitního systému zastupují čtyři různé imunitní buňky – makrofág, granulocyt, T – a B – lymfocyt (každá buňka je v sadě dvakrát). Navíc sada obsahuje po šesti kusech žetony s reakcí lymfocytů. Jeden druh představuje apoptózu napadené buňky a druhý využití protilátek. Nehrajícími figurkami jsou nádorové buňky (10 kusů), které jsou použity až v průběhu hry skrze situační kartičky.

#### **Herní kartičky (Přílohy 2 a 3)**

Herní karty jsou čtyř druhů a jsou rozlišeny velikostí a barevným okrajem. Karty jsou vytvořeny v textovém procesoru Microsoft Word. Jedná se o karty vzdělávací (žlutý okraj), informační (fialový okraj) otázkové (červený okraj). Karty se žlutým okrajem si hráči přečtou ještě před začátkem hry. Slouží k prvnímu seznámení hráčů s hlavními aktéry hry:

- **GRANULOCYT:** Je buňka imunitního systému. Podle typu se mohou nacházet v tkáních nebo v krevním řečišti. Jeho funkcí je fagocytóza (pohlčení) a degranulace (vylití cytoplasmatických váčků = granulí, obsahující antibakteriální proteiny a enzymy, do extracelulární matrix). Rozlišujeme granulocyty podle barvitelnosti

(histologickými) barvivy na: neutrofilní (převážně v krevním řečišti a kostní dřeni, zejména obrana proti bakteriím), eosinofilní (převážně ve tkáních, zejména imunitní odpověď proti parazitům), bazofilní (podílejí se na vzniku alergické reakce).

- **MAKROFÁG:** Je buňka imunitního systému. Vzniká přeměnou monocytu - imunitní buňky vznikající v kostní dřeni. Makrofágy se nachází v tkáních. Řadí se k nespecifické imunitní odpovědi. Jejich funkcí je fagocytóza (pohlčení) cizorodých látek a vlastních poškozených nebo mrtvých buněk.
- **T-LYMFOCYT:** Je buňka imunitního systému, vzniká v kostní dřeni a dozrává v brzlíku (thymus). Její funkcí je rozeznat buňky napadené (virem/parazitem) nebo poškozené buňky vlastního těla a zabít je (způsobí, že buňky samy spustí programovanou buněčnou smrt). Zároveň zabraňuje parazitu/viru v pomnožení se v buňce.
- **B-LYMFOCYT:** Je buňka imunitního systému, která vzniká i dozrává v kostní dřeni. Tato buňka při kontaktu a rozeznání „špatného“ antigenu (ať už rozpustného nebo navázaného na buňkách) produkuje protilátky. Protilátky mohou začít vznikat až třetí den po setkání s antigenem.
- **PROTILÁTKA (IMUNUGLOBULIN):** Skládá se z několika proteinových řetězců a je tvořena B-lymfocyty. Protilátka může zabránit navázání viru na receptory buňky, ten pak do ní nemůže proniknout. Protilátky dále napomáhají k lepší fagocytóze mikroorganismů. Protilátky mohou aktivovat jiné buňky imunitního systému či lýzu (= rozpad) cílové buňky. (Máme 5 tříd imunoglobulinů, které značíme: IgM, IgD, IgG, IgE, IgA, a které se liší stavbou řetězců a funkcí.)
- **NEKROTICKÁ BUŇKA (= odumřelá):** Při nekróze dochází k patologickému odumření tkáně. Nekróza může být způsobena fyzikálními vlivy (popáleniny, omrzliny), chemikáliemi, imunitní poruchou nebo může být způsobena patogenem. Tyto buňky je potřeba odstranit imunitním systémem. (Opakem je apoptóza, která je tělem řízená.)

Dalším typem karet jsou informační, které žáci získají při vstupu na políčko informací („i“). Daný text je přečtený pro všechny hráče. Jsou to informace, na které se ptají červené kartičky. Proto je pro žáky výhodné dávat pozor.

- **LEUKÉMIE:** Leukémie je typ nádorového onemocnění, při kterém dochází k poruše krvetvorby. Nemocný má nedostatek erytrocytů, trombocytů (způsobuje krvácivost), granulocytů a lymfocytů. Tento nedostatek je způsoben poruchou

diferenciace (= specializace) buněk. Nedostatek imunitních buněk pak způsobuje náchylnost k infekcím. Je to nejčastější nádorové onemocnění dětského věku. Mezi způsoby léčby patří například i transplantace kostní dřeně (krvetočná tkáň). dávat při čtení pozor.

- **ZÁNĚT:** Zánět je obrannou reakcí na poškození tkáně. Cílem zánětu je ohraničit poškozenou oblast, zabránit šíření patogenu/antigenu, stimulovat imunitní odpověď, navodit homeostázu a reparaci poškozené tkáně. Mezi projevy zánětu patří: červenání (způsobené větším množstvím protékající krve v zánětlivém ložisku), zteplání (dáno zvýšeným průtokem krve), bolest (způsobená změnami v tkáni), otok (dáno zvýšeným průtokem krve a výstupem tekutiny a krevních buněk do tkání) a porucha funkce (poškozením tkáně).
- **ALERGIE:** Alergie je přehnaná reakce imunitního systému, kdy dojde k zánětlivé odpovědi. Imunitní systém reaguje na různé látky. Můžou to být látky, se kterými se běžně setkáváme v životě (např. pyl, lepek, některé léky, prach). Mezi projevy alergie patří například alergická rýma, zarudnutí, svědění, otoky či vyrážka.
- **ŘÍZNUTÍ:** Při pořezání nebo odření dojde k narušení kůže = primární bariéry, která zabraňuje vstupu patogenů do těla. Proto při jejím narušení patogeny mohou volněji vstupovat do těla. Důležité je všechny rány dezinfikovat.
- **FAGOCYTOZA** = pohlcení (funkce některých specializovaných buněk): Některé buňky mají schopnost fagocytovat cizorodou částici nebo třeba poškozenou vlastní buňku. Tuto schopnost mají buňky nespecifické imunitní odpovědi (makrofágy). Plasmatická membrána vytvoří „výběžky“, které obalí fagocytovanou částici a uzavřou ji do váčku (= fagozóm). Ve váčku pak dochází ke snížení pH a pomocí enzymů zabití a rozložení částice.
- **PATOGEN:** Patogen (též choroboplodný zárodek, původce nemoci, patogenní agens) je biologický faktor, který může způsobit onemocnění. Patogen může být prvok, živočich (např. parazitický červ), houba, bakterie nebo vir.
- **NÁDOROVÉ ONEMOCNĚNÍ:** Nádorové onemocnění neboli rakovina, při kterém dochází k nekontrolovatelnému množení některého typu buněk. Za normálních okolností imunitní systém je schopen odstraňovat takovéto buňky. Ale může se stát, že uniknou dozoru imunitního systému a namnoží se. Soubor takto dělících se buněk se nazývá nádor. Může vzniknout ve kterékoliv části těla. Časté nádory v naší populaci jsou v dýchací a trávicí soustavě nebo nádor prostaty či prsu. Terapií tohoto

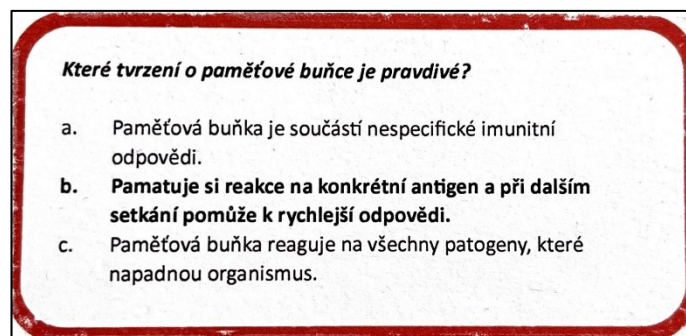
onemocnění je několik typů. Mezi ně patří chirurgický zákrok (odstranění nádoru), chemoterapie, hormonální terapie a další.

- **APOPTÓZA:** Apoptóza je programovaná buněčná smrt. Slouží k eliminaci poškozených nebo nepotřebných buněk. Nedochozí při ní k prasknutí buňky a vylití jejího obsahu jako při nekróze. A tudíž nedochází k zánětlivé reakci. Při apoptóze dochází k rozdělení buňky na menší části. Apoptózu buňky mohou vyvolat T-lymfocyty.
- **OČKOVÁNÍ:** Při očkování je tělo vystaveno patogenu (v injekci). Vakcína může obsahovat živý oslabený patogen (nemá schopnost vyvolat onemocnění) nebo usmrcený patogen. Díky této vakcíně se organismus naučí rozpoznávat daný antigen s pomocí paměťových buněk. Proto se při dalším setkání s antigenem nemusí nemoc projevit nebo může mít lehčí a rychlejší průběh. Díky očkování byly vymýceny právě neštovice.
- **PRIMÁRNÍ BARIÉRA:** Tvoří bariéru, která zabraňuje vstupu virů, parazitů a bakterií. Tvoří ji neporušená kůže, sliznice (včetně hlenu).
- **PAMĚŤOVÁ BUŇKA:** Paměťové buňky jsou vytvořeny během onemocnění. Jsou to speciální T- a B-lymfocyty, které se vytváří po imunitní odpovědi na patogen. Při dalším setkání se stejným patogenem (reinfekce) reaguje imunitní systém díky paměti těchto buněk rychleji a silněji.
- **ANTIGEN:** Antigeny jsou látky (nejčastěji bílkovinné povahy), které rozpoznává imunitní systém a reaguje na ně. Antigeny mají jak cizorodé látky a mikroorganismy z okolí tak i buňky vlastního organismus. Imunitní systém proto může reagovat na antigeny z okolí, ale i na buňky vlastního těla. Imunitní systém je schopen vytvořit protilátky pro konkrétní antigen.
- **SPECIFICKÁ IMUNITA:** Je závislá na aktivaci složkami nespecifické imunity. Specifická imunita je vytvářena speciálně pro konkrétní antigen. Imunitní odpověď trvá déle než nespecifická. Do specifické imunity řadíme T a B lymfocyty. Specifická imunita má navíc schopnost paměti ve formě paměťových buněk.
- **NESPECIFICKÁ IMUNITA:** Mechanismy nespecifické imunity jsou vrozené. Nespecifická imunita reaguje při setkání s patogenem vždy pomocí stejných mechanismů. Nespecifická imunita nemá paměť. Aktivace této složky imunity je téměř okamžitá. Je to schopnost fagocytovat (pohlcovat) mikroorganismy, mrtvé

buňky a uvolnit bílkoviny zabraňující množení virů. Do nespecifické imunity řadíme primární bariéru, makrofágy a granulocyty.

- AIDS (= syndrom získaného selhání imunity) je onemocnění imunitního systému. Nemoc je způsobena virem HIV. Je přenášena krví, sexuálním stykem nebo z matky na plod. Vir napadá buňky imunitního systému (převážně T-lymfocyty a makrofágy) a zabíjí je. Tím dochází k poklesu bílých krvinek a organismus ztrácí obranyschopnost. Proto dochází k imunitnímu selhání, kdy se organismus není schopen bránit proti běžným patogenům. AIDS nelze zcela vyléčit, ale lze ho léčit symptomatickou léčbou (= léčba příznaků nikoliv příčiny onemocnění) a tím prodloužení života.

Dalším typem jsou červené kartičky. Pokud hráč vstoupí na pole s otazníkem, hráč druhého týmu přečte otázku a tři možnosti odpovědi z kartičky. Hráč, který vstoupil na toto pole se pokusí odpovědět. Pokud odpoví správně, další kolo hraje normální tah. Pokud odpoví chybně, další kolo ztrácí svůj tah. Správná odpověď je zvýrazněna tučně. Hráč, který odpovídá na otázku se může radit na odpovědi se svým týmem. Příklad otázkové kartičky je na obrázku 7.



Obrázek 7: Příklad otázkové kartičky.

Posledním typem jsou situační kartičky se zeleným okrajem. Tyto kartičky ovlivní průběh hry buď ve prospěch imunitního systému nebo ve prospěch patogenů. Jsou dva způsoby začlenění těchto karet do průběhu hry. Jedna z možností je, že vyučující reaguje na konkrétní situaci jednotlivých herních skupin a přiřazuje jim postupně dané kartičky. Nebo si žáci mohou nastavit na telefonu časovač a po každých sedmi minutách si vezmou vrchní kartu z balíčku. Na těchto kartách je v první části vysvětlená daná situace nebo pojem a v druhé části jsou pokyny pro hráče, jak mají upravit průběh hry.

- **NÁDOROVÉ ONEMOCNĚNÍ:** Nádorové onemocnění neboli rakovina je onemocnění, při kterém dochází k nekontrolovatelnému množení některého typu buněk. Za normálních okolností je imunitní systém schopen odstraňovat takovéto buňky. Ale může se stát, že uniknou doзору imunitního systému. Soubor takto dělicích se buněk se nazývá nádor. Může vzniknout ve kterékoliv části těla. Časté jsou nádory dýchací a trávicí soustavy nebo prostaty či prsu. Terapií tohoto onemocnění je několik typů. Mezi ně patří chirurgický zákrok (odstranění nádoru), chemoterapie, hormonální terapie a další.

*Na začátku každého kola rozmnož každou nádorovou buňku na dvě (ke každé již existující přidej ještě jednu).*

- **ŘÍZNUTÍ/ODŘENÍ:** Při pořezání nebo odření dojde k narušení kůže (primární bariéry), která zabraňuje vstupu patogenů do těla. Při jejím narušení patogeny mohou volněji vstupovat do těla. Proto je důležité všechny rány dezinfikovat.

*Přidej dva patogeny rovnou na okruh v místě narušení primární bariéry.*

- **OČKOVÁNÍ:** Díky očkování dochází k rychlejšímu rozpoznání patogenu a tím pádem i k rychlejší reakci specifické imunitní odpovědi. Při očkování se do těla vpravují usmrcené nebo oslabené mikroorganismy či izolované složky mikroorganismů nebo toxiny, na které si tělo vytvoří protilátky, tomu se říká aktivní imunizace (jako při prodělání nemoci). Kromě aktivní imunizace = vakcinace (neboli očkování) máme pasivní imunizaci, při které jsou do těla vpraveny pouze protilátky.

*Členové imunitního systému se po hodu kostkou mohou rozhodnout, zda postoupí o daný počet polí jako je na kostce nebo o jeho dvojnásobek.*

- **NACHLAZENÍ:** Nachlazení je známé také jako rýma. Je způsobena virem. Mezi symptomy nachlazení patří: rýma, kašel, bolest v krku, horečka, které jsou reakcí imunitního systému na vir. Prevencí proti nachlazení může být například pravidelné mytí rukou.

*Přidej nový patogen (vir) na okruh těla (už přešel primární bariéru) na první políčko za primární bariérou.*

- **ALERGIE:** Alergie je přehnaná reakce imunitního systému, při které dojde k zánětlivé odpovědi. Je to reakce na různé látky. Můžou to být látky, se kterými se běžně setkáváme v životě (např. pyl, lepek, některé léky, prach atd.). Mezi



projevy alergie patří například alergická rýma, zarudnutí, svědění, otoky či vyrážka.

*Přidej na okruh figurky imunitního systému.*

Cílem hráčů, kteří hrají za tým patogenů, je utéct doзору imunitního systému a namnožit se tak, aby došlo k selhání organismu. Úkolem imunity je odstranit vše špatné z lidského těla – v tomto případě patogeny a nádorové buňky. Makrofágy a granulocyty mají funkci fagocytózy. Proto pokud vstoupí na políčko s patogenem nebo na políčko hned následující, okamžitě odstraňuje patogen z herního plánu. V případě T- a B – lymfocytů, pokud vstoupí stejně jako makrofág nebo granulocyt na patogen nebo přímo za něj, musí na jedno kolo přikrýt patogen odpovídajícím papírovým žetonem, které naznačují jejich funkci - apoptózu napadené buňky nebo protilátky. Poslední „nehrající figurkou“, která se může zapojit do hry jsou papírové žetony představující nádorové buňky. Ta je do hry přidána situační kartou: nádorové onemocnění.

#### 6.1.5. Pravidla

Níže uvedená pravidla jsou přehledně zpracována ve formě 3 x A4 (Příloha 5) která jsou rozdána týmům. Aby žáci měli dostatečný přístup k pravidlům, je lepší, aby do skupiny 6 hráčů byly zhotoveny alespoň dvě kopie pravidel.

#### **Cíl hry:**

Imunitní systém: Odstraň všechny patogeny, nečistoty a nádorové buňky v lidském těle.

Patogen: Uteč buňkám imunitního systému a rozmnož se tak, abys zvítězil nad lidským tělem.

#### **Příprava hry:**

Rozdělte se na dva týmy:

- 6 hráčů
  - 4 hráči imunitního systému (každý svou buňku imunitního systému)
  - 2 hráči patogenu (každý má jednu figurku patogenu)

- 5 hráčů
  - 3 hráči imunitního systému (jeden hráč má dvě figurky – M, G)
  - 2 hráči patogenu (každý má jednu figurku patogenu)
- 4 hráči
  - 2 hráči imunitního systému (každý má dvě buňky imunitního systému – M a B nebo G a T) – každý hráč má dva tahy
  - 2 hráči patogenu (každý má jednu figurku patogenu)
- 3 hráči
  - 2 hráči imunitního systému (každý má dvě buňky imunitního systému – M a B nebo G a T)
  - 1 hráč patogenu

Figurky umístěte na hrací plánek:

- Figurky patogenu na start.
- Figurky imunitního systému na políčka s odpovídajícím písmenkem.

Sady kartiček položte vedle hracího plánu.

Žeton pro počítání kol umístěte na okraj hracího plánu s čísly 1, 2, 3.

### **Herní plán:**

Políčko START: Zde začínají hráči patogenu hru.

Bílé políčko: Běžné políčko, na kterém se nic neděje.

Políčko primární bariéry: Pokud hráč vstoupí na políčko primární bariéry, vrací se zpět na políčko Start.

Políčko s i: Vstoupí-li hráč na políčko s i, vezme s horní kartu s fialovým okrajem a všem přečte informace na ní napsané.

Políčko s ?: Vstoupí-li hráč na políčko s ?, hráč z druhého týmu mu přečte otázku včetně možností odpovědí. Pokud hráč odpoví správně, další kolo pokračuje v normálním tahu. Pokud odpoví špatně, další kolo se zdrží. Na odpovědi se může domlouvat se svým týmem.

### **Pohyb po herním plánu:**

Figurky se po herním plánu pohybují ve směru šipek (směr hodinových ručiček). Hráč může odbočovat z „hlavní“ dráhy, ale vždy se musí napojit a pokračovat dál ve směru šipek. Na jednom políčku se může vyskytovat více figurek najednou.

Po hodě čísla 6 se znovu nehází.

### **Průběh hry:**

Hra probíhá ve směru hodinových ručiček. Začíná hráč, který na kostce hodí největší číslo.

Hráči imunitního systému hrají každý za svou figurku, která mu byla přidělena na začátku.

Hráči patogenu mohou hrát kteroukoliv figurkou patogenu, která se nachází v lidském těle.

Zničení patogenu: Pokud buňka imunitního systému vstoupí na políčko s patogenem nebo na políčko přímo za patogen, v tu chvíli objevila patogen a odstraňuje ho podle svých vlastností (žluté kartičky).

- Makrofág, granulocyt – fagocytují (pohlcují) patogen -> odstraň patogen okamžitě z herního plánu.
- T-lymfocyt – T-lymfocyt vyvolává programovanou buněčnou smrt napadené buňky -> na kolo přikryj odhalený patogen příslušným kolečkem. Po kole jednom odstraň patogen z herního plánu.
- B-lymfocyt – B-lymfocyt produkuje protilátky. Přikryj patogen příslušným kolečkem. Po jednom kole odstraň patogen z herního plánu.

Zničení nádorové buňky: Pokud buňka imunitního systému vstoupí přímo na nádorovou buňku, odstraňuje ji z herního plánu.

Po odehrání třetího kola (tedy každý hráč odehraje třikrát), se patogeny v lidském těle množí. Každý hráč patogenu si přidá vedle stávající figurky další figurku patogenu. Pro počítání kol slouží žeton a číslice 1, 2, 3 na okraji herního plánu.

Situační zelené kartičky: slouží ke změně průběhu hry. Karty Vám budou průběžně dány vyučujícím. Nebo každých 7 minut si vezměte vrchní kartu a postupujte podle pokynů na ní napsaných.

## **Konec hry:**

Odstranění všech patogenů a nádorových buněk z lidského těla.

Patogeny dosáhnou počtu 10 a více (dojde k selhání imunitního systému). (Patogeny po setkání s B nebo T lymfocylem se už nemnoží, ale počítají se do celkového počtu patogenů)

Nádorové buňky dosáhnou počtu 10 a více (dochází k selhání orgánu).

### 6.1.6. Úloha učitele

Jakým způsobem a do jaké části výuky hru učitel zařadí záleží čistě na jeho uvážení. Může hru využít jako motivační úvod do tématu imunitního systému. Nebo může hru zařadit až po úvodu. Případně ji využít jako formu opakování.

Před použitím hry by se učitel měl seznámit s pravidly, aby jimi mohl provést třídu a zodpovědět případné nejasnosti. Zároveň je potřeba připravit herní sady. Tedy vytisknout herní plánec, figurky, kartičky, pravidla (figurky a kartičky jsou potřeba vystříhnout). Pro ušetření času v hodině je možné rozdělit žáky do skupin ještě před začátkem včetně rozmístění židlí k herním stolům.

Úkolem učitele je uvést hru. Provedení je zcela na jeho uvážení, podle zařazení do výukového plánu. Poté s žáky projde pravidla. Vhodné je, aby žáci v tuto chvíli měli pravidla u sebe a společně s vyučujícím je procházeli. Před zahájením hry je potřeba případné nejasnosti v pravidlech dovysvětlit. Je třeba dát prostor na dotazy. Během hry učitel prochází mezi skupinami a sleduje průběh hry a chování jednotlivých hráčů i celých týmů. Ze začátku by měl být připraven žákům poradit, jelikož uvedení pravidel do praxe by mohlo některým dělat obtíže. Učitel má pro každou skupinu sadu situačních (zelený okraj) kartiček, které podle svého uvážení a průběhu hry v jednotlivých skupinách používá. V momentě, kdy vyhrává imunitní systém, je dobré, zapojit kartičky zvyhodňující patogeny. A naopak. Vyučující by neměl hráčům radit s pohybem figurek ani s odpověďmi na otázkové kartičky.

Jelikož hra není časově omezená, skupiny budou končit různě. Je dobré mít připravenou doplňkovou aktivitu, kterou učitel zadá týmům, které dokončí hru dříve. Náměty pro takové aktivity:

- Vezměte si otázkové kartičky. Navzájem si čtete otázky a bez přečtení možností odpovědi se pokuste odpovědět. (Za každou správnou odpověď si tým zapíše bod.)

- Přečtěte si znovu informační kartičky a k 10 pojmům vymyslete otázky, na kterou byste se zeptali učitele. (Dovysvětlit něco. Něco navíc.)
- Zkuste vymyslet další situační kartičku. Popište situaci, čemu bylo tělo vystaveno a jak by na to buňky imunitního systému či patogen reagovali.

Po skončení všech týmů následuje shrnutí moderované učitelem. Během této části skupiny popíší vývoj jejich hry a výsledek. Společně shrnou situace, kterým byla těla vystavena a reakce imunitního systému na ně. Dále je dán prostor žákům na otázky ke hře. Je dobré, pokud učitel zavede téma pomocí otázek na spolupráci v týmech.

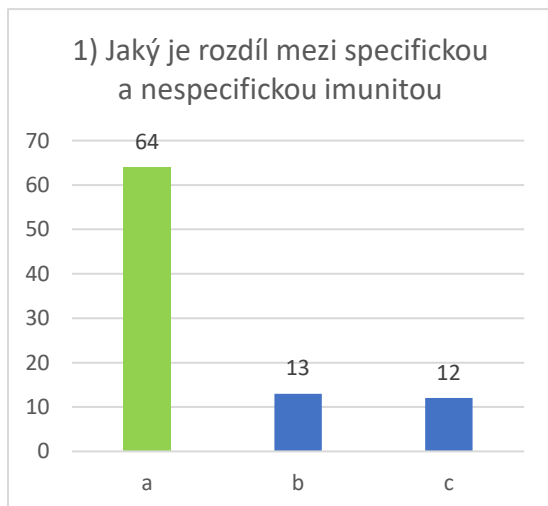
V závěru hodiny je opět na vyučujícím, jakou aktivitu použije. Může například využít náměty aktivit, které plnily týmy při čekání na ukončení ostatních skupin. Opakovat jiným způsobem nové znalosti. Případně dát společně dohromady zápis z hodiny.

### 6.3. Analýza evaluačního dotazníku

Analýza evaluačního dotazníku probíhala zvláště pro ročníky, které téma imunitního systému ve škole neprobíraly (89 žáků) a pro ročník pro nějž hra byla spíše opakovací (3. ročník – 20 žáků). V kapitolách 6.1.1 - 6.1.4 se budu věnovat první skupině. Výsledkům, kterých dosáhli žáci třetího ročníku se budu zabývat v kapitole 6.1.5 Výsledky opakovací verze.

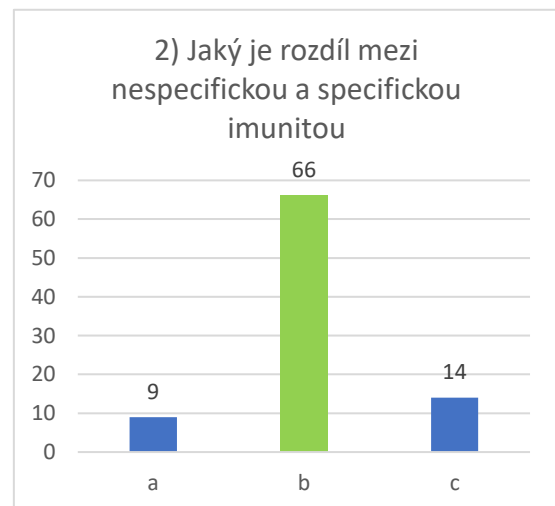
#### 6.3.1. Ověření cíle: Žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu.

Následující grafy zachycují odpovědi žáků u otázek vztahující se k prvnímu didaktickému cíli: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu. Poslední graf podkapitoly pak shrnuje tyto odpovědi, a tedy i naplnění didaktického cíle.



Graf 1: 1) Jaký je rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou. Otázka má jednu správnou odpověď. **a) Specifická imunita je vytvářena pro konkrétní antigen.** b) Nespecifická imunitní odpověď je pomalejší než specifická. c) Nespecifická imunita má schopnost paměti.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

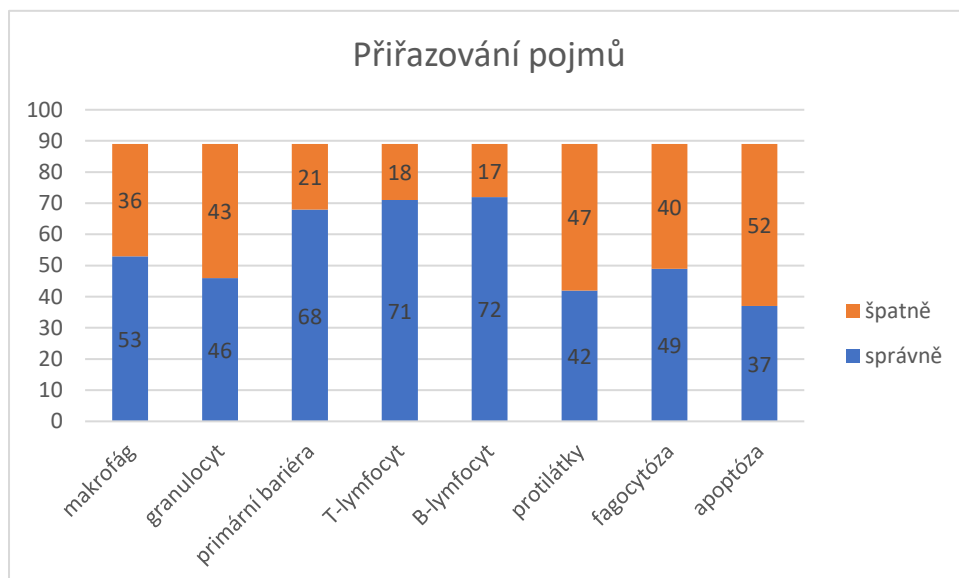


Graf 2: 2) Jaký je rozdíl mezi nespecifickou a specifickou imunitou. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Specifická a nespecifická imunitní odpověď reagují na jiný typ patogenu. **b) Nespecifická im. odpověď reaguje oproti specifické na všechny antigeny stejně.** c) Nespecifická má oproti specifické schopnost paměti, která pomáhá k rychlejší odpovědi.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Graf 1 znázorňuje počet jednotlivých odpovědí u otázky č. 1. Celkově 64 žáků (72 %) odpovědělo správně. Graf 2 ukazuje, že u druhé otázky 66 žáků (74 %) zakroužkovalo správnou

odpověď. Úspěšnost obou otázek přesáhla hranici 60 %, proto je můžeme považovat za úspěšné.



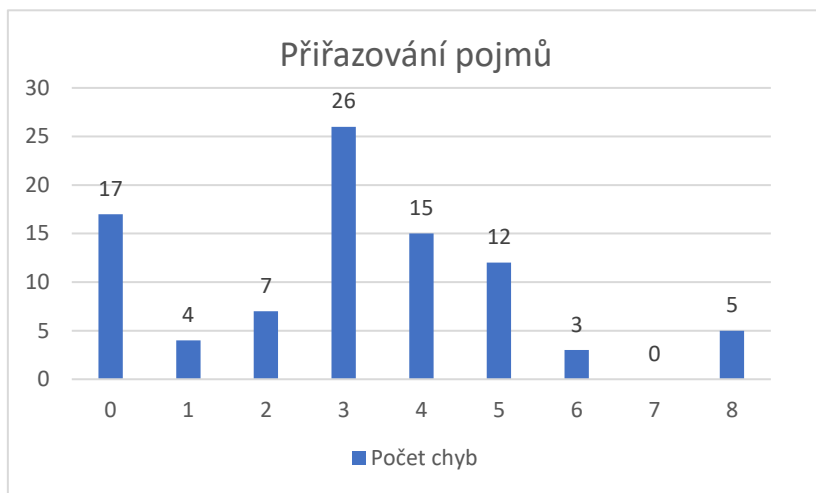
Graf 3: 3) Přiřaďte k pojmům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T-lymfocyt, B-lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza. Graf uvádí počet správných a špatných přiřazení jednotlivých pojmů.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Počet správných přiřazení jednotlivých pojmů k specifické nebo nespecifické imunitní odpovědi ukazuje graf 3. Pojmy primární bariéra, T – lymfocyt a B – lymfocyt správně přiřadilo přes 75 % žáků (67 žáků). Naopak pojmy protilátky a apoptóza dokázalo správně určit méně než 50 % (45 žáků). Nejvíce žáků chybovalo u apoptózy. Úspěšnost u tohoto pojmu byla pouze 42 % (37 žáků). Po apoptóze a protilátkách se nejvíce chybovalo u pojmu granulocyt. Ten chybně přiřadilo 43 respondentů (48 %).

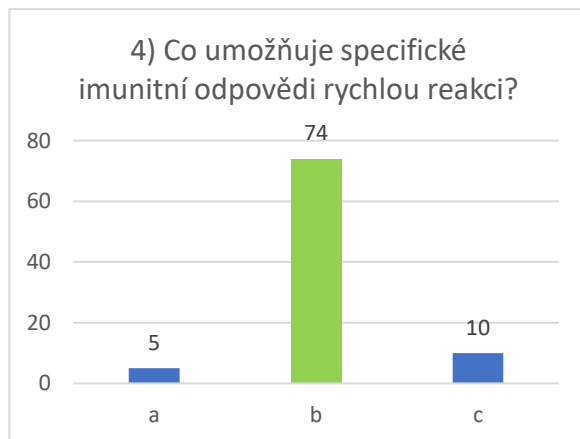
Počet chyb u otázky č. 3 vidíme v grafu 4. Pokud žák tuto otázku nevyplnil, bylo přiřazení pojmů započítáno jako chybné. 17 žáků (19 %) přiřadilo všechny pojmy správně. 5 žáků nedokázalo přiřadit ani jeden pojem. Z toho jeden žák se nepokusil danou otázku vůbec zodpovědět. Nejčastější počet chyb byl 3. Tohoto počtu dosáhlo 26 žáků. Pokud bychom tyto hodnoty přepočítali, tak tito žáci měli 62,5 % pojmů správně přiřazených. Nejčastěji chybně

přiřazené pojmy byly: protilátky, apoptóza. Necelých 78 % (69 žáků) zvládlo správně přiřadit alespoň polovinu pojmů (4 a méně chyb). Tedy otázka byla podle předem daných kritérií úspěšná.



Graf 4: Vyhodnocení otázky č. 3 s přiřazením pojmů: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T- lymfocyt, B- lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Graf 5: 4) Co umožňuje specifické imunitní odpovědi rychlou reakci? Otázka s jednou správnou odpovědí.

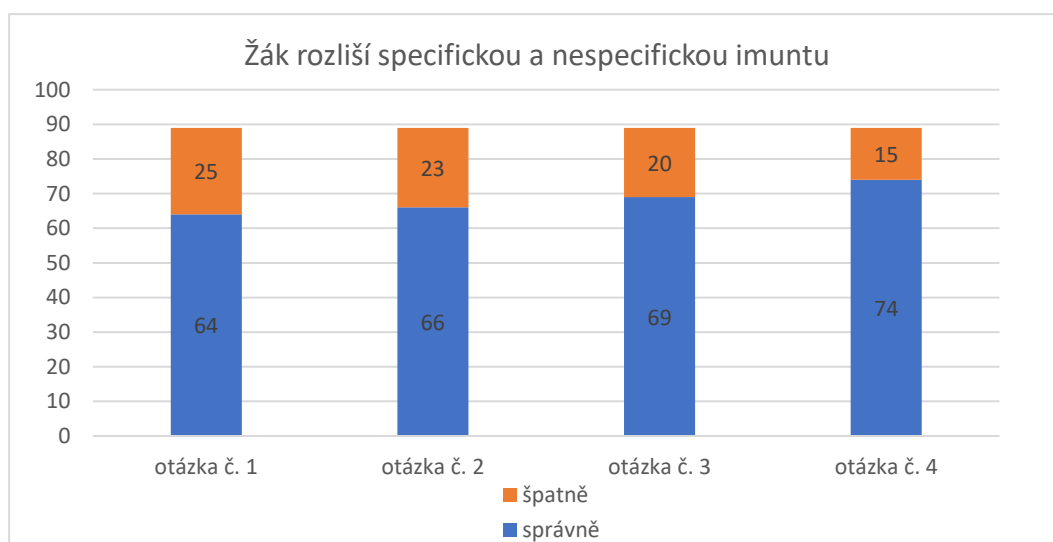
- a) Vytváření specifické odpovědi pro daný antigen.
- b) Paměťové buňky, které zajišťují zapamatování antigenu a reakce na něj.**
- c) Rychlé reakce makrofágů.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Odpovědi na poslední otázku, která ověřuje první cíl, jsou zaneseny v grafu 5. U této otázky 74 (83 %) žáků zakroužkovalo správnou odpověď.

Graf 6 nabízí souhrnný pohled na otázky ověřující didaktický cíl: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu. U otázek č. 1, 2, 4 s jednou správnou odpovědí je vidět počet správně a špatně zakroužkovaných odpovědí. U otázky č. 3 respondenti měli přiřadit 8 pojmů. Jako správné řešení bylo počítáno, pokud žák měl 4 a méně chyb (tedy minimálně 50 % pojmů přiřazených správně). Nejméně správných odpovědí bylo u otázky č. 1, kterou chybně zodpovědělo 25 žáků (28 %). Naopak nejvíce správných odpovědí bylo dosaženo u otázky č. 4, u které chybovalo pouze 15 žáků (17 %). Všechny čtyři otázky měly úspěšnost vyšší než 70 %. Na základě těchto výsledků můžeme stanovený didaktický cíl za dosažený.

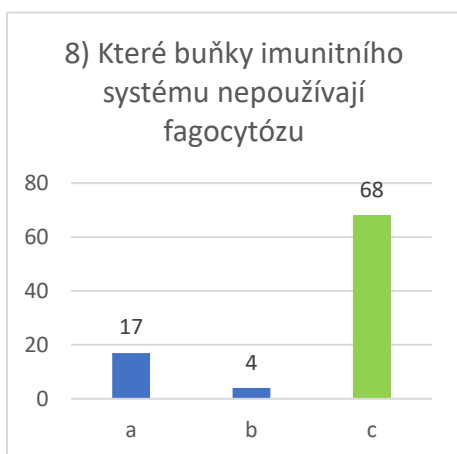


Graf 6: Vyhodnocení cíle: Žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu. Otázka č. 1: Jaký je rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou. Otázka č. 2: Jaký je rozdíl mezi nespecifickou imunitou. Otázka č. 3: Přiřaďte k pojmům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T- lymfocyt, B-lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza. Otázka č. 4: Co umožňuje specifické imunitní odpovědi rychlou reakci?

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

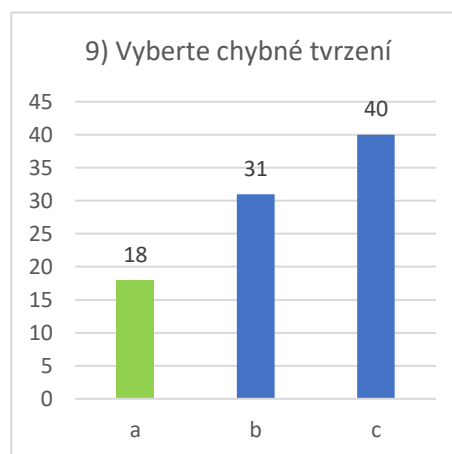
### 6.3.2. Ověření cíle: Žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému.

Ověření druhého didaktického cíle proběhlo pomocí otázek č. 8 – 11.



Graf 7: 8) Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Makrofág, b) Granulocyt, c) T-lymfocyt.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

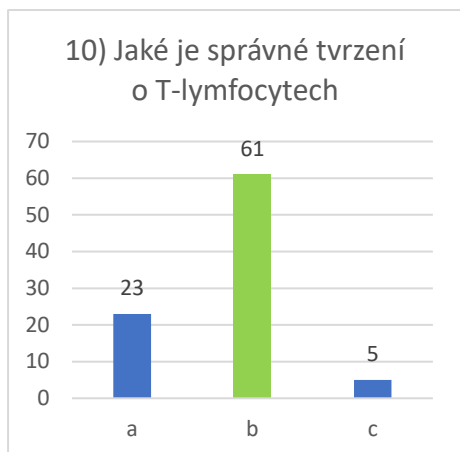


Graf 8: 9) Vyberte chybné tvrzení. Otázka má jednu správnou odpověď. a) **Protilátky zabíjí viry a parazity.** b) Protilátky mohou zabránit viru v navázání na buňku. c) Protilátky aktivují další buňky imunitního systému.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

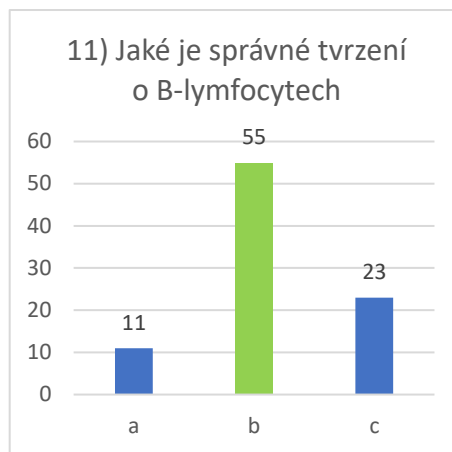
Výsledky otázky č. 8 ukazuje graf 7. U té 68 žáků (76 %) vybralo správnou odpověď. V jednom případě žák zakroužkoval odpovědi a) Makrofág a b) Granulocyt, protože si špatně přečetl otázku a odpovídal na to, které buňky imunitního systému používají fagocytózu. Jelikož mi žák po doptání na tuto otázku vysvětlil odpověď, započítala jsem ji jako správnou.

Odpovědi na otázku č. 9 představuje graf 8. Tato otázka dopadla nejhůře z první části evaluačního dotazníku (zjišťující znalosti). Pouhých 20 % (18 žáků) odpovědělo správně. Ostatních 71 žáků se rozdělilo ke špatným odpovědím v poměru: b) 35 % (31 žáků), c) 45 % (40 žáků). Úspěšnost je pod 60 %, tedy tato otázka je hodnocena jako neúspěšná.



Graf 9: 10) Jaké je správné tvrzení o T-lymfocytech. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Dozrávají v kostní dřeni. b) **Vyvolávají programovanou buněčnou smrt.** c) Produkuje protilátky.

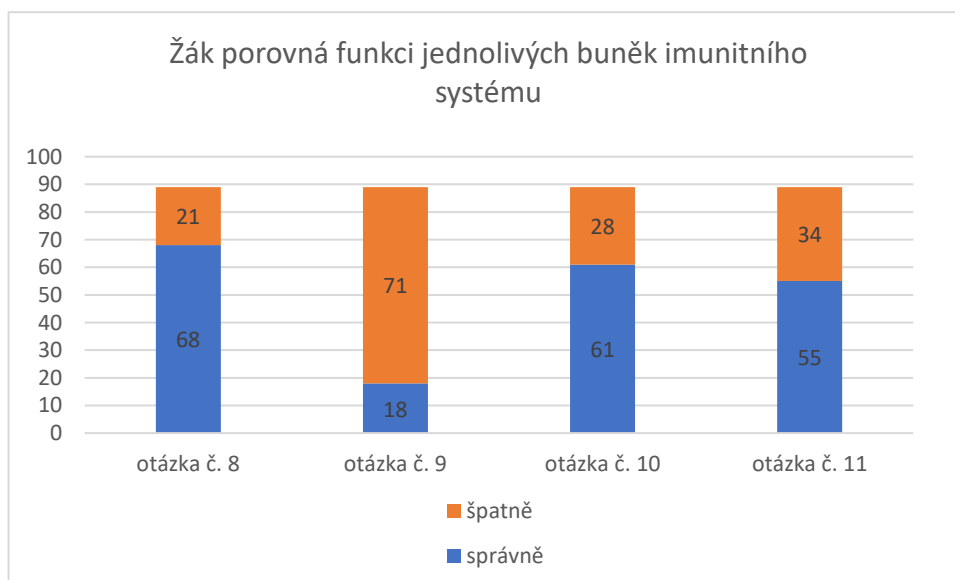
Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Graf 10: 11) Jaké je správné tvrzení o B-lymfocytech. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Dozrávají v brzlíku. b) **Produkuje protilátky.** c) Zabraňuje viru v pomnožení.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Otázky č. 10 a 11 jsou znázorněny v grafech 9 a 10. U obou otázek byla správná odpověď b). U otázky 10 necelých 69 % (61 žáků) zakroužkovalo správnou odpověď. Otázka s B – lymfocyty měla lehce nižší úspěšnost 62 % (55 žáků). U obou otázek 23 žáků (26 %) zvolilo jednu ze špatných odpovědí. Obě otázky splňují kritérium úspěšné otázky.



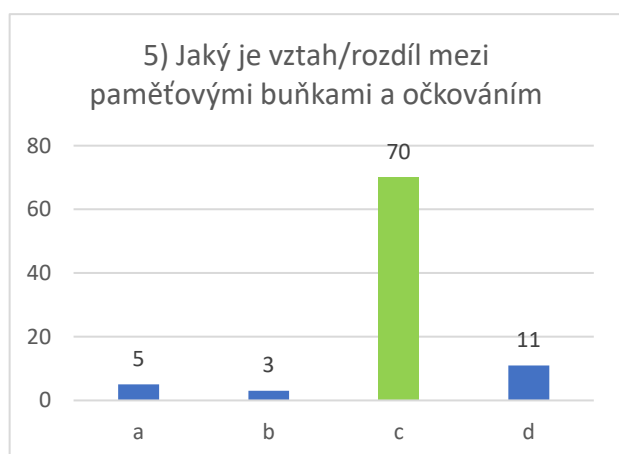
Graf 11: Vyhodnocení cíle: Žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému. Otázka č. 8: Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu. Otázka č. 9: Vyberte chybné tvrzení. Otázka č. 10: Jaké je správné tvrzení o T-lymfocytech. Otázka č. 11: Jaké je správné tvrzení o B-lymfocytech.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Přehled všech otázek, které mají ověřit druhý didaktický cíl: žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému, lze vidět v grafu 11. Nejvyšší úspěšnost měla otázka č. 8 (76 %). Nejhorších výsledků dosáhli žáci u otázky č. 9 s úspěšností pouhých 20 %. Protože pouze tři otázky vztahujících se k tomuto cíli byly úspěšné, nemůžeme hodnotit cíl jako naplněný.

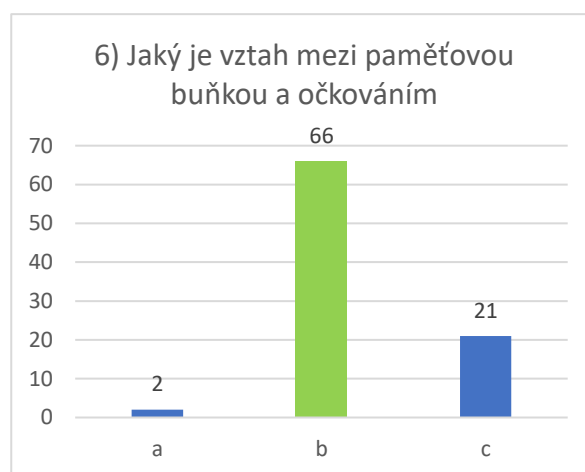
### 6.3.3. Ověření cíle: Žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování.

K ověření cíle: žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování, byly otázky č. 5, 6, 7 s jednou správnou odpovědí a otázka č. 12, ve které žáci vybírali konkrétní věty.



Graf 12: 5) Jaký je vztah/rozdíl mezi paměťovými buňkami a očkováním. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Jde zcela o to samé. b) Očkování na rozdíl od paměťových buněk zabíjí patogen. **c) Paměťové buňky vzniklé při onemocnění i očkování napomáhají k rychlejší reakci na patogen.** d) Vakcína je tvořena paměťovými buňkami, které urychlují reakci imunitního systému.

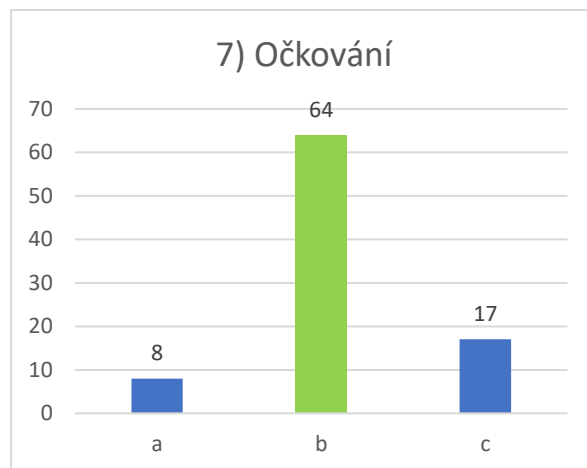
Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Graf 13: 6) Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Je to jedno a to samé. **b) Očkování vede k tvorbě paměťových buněk.** c) Paměťové buňky jsou součástí vakcíny.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

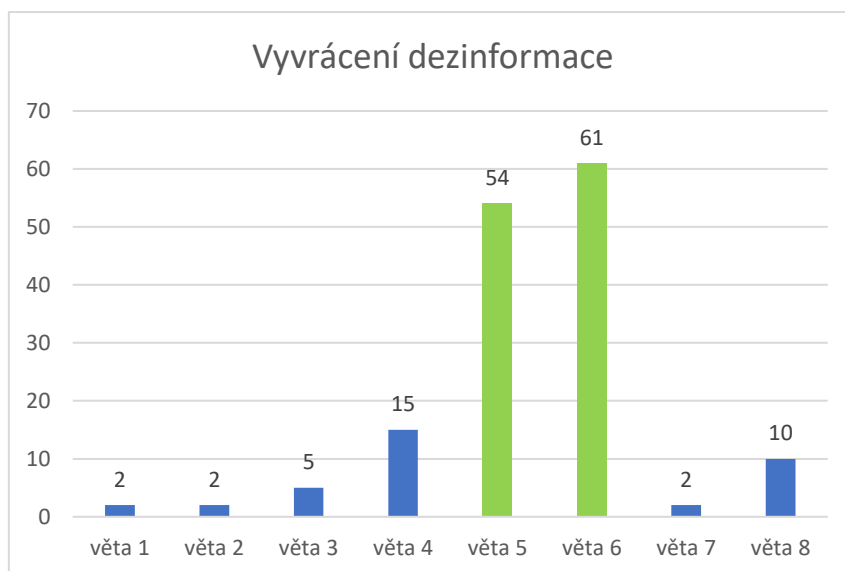
Graf 12 ukazuje odpovědi žáků na otázku č. 5. Tato otázka měla 4 možné odpovědi. 70 žáků, což odpovídá 79 %, odpovědělo správně. Odpovědi na otázku č. 6 zobrazuje graf 13. Přestože otázky č. 5 a 6 si jsou velmi podobné včetně odpovědí, na otázku č. 6 odpovědělo správně oproti otázce č. 5 o 4 žáky méně (74 %).



Graf 14: 7) Očkování. Otázka má jednu správnou odpověď. a) Po očkování proti určité nemoci ji nemůžeme už nikdy dostat. **b) Očkování pouze může urychlit či zabránit rozvoji nemoci.** c) Vakcína zabíjí dané patogeny.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

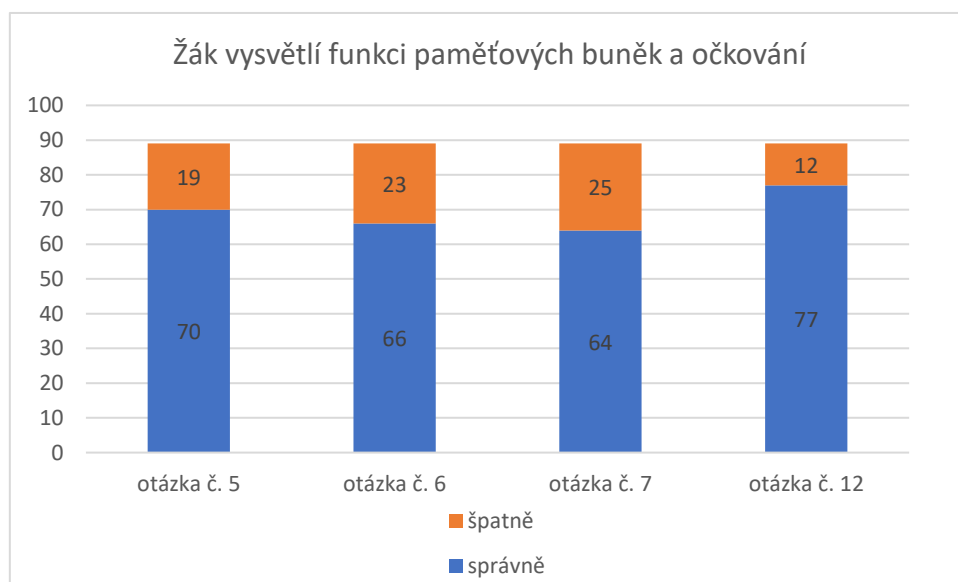
Odpovědi na otázku č. 7 můžeme vidět v grafu 14. Tuto otázku zodpovědělo správně 64 (72 %) respondentů. Otázky 5, 6 a 7 překročily hranici úspěšnosti 60 %.



Graf 15: 12) V následujícím odstavci podtrhněte větu/věty (maximálně 2), které zdůvodňují vyvrácení dezinformace: „Vakcíny proti onemocnění COVID-19 způsobují neplodnost či permanentní sterilizaci, ničí protein potřebný pro tvorbu placenty.“ Věta 1: Všechna léčiva mají možné vedlejší účinky. Věta 2: Tedy i po aplikaci vakcíny proti covidu-19 může dojít k takovým projevům. Věta 3: Nejčastěji jde o bolest, otok nebo zarudnutí v oblasti vpichu, zvýšenou teplotu, bolesti hlavy, nevolnost, zimnici či únavu. Věta 4: Vážnější obtíže se vyskytují vzácně. **Věta 5: Vakcína neobsahuje žádnou část proteinu či koronaviru, která by měla vliv na vývoj placenty.** **Věta 6: Pokud by vakcína způsobovala neplodnost žen, byla by neplodná každá žena, která má protilátky proti covidu-19, které si tělo vytvořilo po prodělání nemoci.** Věta 7: Vakcína taktéž vyvolává tvorbu protilátek. Klinické hodnocení vyloučilo obsah nebezpečných látek či jiných onemocnění ve vakcíně.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Graf 15 znázorňuje odpovědi na otázku 12, ve které respondenti měli vybrat maximálně 2 věty, které vyvracejí dezinformaci. Graf ukazuje počet podtrnutí jednotlivých otázek. Jelikož žáci mohli vybrat jednu až dvě věty, jsou dvě správná řešení. A to jsou věty 5 („Vakcína neobsahuje žádnou část proteinu či koronaviru, která by měla vliv na vývoj placenty.“) a 6 („Pokud by vakcína způsobovala neplodnost žen, byla by neplodná každá žena, která má protilátky proti covidu-19, které si tělo vytvořilo po prodělání nemoci.“). Pokud žák označil alespoň jednu z těchto vět bez ohledu na případnou vybranou druhou větu, byla jeho odpověď započítána jako správná. Větu 5 vybralo 54 respondentů (61 %) a 61 (69 %) respondentů vybralo větu 6. Celkově 41 (46 %) podtrhlo obě věty. 12 žáků (13 %) odpovědělo chybně, tedy nepodtrhli ani jednu ze správných odpovědí. To znamená, že 77 žáků (86 %) zvolilo alespoň jednu správnou odpověď. Podle předem vymezeného kritéria se jedná o úspěšnou otázku.



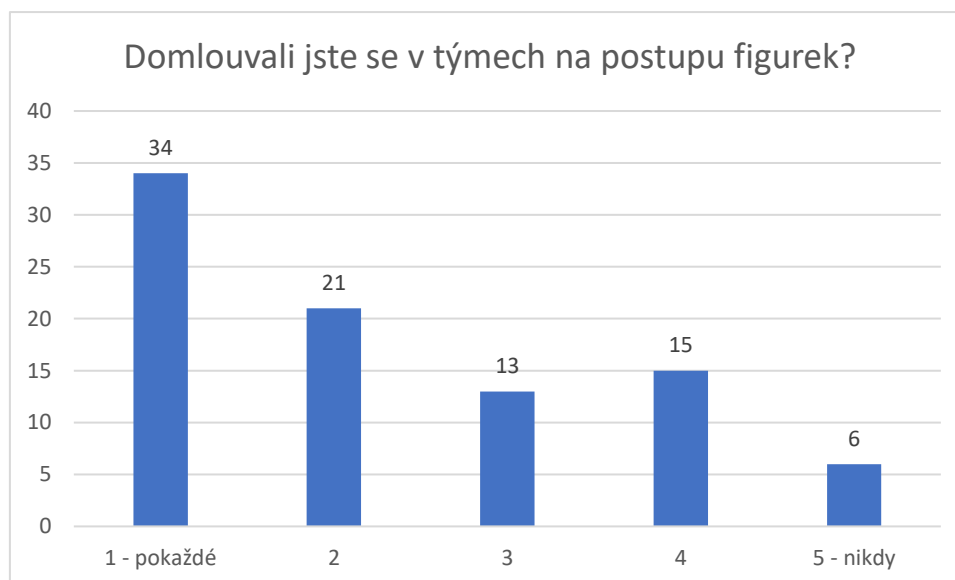
Graf 16: Vyhodnocení cíle: žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování. Otázka 5: Jaký je vztah/rozdíl mezi paměťovými buňkami a očkováním? Otázka 6: Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním? Otázka 7: Očkování. Otázka 12: V následujícím odstavci podtrhněte větu/věty (maximálně 2), které zdůvodňují vyvrácení dezinformace: „Vakcíny proti onemocnění COVID-19 způsobují neplodnost či permanentní sterilizaci, ničí protein potřebný pro tvorbu placenty.“

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Celkový přehled otázek ověřujících třetí didaktický cíl znázorňuje graf 16. Úspěšnost všech otázek překročila 70 %. Je tedy možné považovat kognitivní cíl: žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování za splněný.

#### 6.3.4. Ověření cíle: Žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince

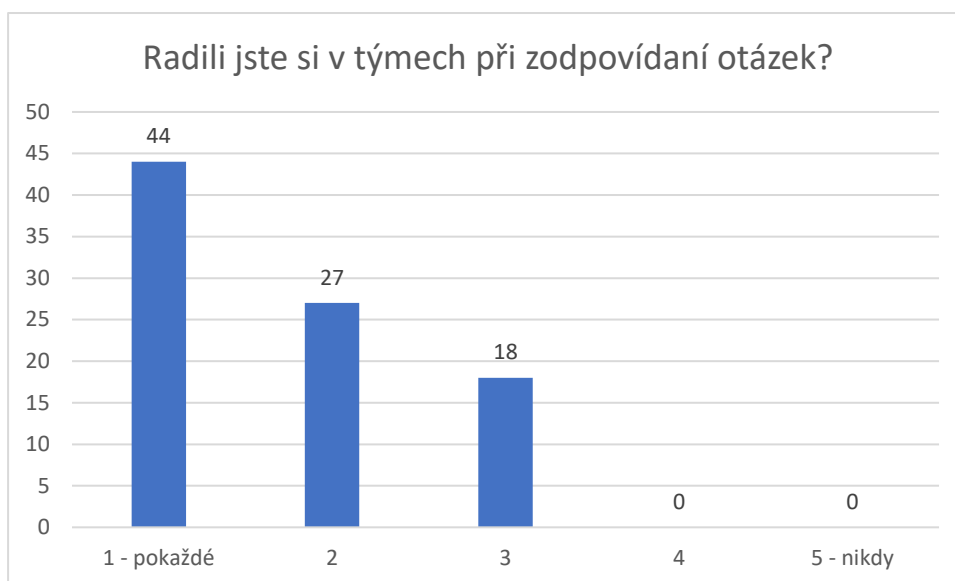
Afektivní cíl: žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince, byl ověřen třemi otázkami, na které žáci odpovídali pomocí Likertovy škály s hodnotami 1-5. Následující grafy zaznamenávají počty zakroužkovaných hodnot u jednotlivých otázek. Poslední graf je věnován souhrnu všech tří otázek.



Graf 17: Domlouvali jste se v týmech na postupu figurek? Likertova škála: 1 (pokaždé) – 5 (nikdy).

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

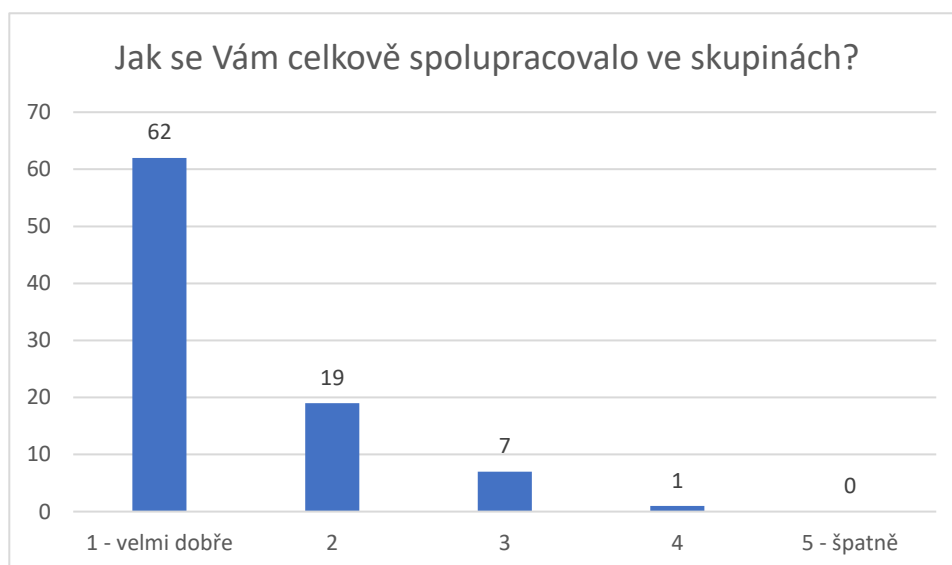
Graf 17 ukazuje odpovědi žáků na to, jestli se domlouvali na postupu figurek. Pokud bychom spojili hodnotu 1 a 2 jako hodnotu spíše radili, tak 55 žáků (62 %) zvolilo tuto volbu. 21 žáků (24 %) zvolilo odpověď spíše neradili, která vznikla spojením hodnot 4 a 5. Jelikož hodnoty 1 a 2 jsou považované za kladné tedy úspěšné, je výsledek této otázky úspěšný.



Graf 18: Radili jste si v týmech při zodpovídání otázek? Likertova škála: 1 (pokaždé) – 5 (nikdy).

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

V grafu 18 vidíme, že 71 odpovídajících (80 %) zvolilo hodnoty 1 a 2, tedy si spíše radilo. 18 (20 %) zvolilo neutrální odpověď. Hodnoty 4 a 5, tedy spíše neradili, nezvolil nikdo z dotazovaných. Proto i tuto otázku můžeme považovat za úspěšnou.

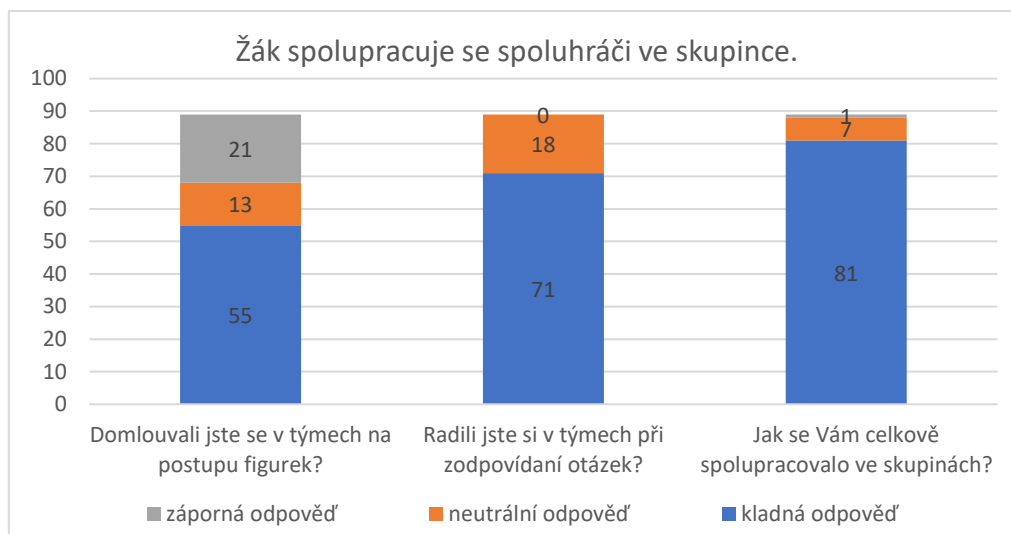


Graf 19: Jak se Vám celkově spolupracovalo ve skupinách? Likertova škála: 1 (velmi dobře) – 5 (špatně).

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Shrnující otázku ke spolupráci a odpovědi na ní můžeme sledovat v grafu 19. Nejvíce žáků (70 %) vybralo hodnotu 1 – velmi dobře. Celkově 81 žáků (91 %) odpovědělo kladně (hodnota 1 nebo 2).



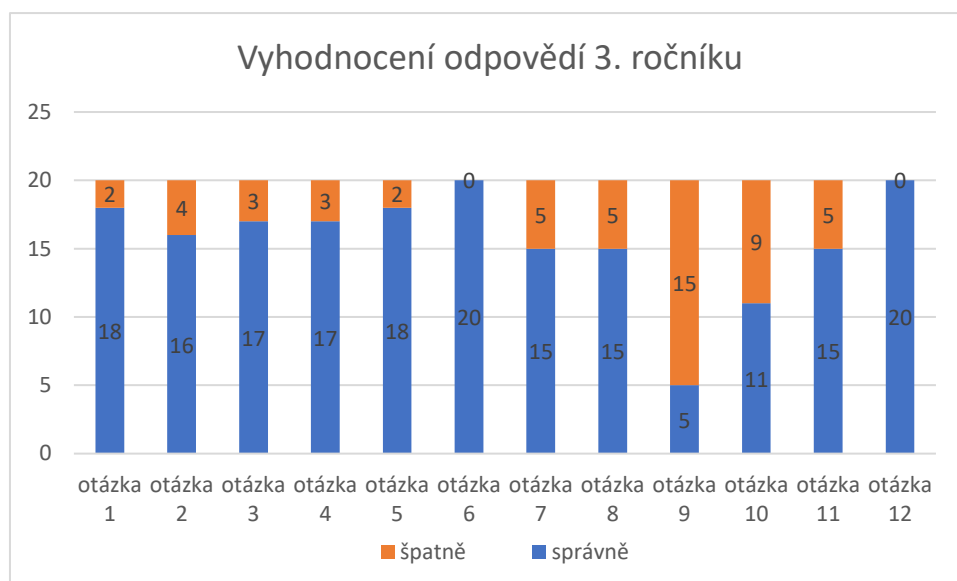
Graf 20: Vyhodnocení cíle: žáci spolupracují v týmech. 1) Domlouvali jste se v týmech na postupu figurek? 2) Radili jste si v týmech při zodpovídání otázek? 3) Jak se Vám celkově spolupracovalo ve skupinách?

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.

Vyhodnocení otázek ověřující čtvrtý didaktický cíl ukazuje graf 20. Pro toto šetření počítáme jako úspěšnou odpověď hodnoty 1 a 2 na Likertově škále. V grafu jsou tyto odpovědi zaznamenané jako kladné. Pro nás neúspěšné řešení jsou odpovědi 4 a 5, které jsou v grafu zaznamenány jako záporná odpověď. Nejvíce kladných odpovědí zaznamenala otázka na celkovou spolupráci v týmech. U otázky na razení při zodpovídání otázek žádný student neodpověděl záporně. Nejvíce záporných odpovědí (24 %) se vyskytlo u domlouvání se na postupu figurek. Neutrální odpověď nepřesáhla ani u jedné otázky 20 %. U všech tří otázek kladná (úspěšná) odpověď přesáhla 61 %. Popsaná data říkají, že se podařilo vytyčeného cíle dosáhnout.

### 6.3.5. Výsledky opakovací verze

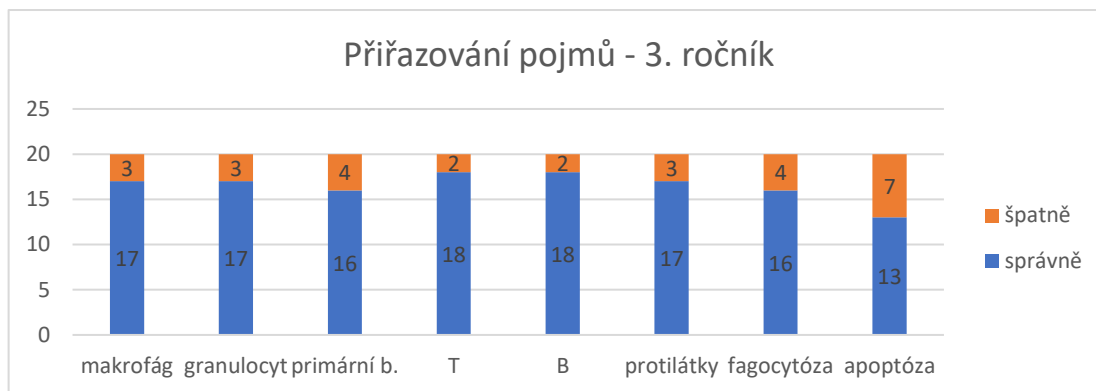
Následující grafy reprezentují odpovědi žáků třetích ročníků.



Graf 21: Vyhodnocení odpovědí třetího ročníku. Otázka 1: Jaký je rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou. Otázka 2: Jaký je rozdíl mezi nespecifickou imunitou. Otázka 3: Přiřaďte k pojmům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T-lymfocyt, B-lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza. Otázka 4: Co umožňuje specifické imunitní odpovědi rychlou reakci? Otázka 5: Jaký je vztah/rozdíl mezi paměťovými buňkami a očkováním? Otázka 6: Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním? Otázka 7: Očkování. Otázka 8: Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu. Otázka 9: Vyberte chybné tvrzení. Otázka 10: Jaké je správné tvrzení o T-lymfocytech. Otázka 11: Jaké je správné tvrzení o B-lymfocytech. Otázka 12: V následujícím odstavci podtrhněte větu/věty (maximálně 2), které zdůvodňují vyvrácení dezinformace: „Vakcíny proti onemocnění COVID-19 způsobují neplodnost či permanentní sterilizaci, ničí protein potřebný pro tvorbu placenty.“

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 20 žáků.

Graf 21 představuje přehled všech otázek z první části evaluačního dotazníku. Tedy otázky ověřující kognitivní cíle. U otázky č. 3 bylo jako správné řešení započítáno, pokud žák přiřadil správně alespoň čtyři pojmy. Jako úspěšné řešení otázky č. 12 bylo zaznamenáno, pokud žák vybral alespoň jednu ze dvou správných odpovědí (vět). Stejně jako u skupiny, která se tomuto tématu v hodinách ještě nevěnovala, nejhůře dopadla otázka č. 9. Pouze 25 % žáků třetího ročníku odpovědělo správně. Další otázka, se kterou měli žáci problém, byla otázka č. 10. Tu zodpovědělo správně 11 žáků z 20 (55 %). Naopak u otázky č. 6 a 12 všichni žáci zakroužkovali správnou odpověď. Podařilo se dosáhnout prvního (žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu) a třetího (žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování) kognitivního cíle podle kritérií stanovených pro cílovou. Druhý didaktický cíl stejně jako v předchozí testované skupině nebyl naplněn.

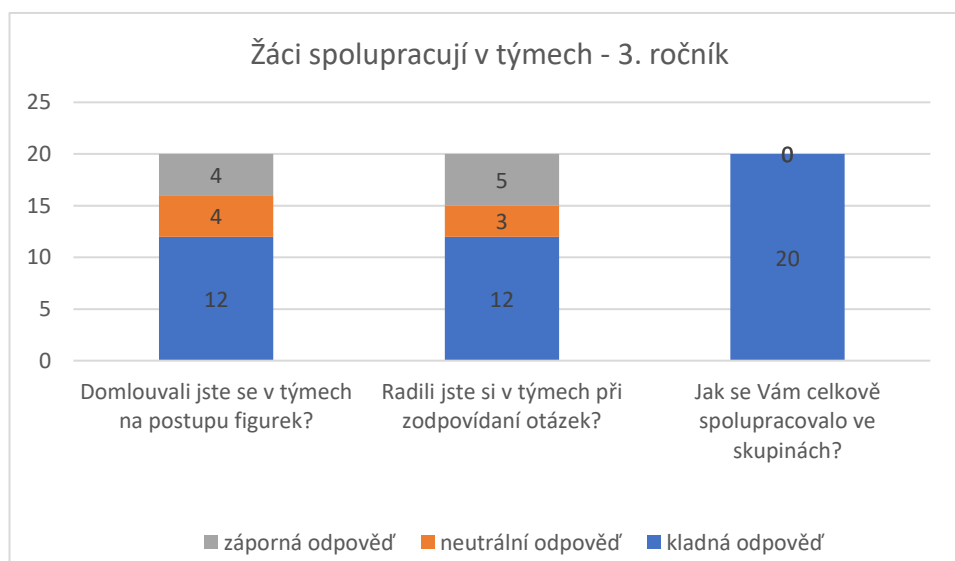


Graf 22: Přiřadte k pojmům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T- lymfocyt, B-lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 20 žáků.

Pro porovnání graf 22 ukazuje úspěšnost při přiřazování pojmů u otázky č. 3. Největší problém přiřadit dělal pojem apoptóza. Na rozdíl od první skupiny 65 % (13 žáků) třetího ročníku dokázalo tento pojem určit správně.

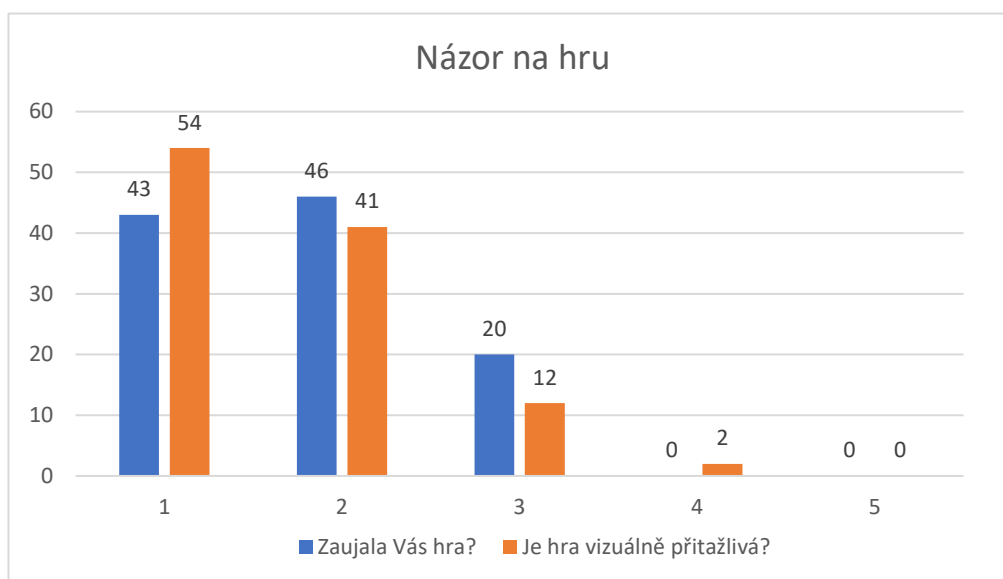
Graf 23 ukazuje odpovědi na Likertově škále pro otázky ověřující afektivní cíl. Oproti první skupině, pouze o dvě procenta méně žáků třetího ročníku (60 %) zvolilo kladnou odpověď u první otázky. U druhé otázky v první skupině žádný žák nevybral zápornou odpověď. V tomto případě 25 % žáků si spíše neradilo při zodpovídání otázek. Nejlepší výsledky můžeme vidět u třetí otázky, kdy 100 % žáků vybralo kladnou odpověď. První dvě otázky jsou přímo na hranici úspěšnosti. Celkově byl afektivní cíl naplněn.



Graf 23: Vyhodnocení cíle: žáci spolupracují v týmech – 3. ročník. 1) Domlouvali jste se v týmech na postupu figurek? 2) Radili jste si v týmech při zodpovídání otázek? 3) Jak se Vám celkově spolupracovalo ve skupinách?

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 20 žáků.

### 6.3.6. Další výsledky:



Graf 24: Vyhodnocení názoru žáků na hru. 1) Zaujala Vás hra? 2) Je hra vizuálně přitažlivá? Likertova škála s hodnotami 1 (velmi) – 5 (vůbec)

Hodnoty v grafu představují odpovědi všech 109 žáků.

Názor žáků na hru byl analyzován pomocí odpovědí na Likertově škále. Pokud bychom jako v předchozích případech vzali hodnoty 1 a 2 pro naši studii jako úspěšné a hodnoty 4 a 5 jako neúspěšné, můžeme říct, že 89 (82 %) dotazovaných hra zaujala a 95 (87 %) přijde hra vizuálně přitažlivá. U první otázky žádný student nevybral zápornou odpověď. U vizuální stránky pouze dva žáci hodnotili hodnotou 4. Celkově můžeme hodnotit otázky jako úspěšné. Tedy hra žáky zaujala a je vizuálně přitažlivá.



Graf 26: Jak byly pojmy a procesy na kartičkách vysvětleny? Likertova škála: 1 (velmi dobře) – 5 (špatně). Odpovědi žáků, kteří se s tématem imunitního systému před odehráním hry nesetkali.

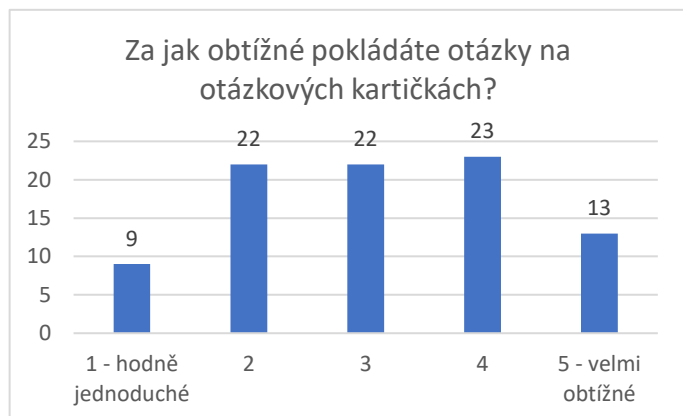
Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Graf 27: Jak byly pojmy a procesy na kartičkách vysvětleny? Likertova škála: 1 (velmi dobře) – 5 (špatně). Odpovědi žáků 3. ročníku (téma již brali).

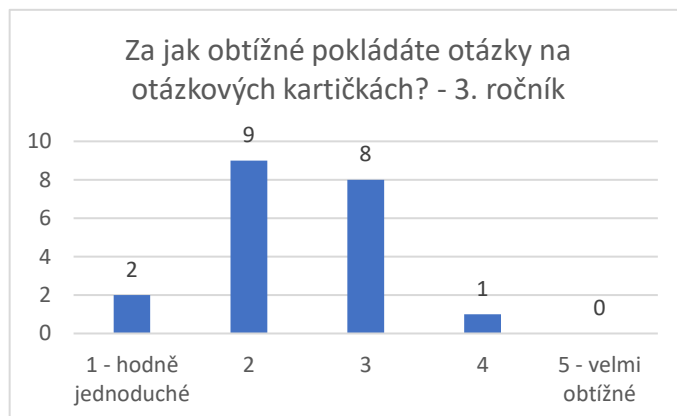
Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 20 žáků.

Pomocí Likertovy škály (velmi dobře – špatně) jsem zjišťovala názor žáků na vysvětlení pojmů a procesů na kartičkách. V grafech 26 a 27 můžeme porovnat odpovědi žáků, kteří se během hry s tématem imunitního systému setkali poprvé (graf 26), a žáků, kteří již v hodinách biologie toto téma probrali (graf 27). Obě skupiny volili pouze hodnoty 1 – 3. Tedy byly spíše spokojeni s vysvětlením. V první skupině 61 % (54 z 89) volilo odpověď velmi dobře. V druhé skupině stejnou odpověď zaškrtno 45 % (9 z 20). Z grafů lze vidět, že žáci hodnotili vysvětlené pojmy a procesy na kartičkách kladně.



Graf 28: Za jak obtížné pokládáte otázky na otázkových kartičkách? Likertova škála: 1 (hodně jednoduché) – 5 (velmi obtížné). Odpovědi žáků, kteří se s tématem imunitního systému před odehráním hry nesetkali.

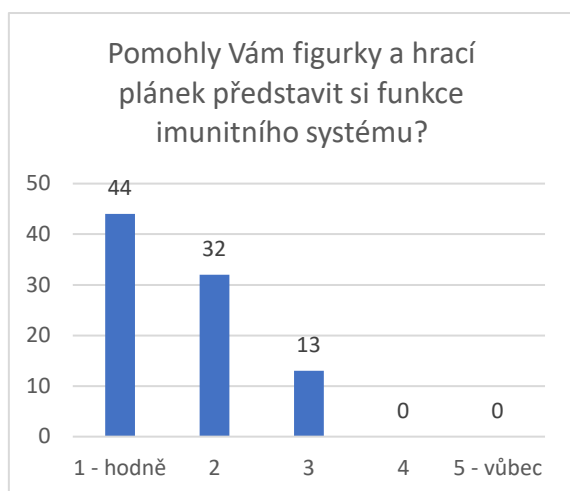
Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Graf 29: Za jak obtížné pokládáte otázky na otázkových kartičkách? Likertova škála: 1 (hodně jednoduché) – 5 (velmi obtížné). Odpovědi žáků 3. ročníku (téma již brali).

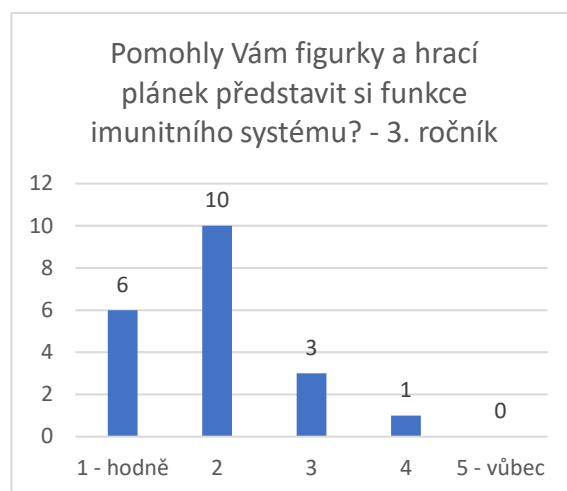
Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 20 žáků.

Hráči odpovídali také na obtížnost otázkových kartiček. Ve skupině druhých a prvních ročníků 75 % (67 z 89) volilo hodnoty okolo neutrální odpovědi. 35 % (31 z 89) vybralo kladnou odpověď – spíše jednoduché. 13 žáků z 89 (15 %) zvolilo odpověď velmi obtížné (hodnota 5) a celkově 40 % (36 z 89) zakroužkovalo negativní odpověď – spíše obtížné. Tyto hodnoty můžeme vidět na grafu 28. Ve skupině třetích ročníků nikdo nezvolil hodnotu 5. 11 žáků z 20 (55 %) zvolilo kladnou odpověď a 40 % (8 z 20) neutrální odpověď, což můžeme pozorovat v grafu 29. Výsledky naznačují, že otázky byly pro žáky, kteří si tématem imunitního systému prošli dříve, jednodušší. Ale z důvodu počtu zapojených žáků třetího ročníku, není tento závěr průkazný.



Graf 30: Pomohly Vám figurky a hrací plánek představit si funkce imunitního systému? Likertova škála: 1 (hodně) – 5 (vůbec). Odpovědi žáků, kteří se s tématem imunitního systému před odehráním hry nesetkali.

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 89 žáků.



Graf 31: Pomohly Vám figurky a hrací plánek představit si funkce imunitního systému? Likertova škála: 1 (hodně) – 5 (vůbec). Odpovědi žáků 3. ročníku (téma již brali).

Hodnoty v grafu představují odpovědi z celku 20 žáků.

V grafech 30 a 31 můžeme vidět porovnání odpovědí našich dvou skupin žáků na otázku, zda jim hra pomohla představit si funkce imunitního systému. V první skupině (graf 30) 49 % (44 z 89) odpovědělo, že jim hra hodně pomohla s představou. Celkem 89 % (76 z 89) zvolilo spíše kladnou odpověď a nikdo nezakroužkoval zápornou odpověď. Ve druhé skupině (graf 31) pouze jeden žák volil negativní odpověď. Nejvíce žáků (50 %) zvolilo odpověď 2 – spíše pomohlo. Celkem 16 žáků z 20 (80 %) uvedlo, že hra jim spíše pomohla představit si funkce imunity. Z výsledků obou skupin můžeme říct, že hra žákům pomohla představit si funkce imunitního systému.

## 7. Diskuze

Vytvořila jsem deskovou didaktickou hru pro třetí stupeň (středoškoláky). Samozřejmě součástí postupu vytváření hry bylo i ověření její funkčnosti v prostředí, pro které byla zamýšlena a naplnění jejich didaktických cílů. Hra byla navržena jako úvodní aktivita daného tématu se základními pojmy.

Více prací se věnuje tématu didaktické hry. V některých případech, jako je tato diplomová práce, jde o tvorbu a ověření jedné hry včetně výchovně vzdělávacích cílů (Kučerová 2023; Strachotová 2022; Voříšek 2021). Jiné práce se zabývají větším množstvím her, případně testování probíhá za účelem vyhodnocení primárně zájmu žáků o hru (Otáhalová 2021; Burešová 2008; Zýma 2023). Nebo je na základě výsledků vytvořen sborník her (Matoušková 2020; Jirušová 2023; Pumprlová 2022; Malachová 2007). Všechny zmíněné práce dospěly k závěrům, že žáci mají hry zapojené do výuky rádi. Tento závěr odpovídá výsledkům dotazníku a pozorování v této diplomové práci.

Testování hry nejprve probíhalo v rodinném prostředí a na vysokoškolském semináři se studenty učitelství a v některých případech i učiteli biologie. Této možnosti ověření funkčnosti hry před použitím v praxi využily i autorky diplomových prací, které se věnují didaktické hře (Kučerová 2023; Strachotová 2022). Toto testování vedlo k úpravám až do finální podoby. Samotné testování již probíhalo ve třídách na vyšším gymnáziu pomocí evaluačního dotazníku. Dotazník byl žákům předložen ihned po odehrání hry. Stejně jako autorka hry „Cesta do nitra buňky“ (Strachotová 2022) jsem předpokládala nulové znalosti žáků, protože se žáci s tématem imunitního systému do té doby ve výuce nesetkali. Abychom zjistili úplný edukační efekt hry, musela by hra být ověřena alespoň dvěma testy: pre-testem a post-testem. To by nám umožnilo porovnat nárůst znalostí žáků. Případně dalším testem, který by žáci vyplnili po delší době od odehrání hry. Tím bychom zjistili úroveň uchování znalostí. Dále bychom mohli porovnat použití hry ve výuce s jinou metodou. V předmětu Výchova k občanství takový postup využil Voříšek (Voříšek 2021), který porovnával hru s frontální výukou.

Testování se zúčastnily čtyři třídy vyššího gymnázia, které téma imunitního systému v hodinách neprobíraly a žáci třídy třetího ročníku gymnázia, kteří si daným tématem již prošli. První část testovala naplnění kognitivních cílů pomocí 12 uzavřených otázek. Otázky s možnostmi odpovědi a přiřazovací otázky využila i Strachotová (Strachotová 2022). Kučerová (Kučerová 2023) navíc zařadila i otevřené otázky, ty by pro posouzení pochopení dané látky žáky mohly být vhodnější. Volba uzavřených otázek nad otevřenými otázkami byla

z důvodu jednoduššího vyhodnocování a množství respondentů. Druhá část ověřovala afektivní cíl a názor účastníků na hru pomocí Likertovy škály se stupnicí 1-5, aby odpovídající měli možnost „neutrální“ odpovědi. Naopak Zýma použil v dotazníku týkající se hry Likertovu škálu se sudým počtem stupňů, aby se žáci museli přiklonit alespoň k jednomu z pólů (Zýma 2023). Přestože v tomto testování žáci měli možnost prostřední odpovědi, ve většině případů vybrali odpověď blíže ke krajním hodnotám.

První cíl: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu, ověřovaly tři otázky s možnostmi odpovědi a jedna otázka na přiřazování pojmů. Pokud by naplnění cíle bylo postaveno pouze na otázkách s možnostmi, cíl by byl naplněn, protože u všech byla úspěšnost vyšší než 70 %. Otázka na přiřazení pojmů ke specifické nebo nespecifické imunitě dělala žákům problém. Nejčastější počet chyb při přiřazování nabýval hodnoty 3. Žáci chybovali převážně v pojmech: protilátky a apoptóza. Důvodem častějšího chybování u těchto dvou pojmů může být to, že na kartičkách, které tyto pojmy popisují není výslovně řečeno, ke které imunitě (specifické/nespecifické) patří. Žáci si v tomto případě museli spojit, ke které buňce imunitního systému tento pojem patří a na základě toho ji přiřadit. Jelikož jsme jako úspěšné řešení brali, pokud žáci zvládli přiřadit alespoň polovinu pojmů (77,5 %), i tato otázka ověřila naplnění cíle. Pokud bychom zvýšili hranici na tři chyby, v tu chvíli by bylo úspěšných 54 žáků (61 %). Při použití hry ve výuce by bylo dobré se zamyslet, jestli je potřeba úpravy odpovídajících kartiček nebo se této otázce věnovat ještě dál v hodinách. Já bych tyto pojmy zařadila do diskuze následující po odehrání hry. Celkově můžeme říct, že došlo k naplnění cíle: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu.

Čtyři otázky s možnostmi odpovědi ověřovali naplnění druhého kognitivního cíle: žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému. Tři otázky dosáhly správných výsledků ve více jak 60 %. V tomto případě otázka s nejhorším výsledkem byla otázka č. 9, ve které žáci měli vybrat chybné tvrzení (protilátky zabíjí viry a parazity). Pouze v jedné třídě více než 50 % volilo správnou odpověď. Analýza výsledků jednotlivých tříd ukázala relativně vyrovnanou četnost obou špatných odpovědí. Jednou možností je, že opravdu žáci nepochopili pojem v otázce č. 9. Druhá možnost je, že si špatně přečetli otázku nebo zapomněli, jak je položená a vybírali pravdivá tvrzení, která byla chybná pro tuto otázku. Zpětně by bylo vhodné doplnit dotazník rozhovorem, kde by žák mohl vysvětlit důvod své odpovědi. Samozřejmě rozhovory by byly spíše možné s menším počtem respondentů. Pokud bychom počítali s druhou možností, tedy žáci rozumí pojmu, pouze špatně přečetli otázku, došlo by k naplnění cíle. Pokud bychom počítali s výsledky tak jak jsou, úspěšně řešené by byly tři ze čtyř otázek. V tomto případě



nedošlo k dosažení cíle, které mohlo být způsobeno špatnou formulací otázky. Abychom zjistili, zda hra reálně dosahuje tohoto cíle, muselo by být uskutečněno další testování s opravou otázky. Pro vyřešení problému by byla vhodná úprava kartiček s pojmem protilátka. Kam by bylo potřeba přidat tvrzení o tom, že protilátky nemají schopnost zabít viry a parazity. Nebo funkci samotných protilátek přiblížit žákům v navazující výuce.

Naplnění posledního kognitivní cíle: žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování, bylo zkoumáno pomocí tří otázek s možnostmi odpovědi a jednou otázkou s výběrem vět z úryvku. Tato úloha byla zařazena do dotazníku proto, aby šlo vidět, jak žáci dokáží přemýšlet nad textem s tématem lidské imunity. Využita k tomu byla jedna z častých dezinformací spojená s onemocněním COVID-19. Ve více jak 80 % žáci vybrali alespoň jednu větu s adekvátním argumentem. Pro zjištění, zda žáci dokáží argumentovat na základě vědomostí nebo logického myšlení, byla by vhodnější aktivita například formou diskuze mezi dvěma žáky (případně učitelem). Pouze 12 žáků nevybralo větu, která by zdůvodnila vyvrácení dané dezinformace. Ostatní tři otázky měly úspěšnost přes 70 %. Tedy došlo k ověření naplnění tohoto cíle. Polemizovat by se mohlo o vhodnosti formulace dvou otázek kvůli jejich podobnosti (otázky 5 a 6). Pokud žák odpověděl chybně na jednu otázku, tak ve většině případů měl špatně i druhou.

Autorka si původně myslela, že ve výsledcích mezi třetím ročníkem a žáky druhého a prvního ročníku bude velký rozdíl, protože pro žáky třetího ročníku hra byla opakováním již probraného tématu. Z rozhovoru s jejich vyučující biologie zaznělo jasně, že všechny pojmy obsažené ve hře probrali v rámci hodin. Největší rozdíl ve výsledcích byl u otázky č. 3. Při přiřazování pojmů ke specifické a nespecifické imunitě pravděpodobně hrály roli hodiny biologie věnované tomuto tématu. Obecně však nedošlo k naplnění tohoto autorčina mínění, protože procenta správných odpovědí byla podobná u obou skupin dotazovaných. Ale kvůli malému počtu respondentů v druhé skupině, toto hodnocení není průkazné.

Je dobré vzít v úvahu, že evaluační dotazník byl vyplňován okamžitě po odehrání hry. Což mohlo výsledky ovlivnit jak pozitivně, tak negativně. Jelikož otázky byly položeny ihned, žáci měli v živé paměti veškeré informace. Zároveň ale nedošlo k žádnému dovysvětlení, diskuzi nebo upevnění učiva. Jak již bylo zmíněno, pokud bychom chtěli zjistit úplný edukační efekt, bylo by zapotřebí dalších testů – před odehráním hry, po delší době po odehrání hry.

Hra byla koncipovaná tak, aby naplnila kromě tří kognitivních cílů ještě jeden afektivní: žáci spolupracují v týmech. Tento cíl byl ověřen pomocí tří otázek a Likertovy škály. U všech

otázek byla nejčastější odpověď odpovídající hodnotě 1 a hned za ní odpověď s hodnotou 2. Což pro nás znamená kladnou odpověď a splnění cíle. Nejvíce záporných odpovědí bylo u otázky, která se ptala na domlouvání postupu figurek. Je možné, že tato možnost spolupráce žáky vůbec nenapadla anebo se nedostali do situací, kdy by bylo potřeba se na pohybu figurek domlouvat. Určitě by bylo vhodné, aby se s otázkou spolupráce pokračovalo dále. Tedy po odehrání hry navázat třeba v diskuzi na toto téma. A probrat se žáky například proč se jim dobře nebo špatně spolupracovalo, co by se dalo změnit a zlepšit.

Kromě otázek ověřujících didaktické cíle, odpovídali respondenti na otázky týkající se samotné hry. Na otázku, jestli žáky hra zaujala nejčastější odpověď měla hodnotu 2 a jen o pár zakroužkování méně hodnota 1. Zda je hra vizuálně přitažlivá měla nejčastější odpověď s hodnotou 1. Ve 26 případech (29 %) byla odpověď u obou otázek „velmi“ (hodnota 1). To by mohlo nasvědčovat spojitosti mezi vizuální přitažlivostí a zaujetím. Horší hodnocení u obou otázek současně zvolilo 21 dotazovaných. Což bychom mohli interpretovat tak, že pokud žáky hra nezaujala vizuálně, tak ani celkově. Ale u celkem 42 respondentů byly odpovědi spíše náhodně. Nelze tedy potvrdit, že by vizuální stránka ovlivnila celkové zaujetí hry. Jedním z důvodů, proč tomuto tak je, může být například soutěžní prvek. Který dokáže žáky pohlit do hry, tak že u první otázky hodnotí kladně, ale zároveň vizuální stránku mohou hodnotit hůře.

Vysvětlení pojmů bylo podle obou skupin spíše dobré. Pokud by se řešila spojitost mezi názorem na vysvětlení pojmů a správnými odpověďmi, musela by otázka být rozdělená na jednotlivé pojmy. Aby byl porovnán vždy názor na vysvětlení konkrétního pojmu a správnost odpovědi na otázky týkající se daného pojmu. Názor na obtížnost otázek se lišila u testovaných skupin. Zatímco skupina druhých a prvního ročníku odpovídala tak, že odpovědi byly téměř rovnoměrně rozloženy mezi všechny hodnoty. Skupina třetího ročníku volila nejčastěji odpovědi spíše jednoduché či středně těžké. Proč se druhé skupině jevily otázky jako jednodušší oproti první skupině, je pravděpodobně spojeno s tím, že dané téma si touto formou opakovali. Další otázka byla zaměřena na to, jestli plánek a figurky pomohly žákům s představou funkcí imunitního systému. Žáci, kteří se s tématem setkali během hry poprvé, hodnotili hru z tohoto hlediska vysoce, s nejčastější hodnotou 1. Nejčastější odpovědi u žáků třetího ročníku byla hodnota 2. V této skupině nemusela otázka dosahovat nejvyšší hodnoty, protože žáci již si daným tématem prošli.

Na závěr dotazníku byla přidána otevřená otázka, která dávala možnost respondentům napsat, co by potřebovali na hře změnit, aby je více bavila a aby si z ní odnesli více informací. Ze všech respondentů (celkem 109) pouze 20 nevyplnilo tuto otázku. Jednotlivé odpovědi byly

velmi různorodé, ale některé si byly podobné nebo se týkaly stejného tématu. Jednou z častějších reakcí byla potřeba pořádně projít pravidla. S tím, že první kola hry žákům dělala problém, než se naučili systém postupu figurek. Proto je důležitý vyučující nebo jiná osoba, která ovládá pravidla a může hráče provést přes prvotní problémy, než žáci pochopí princip hry. 11 % respondentů uvedlo, že by zkrátily texty na kartičkách. V takovém případě by muselo buď dojít k osekání informací, které mají být během hry žákům předány. Nebo rozdělení textů na více kartiček. Aby si hráči prošli během hry dvojnásobný počet kartiček, byla by potřeba větší časová dotace na její provedení. V osmnácti případech byly zmíněné otázkové kartičky. V tomto případě se žáci v odpovědích neshodli. Část si myslela, že otázky byly příliš složité a část, že byly příliš jednoduché. Možností by byla tvorba dvou úrovní kartiček. V jednom případě žák navrhl zvýšení počtu políček s „?““. Pokud by došlo k navýšení počtu otázkových políček, muselo by se tak stát i s informačními políčky. Jinak by se ve většině případů mohlo stát, že žáci dostanou otázku k pojmu, který ještě neznají. Další návrh byl odměňování správné odpovědi, což bylo použito i v jiných deskových hrách (Luchi, Cardozo, a Marcondes 2019; Valente et al. 2009). Pokud jde pouze o trest (ztrátu tahu při chybné odpovědi), žáci mohou mít tendenci se políčkům s otázkou vyhýbat. 12 % hráčů se nelíbilo rychlé množení rakovinných buněk. Takto rychlé množení bylo vymyšleno úmyslně, aby žákům ukázalo, jak rychlý průběh toto onemocnění může mít. Ve velké spoustě případů dojde ke konci hry v momentě, kdy se zapojí rakovinné buňky. Mezi odpověďmi byl i návrh pro situační kartičku s léčbou rakoviny (například chemoterapie), která by mohla imunitním buňkám v boji proti ní. V pěti dotaznících byla uvedena žádost na delší dobu hry, aby došlo k zapamatování informací. Což by v reálné výuce měla nahradit diskuze či nějaká forma upevňování získaných vědomostí. Ve 20 % žáci jako odpověď psali pouze pochvaly na hru a touhu zařazovat hru častěji do výuky.

Testování ve školním prostředí i mimo něj ověřilo funkčnost hry i naplnění většiny předem stanovených výchovně-vzdělávacích cílů. Z pozorování při testování hry bylo vidět, že žáci jsou během ní uvolnění. Zároveň všichni se tímto způsobem zapojili do výuky. Nedohledala jsem žádnou českou práci, která by se věnovala didaktické hře na téma imunitního systému, proto bylo možné porovnání pouze s jinými tématy (předměty). Překážkou, pro začlenění této hry do výuky, může být časová dotace. Přestože je možné hru zkrátit pouze na jednu vyučovací hodinu, je potřeba chybějící pojmy později doplnit. Výhodou jejího použití může být atraktivnější úvod do tématu. Další výhodou je materiální dostupnost. K přípravě hry postačí pouze tiskárna a papíry. To neznamená, že hra by nešla dále vylepšovat nebo, že by v této podobě vyhovovala všem vyučujícím a žákům. Mezi možné úpravy by mohlo patřit: zvýšení

počtu otázkových a informačních políček, odměna za správnou odpověď nebo třeba situační kartička pro léčbu rakoviny. Důležité je určitě zmínit, že hra nemůže být použita samostatně a je potřeba, aby učitel s tímto tématem a žáky dále v hodinách pracoval.

## 8. Závěr

V rámci praktické části diplomové práce jsem vytvořila didaktickou hru *Imunitní systém hrou*. Cíle práce uvedené v úvodu, tedy vytvoření hry na téma imunitního systému pro střední školy a její ověření v praxi, bylo splněno.

Hra je postavena na seznámení se základními pojmy a funkcemi lidské imunity a jejich představení formou herního plánu a figurek. Hra stojí na kompetitivním prvku, kdy tým imunity a tým patogenu hrají proti sobě. Buňky imunitního systému kolují lidským tělem a snaží se odstranit vše škodlivé. Patogeny se snaží proniknout do organismu a uniknout dozoru imunitních buněk a namnožit se tak, aby došlo k selhání lidského těla. Během tohoto souboje žáci získávají nové informace a zároveň zažijí neočekávané situace, které může organismus a jeho imunitní systém potkat.

Testování ve třídách sledovalo naplnění výchovně – vzdělávacích cílů. Došlo určitě k naplnění dvou kognitivních cílů: žák rozliší specifickou a nespecifickou imunitu a žák vysvětlí funkci paměťových buněk a očkování. Podle kritérií, které jsem si stanovila (minimální úspěšnost 60 % u všech otázek), didaktický cíl: žák porovná funkci jednotlivých buněk imunitního systému naplněn nebyl. Afektivní cíl: žák spolupracuje se spoluhráči ve skupince, byl splněn. Přestože nemůžeme říct, zda došlo k naplnění všech vzdělávacích cílů, výsledky evaluačního dotazníku určitě naznačují edukační účinek. I s tímto závěrem není správné opomenout důležitost práce s tímto tématem v další fázi výuky. Což je na zodpovědnosti každého učitele.

Práce obsahuje postup tvorby hry a všechny materiály potřebné k jejímu odehrání. Zároveň díky odpovědím v dotazníku obsahuje návrhy pro možné zlepšení hry ať už ze vzdělávacího hlediska nebo zvýšení atraktivity. Hra má primárně sloužit pro druhé ročníky třetího stupně jako úvod a prvotní seznámení se základními pojmy. Ovšem lze ji zařadit i do jiných částí výuky i ročníků.

Téma imunitního systému může být složité na představení a na pochopení. Domnívám se, že vytvořená hra by mohla být možným materiálem do výuky. Zajímavý by mohl být navazující výzkum, zda taková hra použitá v úvodu, může zvýšit motivaci žáků. Ráda bych hru sama využila ve výuce v úvodní části tohoto tématu. Před tím bych přidala odměnu za správnou odpověď (například posun o dvojnásobný počet při dalším hodu) a kartičku s léčbou rakoviny. Hru bych ráda nabídla kolegům ve škole. Vyučující, v jejichž třídách jsem hru testovala, již vyjádřili zájem o využití hry v dalších třídách.

## 9. Literatura

- Al-Azawi, Rula, Fatma Al-Faliti, a Mazin Al-Blushi. 2016. „Educational Gamification Vs. Game Based Learning: Comparative Study". *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 131–36. <https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659>.
- Ares, Ana María, Jorge Bernal, María Jesús Nozal, Francisco Javier Sánchez, a José Bernal. 2018. „Results of the Use of Kahoot! Gamification Tool in a Course of Chemistry". In *Proceedings of the 4th International Conference on Higher Education Advances (HEAD'18)*. Universitat Politècnica València. <https://doi.org/10.4995/HEAD18.2018.8179>.
- Bawa, Papia, Sunnie Lee Watson, a William Watson. 2018. „Motivation Is a Game: Massively Multiplayer Online Games as Agents of Motivation in Higher Education". *Computers & Education* 123 (srpen):174–94. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.004>.
- Benešová, Marika. 2013. *Odmaturuj! z biologie*. Druhé, Přepřacované vydání. Odmaturuj! Brno: Didaktis.
- Bouroumane, Farida, Abderrahim Saaidi, a Mustapha Abarkan. 2020. „Design of a serious game to strengthen the immune system against Covid-19". In *2020 8th International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications (WINCOM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/WINCOM50532.2020.9272448>.
- Braghirolli, Lynceo Falavigna, José Luis Duarte Ribeiro, Andreas Dittmar Weise, a Morgana Pizzolato. 2016. „Benefits of Educational Games as an Introductory Activity in Industrial Engineering Education". *Computers in Human Behavior* 58 (květen):315–24. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.063>.
- Budiati, Budiati. 2017. „ICT (INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY) USE: KAHOOT PROGRAM FOR ENGLISH STUDENTS' LEARNING BOOSTER". *Proceedings Education and Language International Conference* 1 (1). <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ELIC/article/view/1225>.
- Burešová, Veronika. 2008. „Didaktická hra aneb Zábavné učení ve výuce přírodopisu na ZŠ", září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/94325>.
- Carvalho, Clara Fernanda Gonçalves de, Rafaela Feitosa Coutinho, Isabela Dantas de Araujo Lima, Casandra G. R. M. Ponce de Leon, Laiane Medeiros Ribeiro, Géssica Borges Vieira, Laise Escalante Del Alamo Guarda, Rayanne Augusta Parente Paula, a Sammya Rodrigues dos Santos. 2018. „Evaluation of Board Game about

- Immunopreventable Diseases for Higher Education in Health Course". *Creative Education* 9 (5): 646–57. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.95047>.
- Cavalho, Julio Cesar Queiroz de, Leila Maria Beltramini, a Nelma Regina Segnini Bossolan. 2019. „Using a board game to teach protein synthesis to high school students". *Journal of Biological Education* 53 (2): 205–16. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1469532>.
- Eckert, Gabriela Unchalo, Ana Cecília Michel da Rosa, Renné Gusmão Busnello, Raquel Melchior, Paulo Ricardo Masiero, a Maria Lúcia Scroferneker. 2004. „Learning from panel boards: T-lymphocyte and B-lymphocyte self-tolerance game". *Medical Teacher* 26 (6): 521–24. <https://doi.org/10.1080/01421590412331285414>.
- Ezezika, Obidimma, Maria Fusaro, James Rebello, a Asal Aslemand. 2021. „The pedagogical impact of board games in public health biology education: the Bioracer Board Game". *Journal of Biological Education* 0 (0): 1–12. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909638>.
- Gutierrez, Arnel F. 2014. „Development and Effectiveness of an Educational Card Game as Supplementary Material in Understanding Selected Topics in Biology". *CBE—Life Sciences Education* 13 (1): 76–82. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-05-0093>.
- Huizenga, J., W. Admiraal, S. Akkerman, a G. ten Dam. 2009. „Mobile Game-Based Learning in Secondary Education: Engagement, Motivation and Learning in a Mobile City Game". *Journal of Computer Assisted Learning* 25 (4): 332–44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00316.x>.
- Chapman, Jared R., a Peter J. Rich. 2018. „Does educational gamification improve students' motivation? If so, which game elements work best?" *Journal of Education for Business* 93 (7): 315–22. <https://doi.org/10.1080/08832323.2018.1490687>.
- Charlier, Nathalie, a Bieke De Fraine. 2013. „Game-Based Learning as a Vehicle to Teach First Aid Content: A Randomized Experiment". *Journal of School Health* 83 (7): 493–99. <https://doi.org/10.1111/josh.12057>.
- Jirušová, Michaela. 2023. „Didaktická hra zaměřená na rozvoj individuální potřeby žáka", září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/183865>.
- Karbownik, Michał S., Anna Wiktorowska-Owczarek, Edward Kowalczyk, Paulina Kwarta, Łukasz Mokros, a Tadeusz Pietras. 2016. „Board game versus lecture-based seminar in the teaching of pharmacology of antimicrobial drugs—a randomized controlled trial". *FEMS Microbiology Letters* 363 (7): fnw045. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw045>.

- Kebritchi, Mansureh. 2010. „Factors Affecting Teachers' Adoption of Educational Computer Games: A Case Study". *British Journal of Educational Technology* 41 (2): 256–70. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00921.x>.
- Kim, Se Hee, Doug Hyun Han, Young Sik Lee, Bung-Nyun Kim, Jae Hoon Cheong, a Sang Ho Han. 2014. „Baduk (the Game of Go) Improved Cognitive Function and Brain Activity in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder". *Psychiatry Investigation* 11 (2): 143–51. <https://doi.org/10.4306/pi.2014.11.2.143>.
- Kučerová, Eliška. 2023. „Didaktická hra ‚Odchyt ptáků‘", září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/184574>.
- Luchi, Kelly Cristina Gavião, Lais Tono Cardozo, a Fernanda Klein Marcondes. 2019. „Increased learning by using board game on muscular system physiology compared with guided study". *Advances in Physiology Education* 43 (2): 149–54. <https://doi.org/10.1152/advan.00165.2018>.
- Malachová, Marie. 2007. „Didaktická hra a její motivační roce v primární přírodovědě". Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. <https://is.muni.cz/th/gmcts/>.
- Maňák, Josef, a Vlastimil Švec. 2003. *Výukové metody*. Edice pedagogické literatury. Brno: Paido.
- Matoušková, Barbora. 2020. „Didaktické hry ve výuce geografie", září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/121461>.
- Mazal, Ferdinand. 2007. *Hry a hraní pohledem ŠVP*. Vydání : první. Kdo si hraje, nezlobí. Olomouc: HANEX.
- Nieh, Hsi-Ping, a Wen-Chi Wu. 2018. „Effects of a Collaborative Board Game on Bullying Intervention: A Group-Randomized Controlled Trial". *Journal of School Health* 88 (10): 725–33. <https://doi.org/10.1111/josh.12675>.
- Noda, Shota, Kentaro Shirotaki, a Mutsuhiro Nakao. 2019. „The effectiveness of intervention with board games: a systematic review". *BioPsychoSocial Medicine* 13 (1): 22. <https://doi.org/10.1186/s13030-019-0164-1>.
- Novotný, Ivan. 2010. *Biologie člověka: [pro gymnázia]*. 4., Rozš. a upr. Vyd. Praha: Fortuna.
- Otáhalová, Klára. 2021. „Didaktické hry ve fyzikálním vzdělávání", září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/150267>.
- Parekh, Priyanka, Elisabeth Gee, Kelly Tran, Earl Aguilera, Luis E. Pérez Cortés, Taylor Kessner, a Sinem Siyahhan. 2021. „Board game design: an educational tool for understanding environmental issues". *International Journal of Science Education* 43 (13): 2148–68. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1956701>.



- Průcha, Jan, Jiří Mareš, a Eliška Walterová. 2003. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál.
- Pumprlová, Veronika. 2022. „Didaktické hry ve výuce výchovy ke zdraví“, květen. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/172607>.
- „RVP – Rámcové vzdělávací programy - edu.cz“. b.r. Viděno 4. srpen 2024. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/>.
- „RVP\_5341M03\_Prakticka\_sestra.pdf“. b.r. Viděno 7. srpen 2024. [https://archiv-nuv.npi.cz/RVP\\_7\\_vlna/RVP\\_5341M03\\_Prakticka\\_sestra.pdf](https://archiv-nuv.npi.cz/RVP_7_vlna/RVP_5341M03_Prakticka_sestra.pdf).
- Strachotová, Tereza. 2022. „Tvorba autorské didaktické hry ‚Cesta do nitra buňky‘“, září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/176975>.
- Su, TzuFen, Meng-Tzu Cheng, a Shu-Hua Lin. 2014. „Investigating the Effectiveness of an Educational Card Game for Learning How Human Immunology Is Regulated“. *CBE—Life Sciences Education* 13 (3): 504–15. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-10-0197>.
- Teixeira, Jonas da Silva, Alan César Belo Angeluci, Paulo Prates Junior, a José Guilherme Prado Martin. 2022. „‘Let’s play?’ A systematic review of board games in biology“. *Journal of Biological Education* 0 (0): 1–20. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2041461>.
- Valente, Patrícia, Priscila S. Lora, Melissa F. Landell, Carolina S. Schiefelbein, Fábio M. Girardi, Leonardo Dos R. Souza, Angela Zanonato, a Maria Lúcia Scroferneker. 2009. „A game for teaching antimicrobial mechanisms of action“. *Medical Teacher* 31 (9): e383–92. <https://doi.org/10.1080/01421590802637958>.
- Voříšek, Jan. 2021. „Výuka výchovy k občanství prostřednictvím autorské didaktické hry“. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. <https://is.muni.cz/th/jdcsz/?studium=681417>.
- Wang, Alf Inge, a Rabail Tahir. 2020. „The Effect of Using Kahoot! For Learning – A Literature Review“. *Computers & Education* 149 (květen):103818. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>.
- Wanyama, Jane N., Barbara Castelnovo, Gavin Robertson, Kevin Newell, Joseph B. Sempa, Andrew Kambugu, Yuka C. Manabe, a Robert Colebunders. 2012. „A Randomized Controlled Trial to Evaluate the Effectiveness of a Board Game on Patients’ Knowledge Uptake of HIV and Sexually Transmitted Diseases at the Infectious Diseases Institute, Kampala, Uganda“. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes* 59 (3): 253–58. <https://doi.org/10.1097/QAI.0b013e31824373d5>.

Work, Kirsten A., Melissa A. Gibbs, a Erich J. Friedman. 2015. „The Immune System Game". *The American Biology Teacher* 77 (5): 382–90.

<https://doi.org/10.1525/abt.2015.77.5.11>.

Zicháček, Vladimír. 1998. *Biologie pro gymnázia*. 2., dopl.Rozš. vyd. Olomouc:

Nakladatelství Olomouc.

Zýma, Marek. 2023. „Použitelnost didaktické hry pro výuku kartografie na základních školách", září. <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/185397>.

## 10. Přílohy

Příloha 1: Herní plánek A3, 2xA4

Příloha 2: Karty – přední strana (pro oboustranný tisk)

Příloha 3: Karty – zadní strana (pro oboustranný tisk)

Příloha 4: Figurky

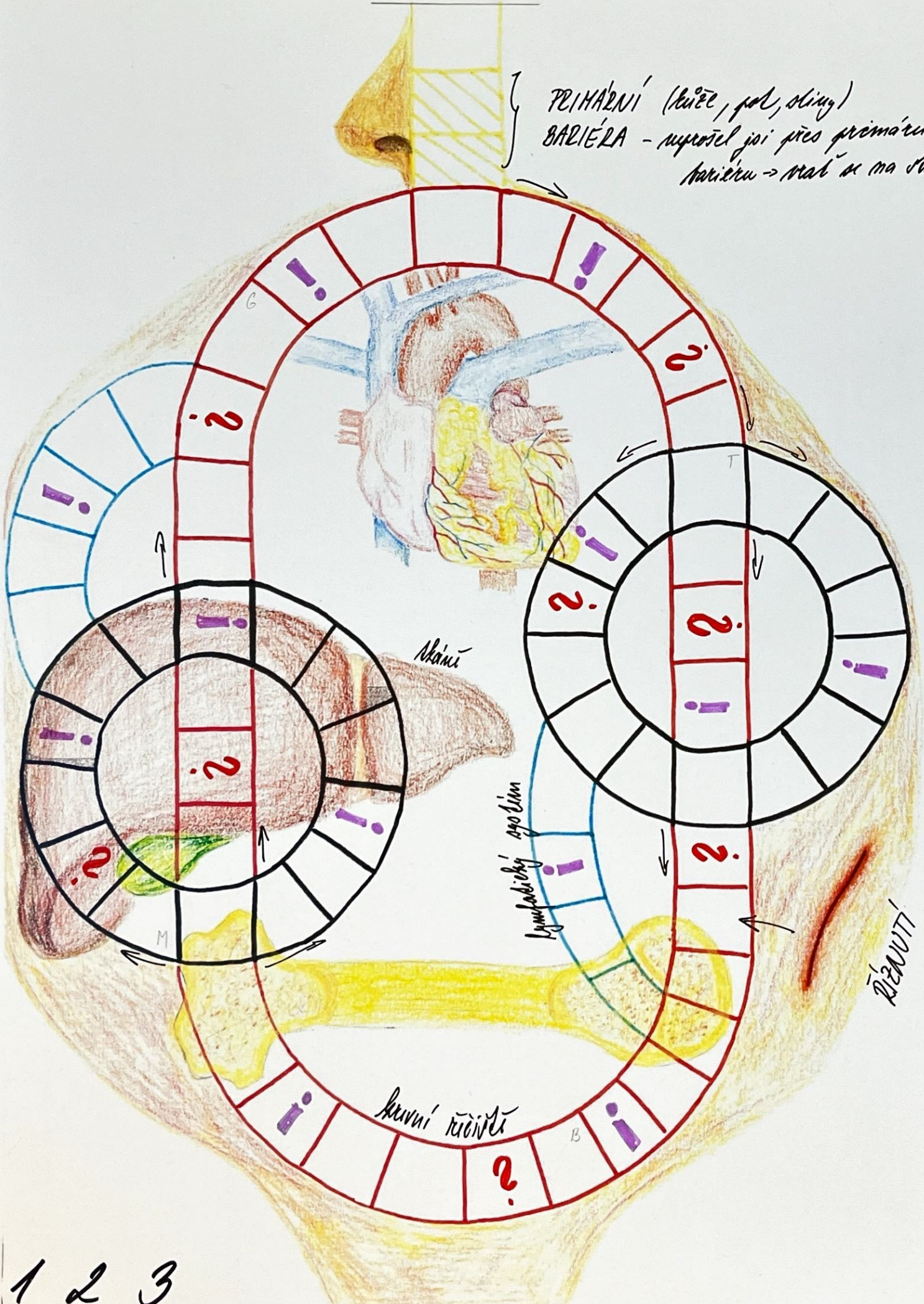
Příloha 5: Pravidla hry

Příloha 6: Evaluační dotazník

Příloha 7: Řešení evaluačního dotazníku

## Příloha 1: Herní plánek

# START

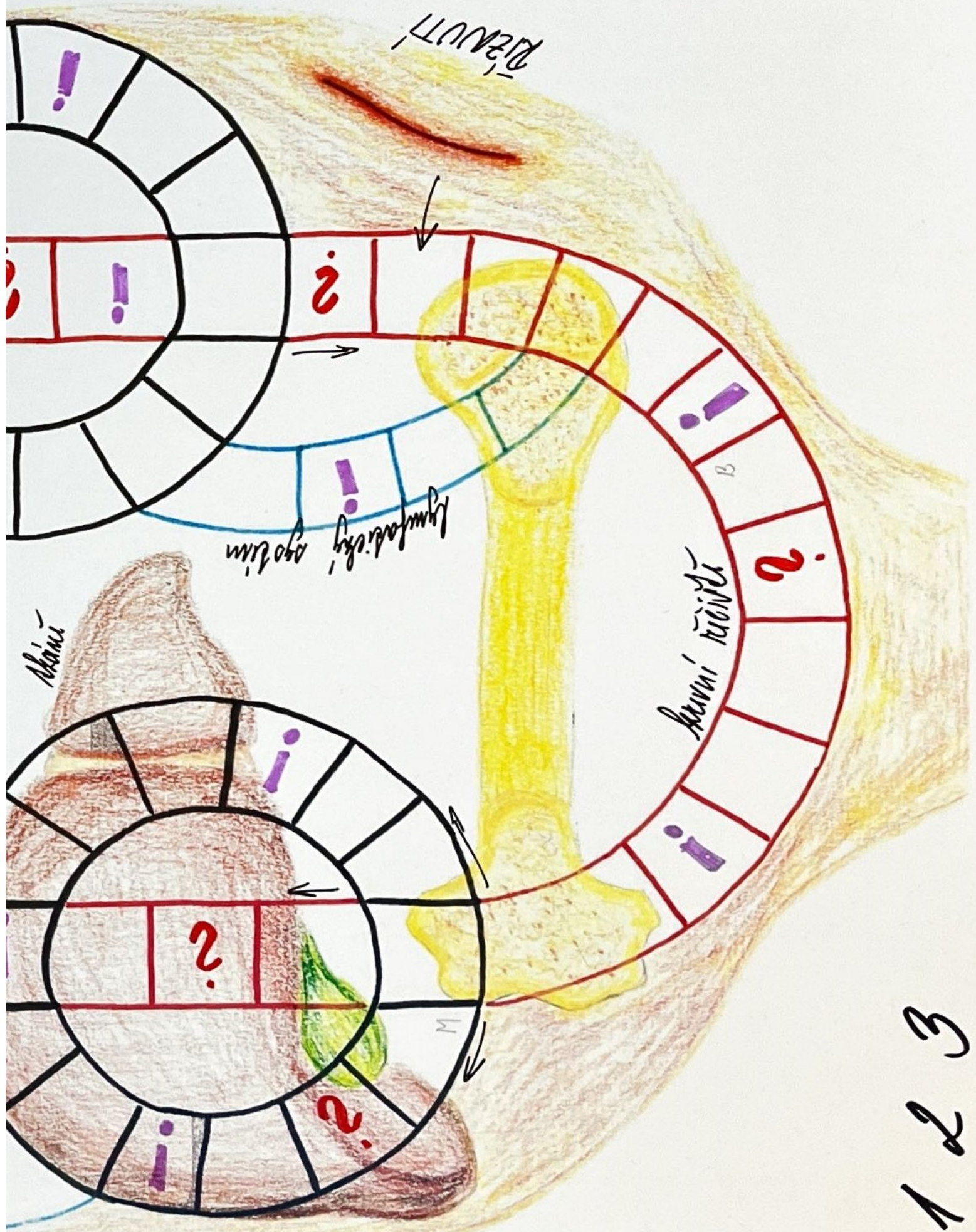


1 2 3

**START**

PEKARNA (kuch, pol, stiny)  
BARIERA - upratel joi paco pcomouci  
kuchu -> mad a ma start





1 2 3

## Příloha 2: Kartičky – přední strana (pro oboustranný tisk)

### NÁDOROVÉ ONEMOCNĚNÍ

Nádorové onemocnění neboli rakovina je onemocnění, při kterém dochází k **nekontrolovatelnému množení** některého typu buněk. Za normálních okolností je imunitní systém schopen odstraňovat takovéto buňky. Ale může se stát, že uniknou dozoru imunitního systému. Soubor takto dělících se buněk se nazývá **nádor**. Může vzniknout ve kterékoliv části těla. Časté jsou nádory dýchací a trávicí soustavy nebo prostaty či prsu. Terapií tohoto onemocnění je několik typů. Mezi ně patří chirurgický zákrok (odstranění nádoru), chemoterapie, hormonální terapie a další.

*Na začátku každého kola rozmnož každou nádorovou buňku na dvě (ke každé již existující přidej ještě jednu).*

### ŘÍZNUTÍ/ODŘENÍ

Při pořezání nebo odřeni dojde k **narušení kůže (primární bariéry)**, která zabraňuje vstupu patogenů do těla. Při jejím narušení patogeny mohou volněji vstupovat do těla. Proto je důležité všechny rány dezinfikovat.

*Přidej dva patogeny rovnou na okruh v místě narušení primární bariéry.*

### OČKOVÁNÍ

Díky očkování dochází k **rychlejšímu rozpoznání patogenu** a tím pádem i k rychlejší reakci specifické imunitní odpovědi. Při očkování se do těla vpravují **usmrčené nebo oslabené mikroorganismy či izolované složky mikroorganismů nebo toxiny**, na které si tělo vytvoří protilátky, tomu se říká **aktivní imunizace** (jako při prodělání nemoci). Kromě aktivní imunizace = vakcinace (neboli očkování) máme pasivní imunizaci, při které jsou do těla vpraveny pouze protilátky.

*Členové imunitního systému se po hodě kostkou mohou rozhodnout, zda postoupí o daný počet polí jako je na kostce nebo o jeho dvojnásobek.*

### NACHLAZENÍ

Nachlazení je známé také jako rýma. Je způsobena virem. Mezi **symptomy** nachlazení patří: rýma, kašel, bolest v krku, horečka, které jsou **reakcí imunitního systému** na vir. Prevencí proti nachlazení může být například pravidelné mytí rukou.

*Přidej nový patogen (vir) na okruh těla (už přešel primární bariéru) na první políčko za primární bariérou.*



## ALERGIE

Alergie je **přehnaná reakce** imunitního systému, při které dojde k zánětlivé odpovědi. Je to reakce na různé látky. Můžou to být látky, se kterými se běžně setkáváme v životě (např. pyl, lepek, některé léky, prach atd.). Mezi projevy alergie patří například alergická rýma, zarudnutí, svědění, otoky či vyrážka.

*Přidej na okruh figurky imunitního systému.*

### GRANULOCYT

Je buňka imunitního systému. Podle typu se mohou nacházet v tkáních nebo v krevním řečišti. Jeho funkcí je **fagocytóza** (pohlčení) a degranulace (vylití cytoplasmatických váčků = granulí, obsahující antibakteriální proteiny a enzymy, do extracelulární matrix).

Rozlišujeme granulocyty podle barvitelnosti (histologickými) barvivy na: neutrofilní (převážně v krevním řečišti a kostní dřeni, zejména obrana proti bakteriím), eosinofilní (převážně ve tkáních, zejména imunitní odpověď proti parazitům), bazofilní (podílejí se na vzniku alergické reakce).

### PROTILÁTKA (IMUNUGLOBULIN)

Skládá se z několika proteinových řetězců a je tvořena B-lymfocyty. Protilátka **může zabránit navázání** viru na receptory buňky, ten pak do ní nemůže proniknout. Protilátky dále napomáhají k lepší fagocytóze mikroorganismů. Protilátky mohou aktivovat jiné buňky imunitního systému či lýzu (= rozpad) cílové buňky. (Máme 5 tříd imunoglobulinů, které značíme: IgM, IgD, IgG, IgE, IgA, a které se liší stavbou řetězců a funkcí.)

### MAKROFÁG

Je buňka imunitního systému. Vzniká přeměnou monocytu - imunitní buňky vznikající v kostní dřeni. Makrofágy se nachází v tkáních. Řadí se k **nespecifické imunitní odpovědi**. Jejich funkcí je **fagocytóza** (pohlčení) cizorodých látek a vlastních poškozených nebo mrtvých buněk.

### T-LYMFOCYT

Je buňka imunitního systému, vzniká v kostní dřeni a dozrává v **brzlíku** (thymus). Její funkcí je **rozeznat** buňky napadené (virem/parazitem) nebo poškozené buňky vlastního těla a **zabít** je (způsobí, že buňky samy spustí programovanou buněčnou smrt). Zároveň **zabraňuje** parazitu/viru v **pomnožení** se v buňce.

### B-LYMFOCYT

Je buňka imunitního systému, která vzniká i dozrává v **kostní dřeni**. Tato buňka při kontaktu a rozeznání „špatného“ antigenu (ať už rozpustného nebo navázaného na buňkách) produkuje **protilátky**. Protilátky mohou začít vznikat až třetí den po setkání s antigenem.

### NEKROTICKÁ BUŇKA (= odumřelá)

Při nekróze dochází k **patologickému odumření tkáně**. Nekróza může být způsobena fyzikálními vlivy (popáleniny, omrzliny), chemikáliemi, imunitní poruchou nebo může být způsobena patogenem. Tyto buňky je potřeba odstranit imunitním systémem. (Opakem je apoptóza, která je tělem řízená.)

### NEČISTOTA

V tomto případě chápeme nečistotu jako pozůstatky jak vlastních mrtvých buněk, tak patogenů nebo toxiny.

## LEUKÉMIE

Leukémie je typ **nádorového onemocnění**, při kterém dochází k **poruše krvetvorby**. Nemocný má nedostatek erytrocytů, trombocytů (způsobuje krvácivost), granulocytů a lymfocytů. Tento nedostatek je způsoben poruchou diferenciace (= specializace) buněk. Nedostatek imunitních buněk pak způsobuje náchylnost k infekcím. Je to nejčastější nádorové onemocnění dětského věku. Mezi způsoby léčby patří například i transplantace **kostní dřeně** (krvetočná tkáň).

## ZÁNĚT

Zánět je **obranou reakcí** na poškození tkáně. Cílem zánětu je **ohraničit** poškozenou oblast, **zabránit šíření** patogenu/antigenu, stimulovat imunitní odpověď, navodit homeostázu a reparaci poškozené tkáně.

Mezi projevy zánětu patří: **červenání** (způsobené větším množstvím protékající krve v zánětlivém ložisku), **zteplání** (dáno zvýšeným průtokem krve), **bolest** (způsobená změnami v tkáni), **otok** (dáno zvýšeným průtokem krve a výstupem tekutiny a krevních buněk do tkání) a **porucha funkce** (poškozením tkáně).

## ALERGIE

Alergie je **přehnaná reakce** imunitního systému, kdy dojde k zánětlivé odpovědi. Imunitní systém reaguje na různé látky. Můžou to být látky, se kterými se běžně setkáváme v životě (např. pyl, lepek, některé léky, prach). Mezi projevy alergie patří například alergická rýma, zarudnutí, svědění, otoky či vyrážka.

## ŘÍZNUTÍ

Při pořezání nebo odření dojde k **narušení kůže** = primární bariéry, která zabraňuje vstupu patogenů do těla. Proto při jejím narušení patogeny mohou volněji vstupovat do těla. Důležité je všechny rány dezinfikovat.

## FAGOCYTÓZA

= **pohlčení** (funkce některých specializovaných buněk)

Některé buňky mají schopnost fagocytovat cizorodou částici nebo třeba poškozenou vlastní buňku. Tuto schopnost mají buňky **nеспецифické imunitní odpovědi** (makrofágy). Plasmatická membrána vytvoří „výběžky“, které obalí fagocytovanou částici a uzavřou ji do váčku (= fagozóm). Ve váčku pak dochází ke snížení pH a pomocí enzymů zabíjí a rozložení částice.

## PATOGEN

Patogen (též choroboplodný zárodek, původce nemoci, patogenní agens) je biologický faktor, který **může** způsobit onemocnění. Patogen může být **prvok, živočich** (např. parazitický červ), **houba, bakterie nebo vir**.

## NÁDOROVÉ ONEMOCNĚNÍ

Nádorové onemocnění neboli rakovina, při kterém dochází k **nekontrolovatelnému množení** některého typu buněk. Za normálních okolností imunitní systém je schopen odstraňovat takovéto buňky. Ale může se stát, že uniknou dozoru imunitního systému a namnoží se. Soubor takto dělicích se buněk se nazývá **nádor**. Může vzniknout ve kterékoliv části těla. Časté nádory v naší populaci jsou v dýchací a trávicí soustavě nebo nádor prostaty či prsu. Terapií tohoto onemocnění je několik typů. Mezi ně patří chirurgický zákrok (odstranění nádoru), chemoterapie, hormonální terapie a další.

## APOPTÓZA

Apoptóza je **programovaná buněčná smrt**. Slouží k eliminaci poškozených nebo nepotřebných buněk. Nedochází při ní k prasknutí buňky a vylití jejího obsahu jako při nekroze. A tudíž nedochází k zánětlivé reakci. Při apoptóze dochází k rozdělení buňky na menší části.

Apoptózu buňky mohou vyvolat T-lymfocyty.

## OČKOVÁNÍ

Při očkování je tělo vystaveno patogenu (v injekci). Vakcína může obsahovat **živý oslabený patogen** (nemá schopnost vyvolat onemocnění) nebo **usmrcený patogen**. Díky této vakcíně se organismus naučí rozpoznávat daný antigen s pomocí paměťových buněk. Proto se při dalším setkání s antigenem nemusí nemoc projevit nebo může mít lehčí a rychlejší průběh. Díky očkování byly vymýceny pravé neštovice.

## PRIMÁRNÍ BARIÉRA

Tvoří bariéru, která **zabraňuje vstupu** virů, parazitů a bakterií. Tvoří ji neporušená kůže, sliznice (včetně hlenu).

## PAMĚŤOVÁ BUŇKA

Paměťové buňky jsou vytvořeny během onemocnění. Jsou to speciální T- a B-lymfocyty, které se vytváří po imunitní odpovědi na patogen. Při **dalším setkání** se stejným patogenem (reinfekce) reaguje imunitní systém díky paměti těchto buněk **rychleji a silněji**.

## ANTIGEN

Antigeny jsou látky (nejčastěji bílkovinné povahy), které rozpoznává imunitní systém a reaguje na ně. Antigeny mají jak **cizorodé látky** a mikroorganismy z okolí tak i **buňky vlastního organismu**. Imunitní systém proto může reagovat na antigeny z okolí, ale i na buňky vlastního těla. Imunitní systém je schopen vytvořit protilátky pro konkrétní antigen.

## SPECIFICKÁ IMUNITA

Je závislá na **aktivaci** složkami nespecifické imunity. Specifická imunita je vytvářena speciálně **pro konkrétní antigen**. Imunitní odpověď trvá déle než nespecifická. Do specifické imunity řadíme T a B lymfocyty. Specifická imunita má navíc schopnost paměti ve formě **paměťových buněk**.

## NESPECIFICKÁ IMUNITA

Mechanismy nespecifické imunity jsou vrozené. Nespecifická imunita reaguje při setkání s patogenem vždy pomocí **stejných** mechanismů. Nespecifická imunita **nemá paměť**. Aktivace této složky imunity je **téměř okamžitá**. Je to **schopnost fagocytovat** (pohlcovat) mikroorganismy, mrtvé buňky a uvolnit bílkoviny zabraňující množení virů.

Do nespecifické imunity řadíme primární bariéru, makrofágy a granulocyty.

## AIDS

AIDS (= syndrom získaného selhání imunity) je onemocnění imunitního systému. Nemoc je způsobena **virem HIV**. Je přenášena **krví, sexuálním stykem nebo z matky na plod**. Vir napadá buňky imunitního systému (převážně T-lymfocyty a makrofágy) a zabíjí je. Tím dochází k poklesu bílých krvinek a organismus **ztrácí obranyschopnost**. Proto dochází k imunitnímu selhání, kdy se organismus není schopen bránit proti běžným patogenům.

AIDS nelze zcela vyléčit, ale lze ho léčit symptomatickou léčbou (= léčba příznaků nikoliv příčiny onemocnění) a tím prodloužení života.

**Apoptóza:**

- a. Vyvolání apoptózy je schopnost B – lymfocytů.
- b. Jde o schopnost pohlcení jiné částice.
- c. **Jde o rozložení buňky.**

**Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním?**

- a. Je to jedno a to samé.
- b. **Očkování vede k tvorbě paměťových buněk.**
- c. Paměťové buňky jsou součástí vakcíny.

**Očkování:**

- a. Po očkování proti určité nemoci ji nemůžeme už nikdy dostat.
- b. **Očkování může urychlit imunitní odpověď či zabránit rozvoji nemoci.**
- c. Vakcína zabíjí dané patogeny.

**Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu.**

- a. Makrofág
- b. Granulocyt
- c. **T – lymfocyt**

**Jaké je správné tvrzení o T – lymfocytech?**

- a. Dozrávají v kostní dřeni.
- b. **Mohou vyvolat programovanou buněčnou smrt.**
- c. Produkuje protilátky.

**Jaké je správné tvrzení o B – lymfocytech?**

- a. Dozrávají v brzlíku.
- b. **Produkuje protilátky.**
- c. Zabraňuje viru v pomnožení.

**Při přehnané reakci imunitního systému:**

- a. Vytváří zánět.
- b. **Způsobuje alergii.**
- c. Způsobuje rakovinu.

**Při kterém onemocnění NEdochází k oslabení/napadení buněk imunitního systému?**

- a. **Alergie**
- b. Leukémie
- c. AIDS

**Jaký je rozdíl mezi nespecifickou a specifickou imunitou.**

- a. Specifická a nespecifická imunitní odpověď reagují na jiný typ patogenu.
- b. **Nespecifická im. odpověď reaguje oproti specifické na všechny antigeny stejně.**
- c. Nespecifická má oproti specifické schopnost paměti, která pomáhá k rychlejší odpovědi.

**Co řadíme do nespecifické imunity?**

- a. **Primární bariéru, granulocyty, makrofágy**
- b. T,B – lymfocyty
- c. Všechny prvky imunitního systému

**Co řadíme do specifické imunity?**

- a. Primární bariéru, granulocyty, makrofágy
- b. **T,B – lymfocyty**
- c. Všechny prvky imunitního systému

**Které tvrzení o antigenech platí?**

- a. Imunitní systém vytváří pro všechny antigeny stejnou protilátku.
- b. Antigen mají pouze škodlivé látky z okolí.
- c. **Antigen je klíčový pro rozeznání a vytvoření imunitní odpovědi.**

**Které tvrzení o paměťové buňce je pravdivé?**

- a. Paměťová buňka je součástí nespecifické imunitní odpovědi.
- b. **Pamatuje si reakce na konkrétní antigen a při dalším setkání pomůže k rychlejší odpovědi.**
- c. Paměťová buňka reaguje na všechny patogeny, které napadnou organismus.

**Vyberte chybné tvrzení:**

- a. **Imunitní systém chrání pouze před vnějšími patogeny.**
- b. Imunitní systém odstraňuje poškozené buňky a nečistoty.
- c. Imunitní systém zabraňuje vstupu patogenům.

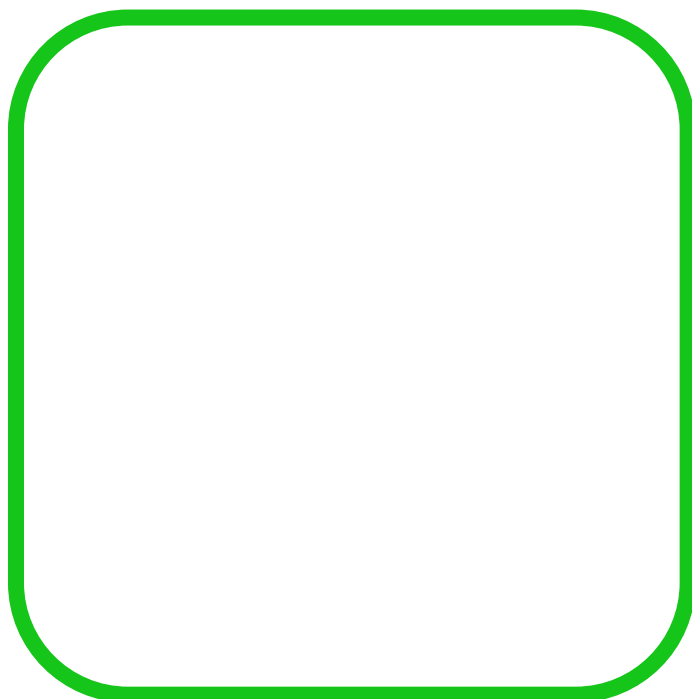
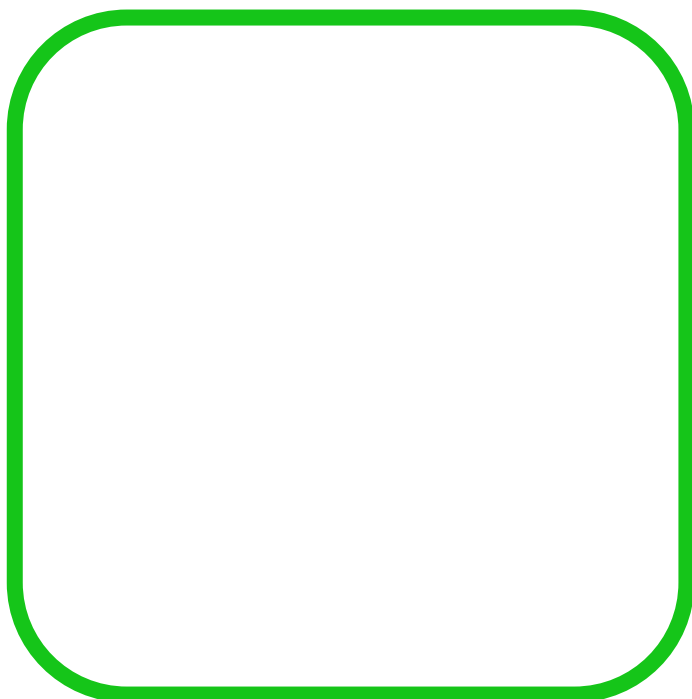
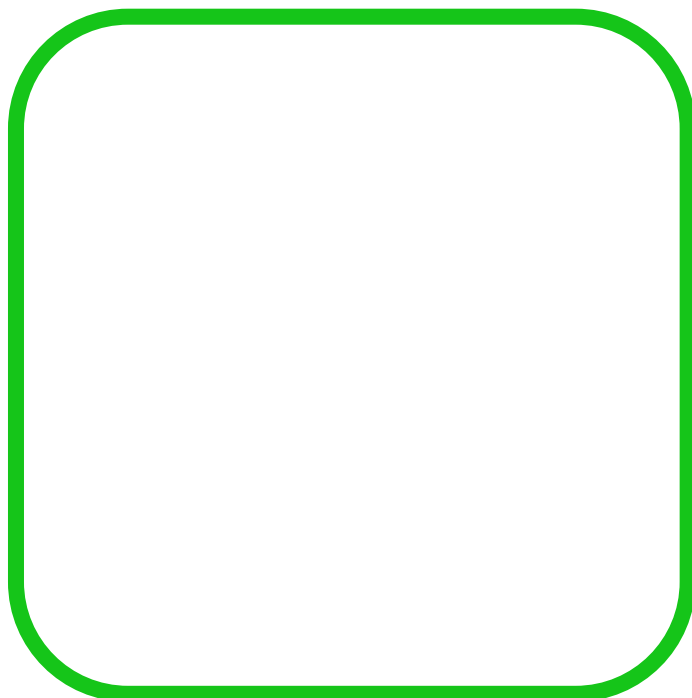
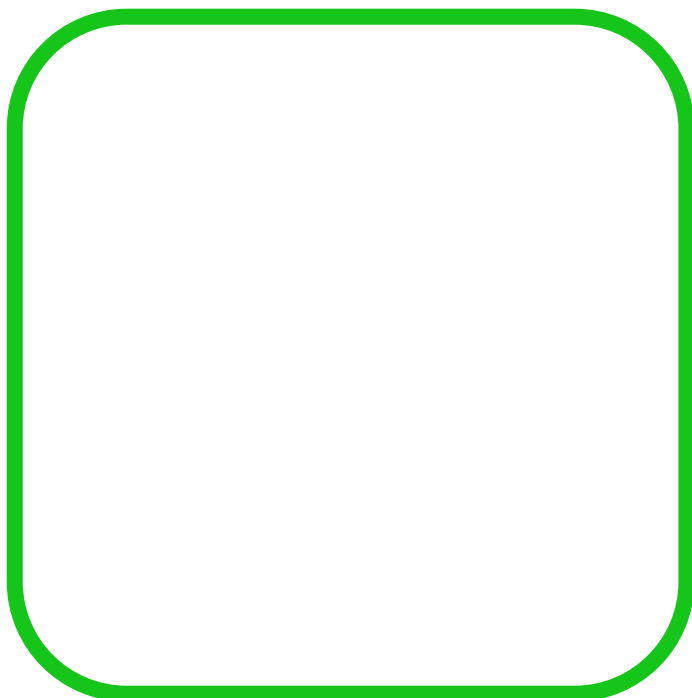
**Co je pravda o zánětu?**

- a. Při zánětu se snižuje průtok krve v tkáni.
- b. **Může způsobovat červenání, otok nebo bolest.**
- c. Ukrývá patogen před imunitním systémem.

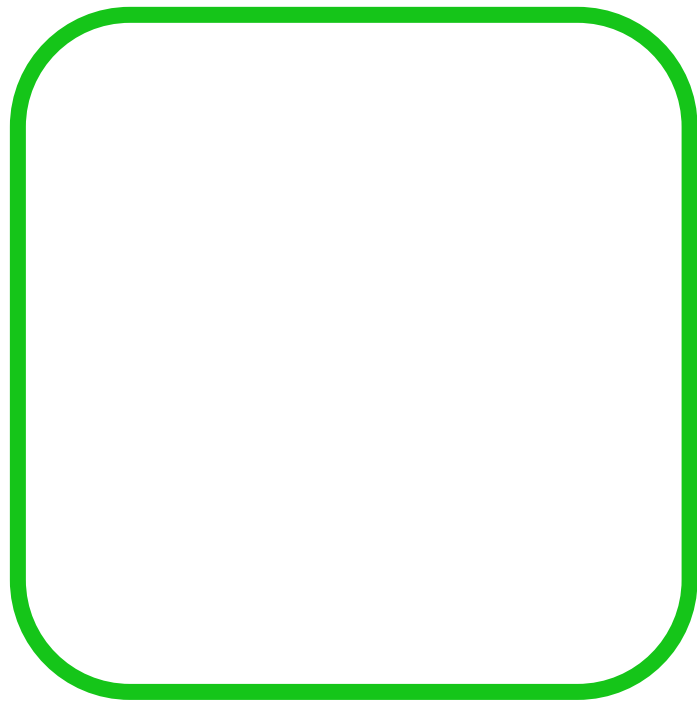
**Vyberte pravdivé tvrzení:**

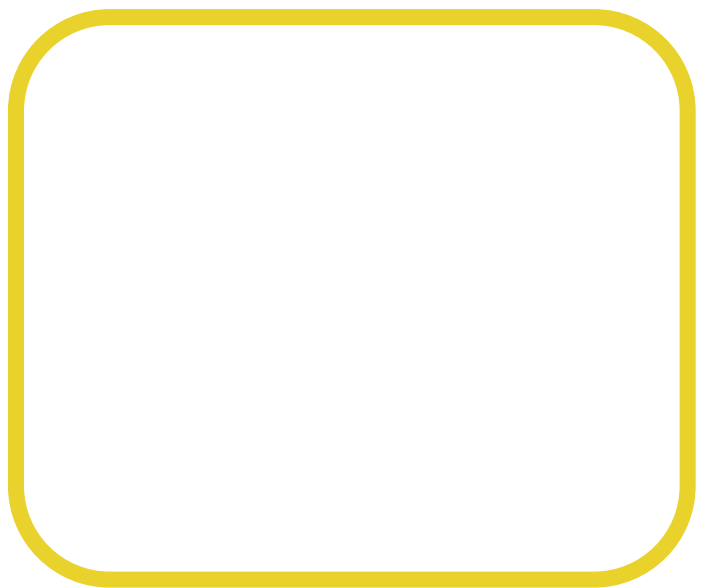
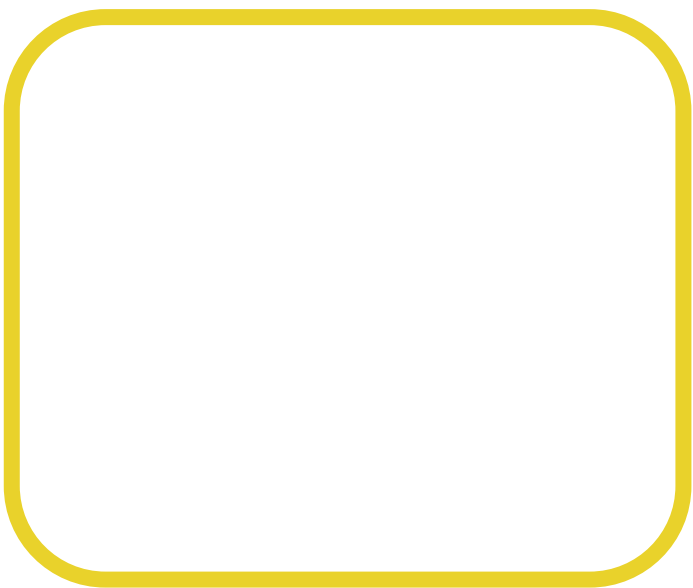
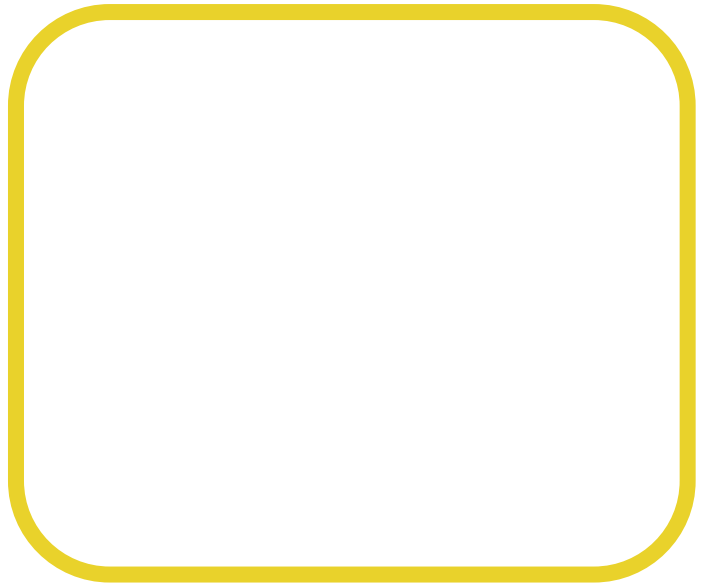
- a. **Rakovina je nakažlivé onemocnění (může se přenášet z člověka na člověka).**
- b. Imunitní systém neumí rakovinné buňky odstranit.
- c. **Nádorové buňky se nekontrolovatelně množí.**

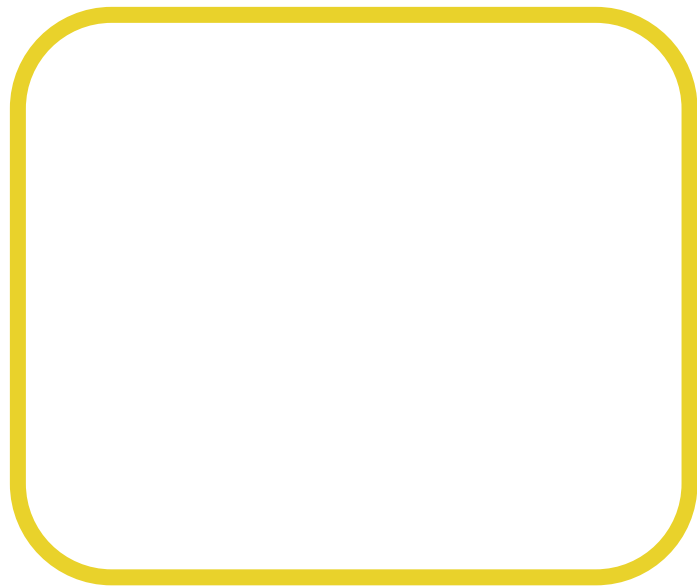
**Příloha 3: Kartičky – zadní strana (pro oboustranný tisk)**

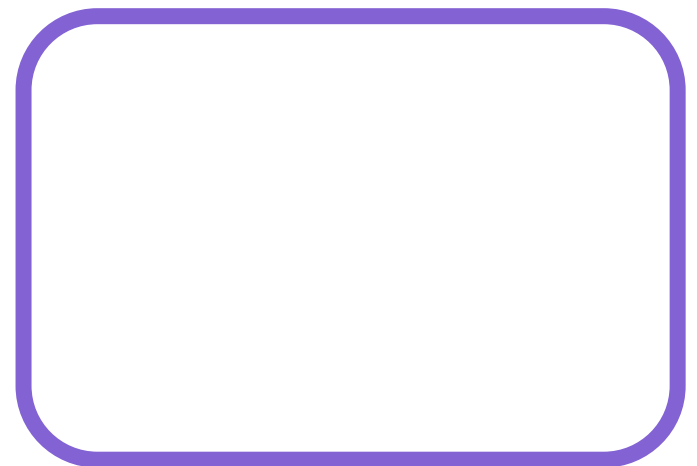




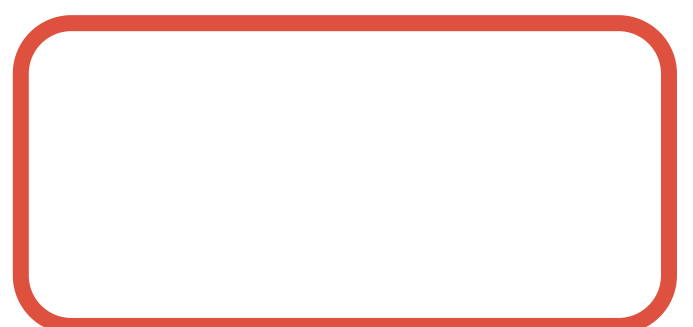
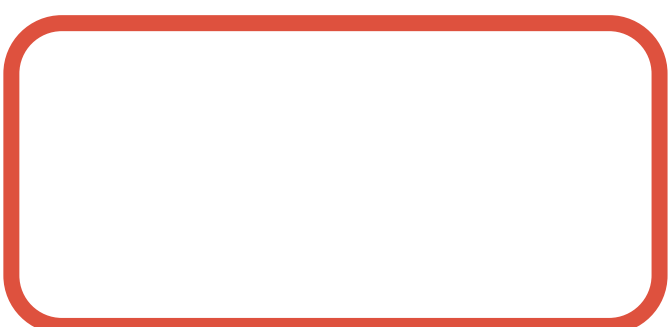
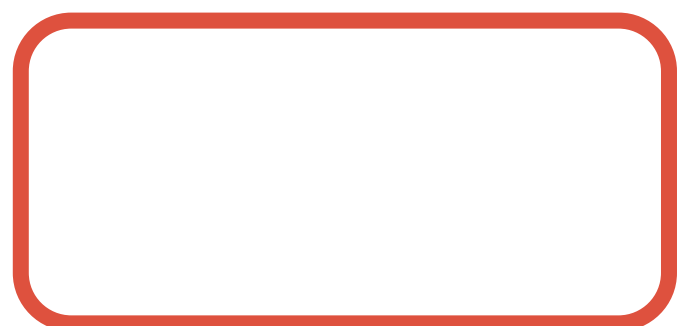
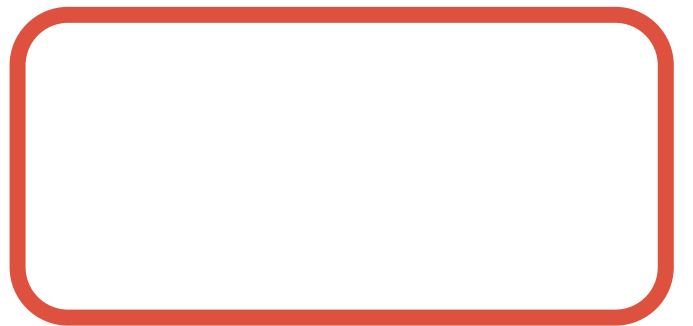


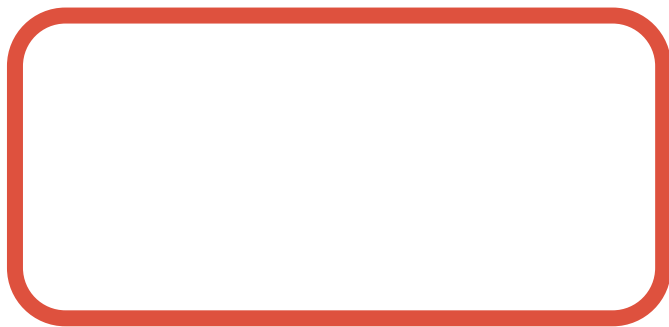




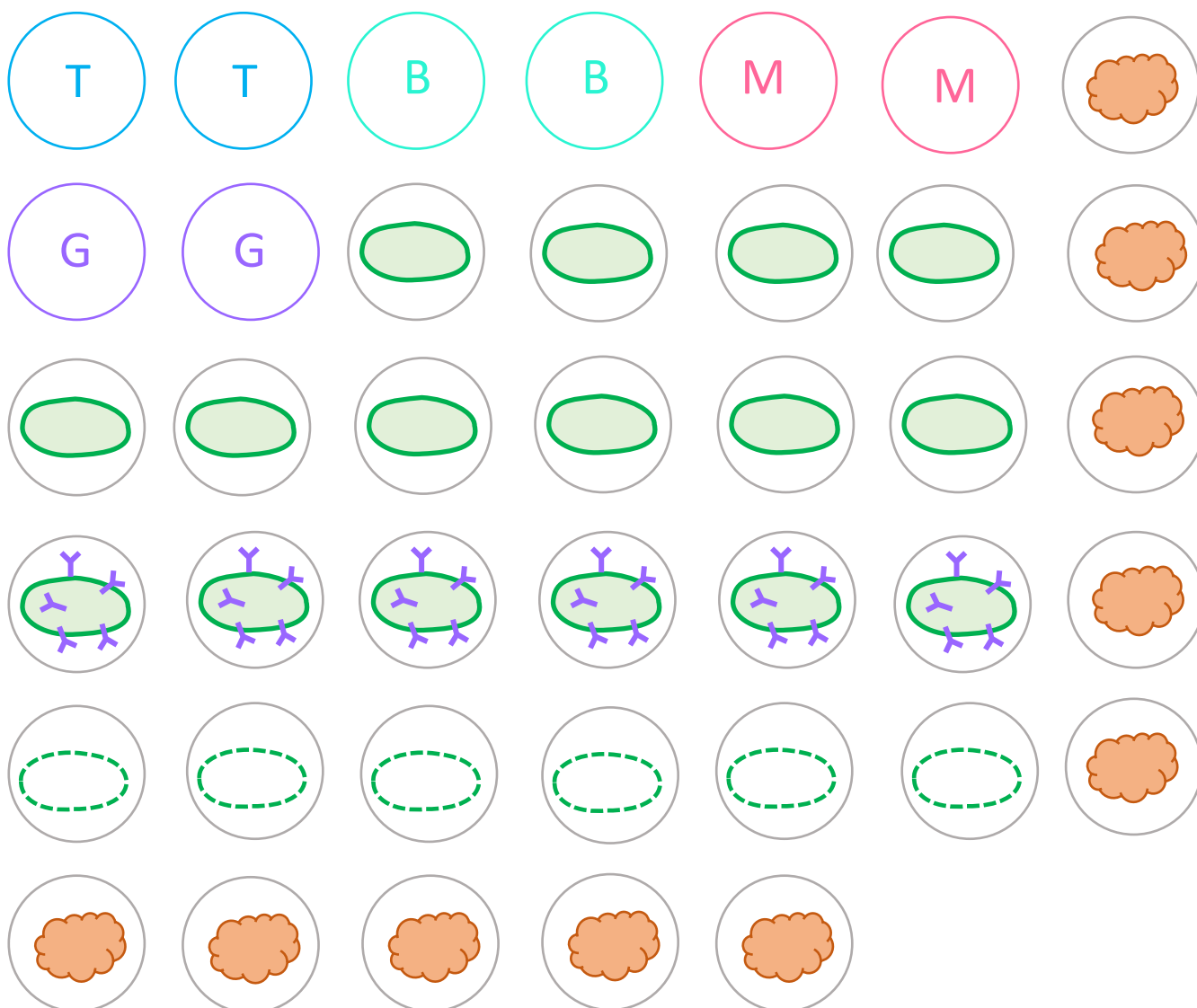








**Příloha 4: Figurky (jedna sada)**





## **Příloha 5: Pravidla hry**

# IMUNITNÍ SYSTÉM HROU

Týmová didaktická desková hra pro 3-6 hráčů z vyššího stupně gymnázia (střední školy).

## CÍL HRY

- **Imunitní systém:** Odstraň všechny patogeny, nečistoty a nádorové buňky v lidském těle.
- **Patogen:** Uteč buňkám imunitního systému a rozmnož se tak, abys zvítězil nad lidským tělem.

## POMŮCKY

- 1x herní plánek
- 8x buňka imunitního systému (2x T, 2x B, 2x M, 2x G)
- 10x patogen
- 6x reakce patogenu po setkání s T – lymfocyt
- 6x reakce patogenu po setkání s B – lymfocyt
- 1x žeton pro počítání kol
- 10x nádorová buňka
- sada vzdělávacích kartiček (žlutý okraj)
- sada informačních karet (fialový okraj)
- sada otázkových karet (červený okraj)
- sada situačních kartiček (zelený okraj)
- 1x kostka

## PŘÍPRAVA HRY

- Rozdělte se na dva týmy:
  - 6 hráčů
    - 4 hráči imunitního systému (každý svou buňku imunitního systému)
    - 2 hráči patogenu (každý má jednu figurku patogenu)
  - 5 hráčů
    - 3 hráči imunitního systému (jeden hráč má dvě figurky – M, G)
    - 2 hráči patogenu (každý má jednu figurku patogenu)
  - 4 hráči
    - 2 hráči imunitního systému (každý má dvě buňky imunitního systému – M a B nebo G a T) – každý hráč má dva tahy
    - 2 hráči patogenu (každý má jednu figurku patogenu)
  - 3 hráči
    - 2 hráči imunitního systému (každý má dvě buňky imunitního systému – M a B nebo G a T)
    - 1 hráč patogenu
- Figurky umístěte na hrací plánek:
  - Figurky patogenu na start.
  - Figurky imunitního systému na políčka s odpovídajícím písmenkem.
- Sady kartiček položte vedle hracího plánu.
- Žeton pro počítání kol umístěte na okraj hracího plánu s čísly 1, 2, 3.

## HERNÍ PLÁNEK

- Políčko START: Zde začínají hráči patogenu hru.
- Bílé políčko: Běžné políčko, na kterém se nic neděje.
- Políčko primární bariéry: Pokud hráč vstoupí na políčko primární bariéry, vrací se zpět na políčko Start.
- Políčko s i: Vstoupí-li hráč na políčko s i, vezme s horní kartu s fialovým okrajem a všem přečte informace na ní napsané.
- Políčko s ?: Vstoupí-li hráč na políčko s ?, hráč z druhého týmu mu přečte otázku včetně možností odpovědí. Pokud hráč odpoví správně, další kolo pokračuje v normálním tahu. Pokud odpoví špatně, další kolo se zdrží. Na odpovědi se může domlouvat se svým týmem.

## POHYB PO HERNÍM PLÁNU

Figurky se po herním plánu pohybují ve směru šipek (směr hodinových ručiček). Hráč může odbočovat z „hlavní“ dráhy, ale vždy se musí napojit a pokračovat dál ve směru šipek. Na jednom políčku se může vyskytovat více figurek najednou.

Po hodu čísla 6 se znovu nehází.

## PRŮBĚH HRY

Hra probíhá ve směru hodinových ručiček. Začíná hráč, který na kostce hodí největší číslo.

Hráči imunitního systému hrají každý za svou figurku, která mu byla přidělena na začátku.

Hráči patogenu mohou hrát kteroukoliv figurkou patogenu, která se nachází v lidském těle.

Zničení patogenu: Pokud buňka imunitního systému vstoupí na políčko s patogenem nebo na políčko přímo za patogen, v tu chvíli objevila patogen a odstraňuje ho podle svých vlastností (žluté kartičky).

- Makrofág, granulocyt: fagocytují (pohlucují) patogen -> odstraň patogen okamžitě z herního plánu.
- T-lymfocyt: T – lymfocyt vyvolává programovanou buněčnou smrt napadené buňky -> na kolo přikryj odhalený patogen příslušným kolečkem. Po jednom kole odstraň patogen z herního plánu.
- B-lymfocyt: B – lymfocyt produkuje protilátky. Přikryj patogen příslušným kolečkem. Po jednom kole odstraň patogen z herního plánu.

Zničení nádorové buňky: Pokud buňka imunitního systému vstoupí přímo na nádorovou buňku, odstraňuje ji z herního plánu.

Po odehrání třetího kola (tedy každý hráč odehraje třikrát), se patogeny v lidském těle množí. Každý hráč patogenu si přidá vedle stávající figurky další figurku patogenu. Pro počítání kol slouží žeton a číslice 1, 2, 3 na okraji herního plánu.

Situační zelené kartičky: slouží ke změně průběhu hry. Karty Vám budou průběžně dány vyučujícím. Nebo každých 7 minut si vezmete vrchní kartu a postupujte podle pokynů na ní napsaných.

## KONEC HRÝ

- Odstranění všech patogenů a nádorových buněk z lidského těla.
- Patogeny dosáhnou počtu 10 a více (dojde k selhání imunitního systému).  
(Patogeny po setkání s B nebo T lymfocylem se už nemnoží, ale počítají se do celkového počtu patogenů)
- Nádorové buňky dosáhnou počtu 10 a více (dochází k selhání orgánu).

## VYVĚTLIVKY

### T – lymfocyt



→ Vyvoláváš apoptózu

### B – lymfocyt



→ Produkuješ protilátky

### Makrofág



→ Fagocytuješ (pohlcuješ) patogen

### Granulocyt



→ Fagocytuješ (pohlcuješ) patogen

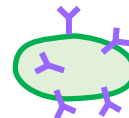
### Patogen



### Patogen po setkání s T – lymfocylem



### Patogen po setkání s B – lymfocylem



### Nádorová buňka



## **Příloha 6: Evaluační dotazník**

## Evaluační dotazník

U následujících otázek je vždy 1 odpověď správná. Svou odpověď zakroužkujte:

- 1) Jaký je rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou:
  - a. Specifická imunita je vytvářena pro konkrétní antigen.
  - b. Nespecifická imunitní odpověď je pomalejší než specifická.
  - c. Nespecifická imunita má schopnost paměti.
  
- 2) Jaký je rozdíl mezi nespecifickou a specifickou imunitou:
  - a. Specifická a nespecifická imunitní odpověď reagují na jiný typ patogenu.
  - b. Nespecifická im. odpověď reaguje oproti specifické na všechny antigeny stejně.
  - c. Nespecifická má oproti specifické schopnost paměti, která pomáhá k rychlejší odpovědi.
  
- 3) Přiřad'te k pojmům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T – lymfocyt, B – lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza.
  
- 4) Co umožňuje specifické imunitní odpovědi rychlou reakci?
  - a. Vytváření specifické odpovědi pro daný antigen.
  - b. Paměťové buňky, které zajišťují zapamatování antigenu a reakce na něj.
  - c. Rychlé reakce makrofágů.
  
- 5) Jaký je vztah/rozdíl mezi paměťovými buňkami a očkováním?
  - a. Jde zcela o to samé.
  - b. Očkování na rozdíl od paměťových buněk zabíjí patogen.
  - c. Paměťové buňky vzniklé při onemocnění i očkování napomáhají k rychlejšímu reakci na patogen.
  - d. Vakcína je tvořena paměťovými buňkami, které urychlují reakci imunitního systému.

- 6) Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním?
- Je to jedno a to samé.
  - Očkování vede k tvorbě paměťových buněk.
  - Paměťové buňky jsou součástí vakcíny.
- 7) Vyberte pravdivé tvrzení:
- Po očkování proti určité nemoci ji nemůžeme už nikdy dostat.
  - Očkování pouze může urychlit či zabránit rozvoji nemoci.
  - Vakcína zabíjí dané patogeny.
- 8) Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu.
- Makrofág
  - Granulocyt
  - T – lymfocyt
- 9) Vyberte chybné tvrzení:
- Protilátky zabíjí viry a parazity.
  - Protilátky mohou zabránit viru v navázání na buňku.
  - Protilátky aktivují další buňky imunitního systému.
- 10) Jaké je správné tvrzení o T – lymfocytech?
- Dozrávají v kostní dřeni.
  - Vyvolávají programovanou buněčnou smrt.
  - Produkuje protilátky.
- 11) Jaké je správné tvrzení o B – lymfocytech?
- Dozrávají v brzlíku.
  - Produkuje protilátky.
  - Zabraňuje viru v pomnožení.

12) V následujícím odstavci podtrhněte větu/věty (maximálně 2), které zdůvodňují vyvrácení dezinformace: „*Vakcíny proti onemocnění COVID-19 způsobují neplodnost či permanentní sterilizaci, ničí protein potřebný pro tvorbu placenty.*“

Všechna léčiva mají možné vedlejší účinky. Tedy i po aplikaci vakcíny proti covidu-19 může dojít k takovým projevům. Nejčastěji jde o bolest, otok nebo zarudnutí v oblasti vpichu, zvýšenou teplotu, bolesti hlavy, nevolnost, zimnici či únavu. Vážnější obtíže se vyskytují vzácně. Vakcína neobsahuje žádnou část proteinu či koronaviru, která by měla vliv na vývoj placenty. Pokud by vakcína způsobovala neplodnost žen, byla by neplodná každá žena, která má protilátky proti covidu-19, které si tělo vytvořilo po prodělání nemoci. Vakcína taktéž vyvolává tvorbu protilátek. Klinické hodnocení vyloučilo obsah nebezpečných látek či jiných onemocnění ve vakcíně.



Na škále 1-5 vyberte jedno číslo, které nejvíce odpovídá Vaším dojmům:

1) Zaujala Vás hra?

Velmi 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Vůbec

2) Je hra vizuálně přitažlivá?

Velmi 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Vůbec

3) Domlouvali jste se v týmech na postupu figurek?

Pokaždé 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Nikdy

4) Radili jste si v týmech při zodpovídání otázek?

Pokaždé 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Nikdy

5) Jak se Vám celkově spolupracovalo ve skupinách?

Velmi dobře 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Špatně

6) Jak byly pojmy a procesy na kartičkách vysvětleny?

Velmi dobře 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Špatně

7) Za jak obtížné pokládáte otázky na otázkových kartičkách?

Hodně jednoduché 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Velmi obtížné

8) Pomohly Vám figurky a hrací plánec představit si funkce imunitního systému?

Hodně 

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

 Vůbec

Závěrečný dotaz:

- 1) Vlastními slovy popište, co byste změnili na této hře, aby Vás více bavila a abyste si z ní odnesli co nejvíce informací o imunitním systému.

## Příloha 7: Řešení evaluačního dotazníku

### Evaluační dotazník – ŘEŠENÍ

U následujících otázek je vždy 1 odpověď správná. Svou odpověď zakroužkujte:

- 1) Jaký je rozdíl mezi specifickou a nespecifickou imunitou:
  - a. **Specifická imunita je vytvářena pro konkrétní antigen.**
  - b. Nespecifická imunitní odpověď je pomalejší než specifická.
  - c. Nespecifická imunita má schopnost paměti.
  
- 2) Jaký je rozdíl mezi nespecifickou a specifickou imunitou:
  - a. Specifická a nespecifická imunitní odpověď reagují na jiný typ patogenu.
  - b. **Nespecifická im. odpověď reaguje oproti specifické na všechny antigeny stejně.**
  - c. Nespecifická má oproti specifické schopnost paměti, která pomáhá k rychlejší odpovědi.
  
- 3) Přiřad'te k pojmům specifická imunitní odpověď a nespecifická imunitní odpověď pojmy: makrofág, granulocyt, primární bariéra, T – lymfocyt, B – lymfocyt, protilátky, fagocytóza, apoptóza.  
SP: T – lymfocyt, B- lymfocyt, protilátky, apoptóza  
NSP: makrofág, granulocyt, primární bariéra, fagocytóza
  
- 4) Co umožňuje specifické imunitní odpovědi rychlou reakci?
  - a. Vytváření specifické odpovědi pro daný antigen.
  - b. **Paměťové buňky, které zajišťují zapamatování antigenu a reakce na něj.**
  - c. Rychlé reakce makrofágů.
  
- 5) Jaký je vztah/rozdíl mezi paměťovými buňkami a očkováním?
  - a. Jde zcela o to samé.
  - b. Očkování na rozdíl od paměťových buněk zabíjí patogen.

- c. **Paměťové buňky vzniklé při onemocnění i očkování napomáhají k rychlejšímu reakci na patogen.**
  - d. Vakcína je tvořena paměťovými buňkami, které urychlují reakci imunitního systému.
- 6) Jaký je vztah mezi paměťovou buňkou a očkováním?
- a. Je to jedno a to samé.
  - b. **Očkování vede k tvorbě paměťových buněk.**
  - c. Paměťové buňky jsou součástí vakcíny.
- 7) Vyberte pravdivé tvrzení:
- a. Po očkování proti určité nemoci ji nemůžeme už nikdy dostat.
  - b. **Očkování pouze může urychlit či zabránit rozvoji nemoci.**
  - c. Vakcína zabíjí dané patogeny.
- 8) Které buňky imunitního systému nepoužívají fagocytózu.
- a. Makrofág
  - b. Granulocyt
  - c. **T – lymfocyt**
- 9) Vyberte chybné tvrzení:
- a. **Protilátky zabíjí viry a parazity.**
  - b. Protilátky mohou zabránit viru v navázání na buňku.
  - c. Protilátky aktivují další buňky imunitního systému.
- 10) Jaké je správné tvrzení o T – lymfocytech?
- a. Dozrávají v kostní dřeni.
  - b. **Vyvolávají programovanou buněčnou smrt.**
  - c. Produkuje protilátky.
- 11) Jaké je správné tvrzení o B – lymfocytech?
- a. Dozrávají v brzlíku.
  - b. **Produkuje protilátky.**
  - c. Zabraňuje viru v pomnožení.

12) V následujícím odstavci podtrhněte větu/věty (maximálně 2), které zdůvodňují vyvrácení dezinformace: „*Vakcíny proti onemocnění COVID-19 způsobují neplodnost či permanentní sterilizaci, ničí protein potřebný pro tvorbu placenty.*“

Všechna léčiva mají možné vedlejší účinky. Tedy i po aplikaci vakcíny proti covidu-19 může dojít k takovým projevům. Nejčastěji jde o bolest, otok nebo zarudnutí v oblasti vpichu, zvýšenou teplotu, bolesti hlavy, nevolnost, zimnici či únavu.

Vážnější obtíže se vyskytují vzácně. **Vakcína neobsahuje žádnou část proteinu či koronaviru, která by měla vliv na vývoj placenty. Pokud by vakcína způsobovala neplodnost žen, byla by neplodná každá žena, která má protilátky proti covidu-19, které si tělo vytvořilo po prodělání nemoci.** Vakcína taktéž vyvolává tvorbu protilátek. Klinické hodnocení vyloučilo obsah nebezpečných látek či jiných onemocnění ve vakcíně.