

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**  
**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

Katedra biologie



**Diplomová práce**

Bc. Barbora Bazalová

**Žákovské prekoncepce o oběhové soustavě člověka**

Olomouc 2020

vedoucí práce: RNDr. Martin Jáč, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Martina Jáče, Ph.D., s využitím podkladů (použitá literatura, internetové zdroje, vlastní empirická data) citovaných v práci a uvedených v příloženém seznamu literatury. Diplomová práce byla vypracována v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

Dále prohlašuji, že tištěná a elektronická verze jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Olomouci dne

---

Barbora Bazalová

### **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat panu RNDr. Martinu Jáčovi, Ph.D. za odborné vedení, věcné připomínky a rady při zpracovávání diplomové práce, za pomoc při sestavování konceptových testů a především za trpělivost, laskavý přístup a čas, který mi při konzultacích věnoval. Děkuji také RNDr. Vandě Janštové, Ph.D. za kontrolu obsahové validity konceptových testů a všem učitelům, kteří mi umožnili provést empirické šetření ve svých třídách.

## ANOTACE

<b>Jméno a příjmení</b>	Bc. Barbora Bazalová
<b>Katedra</b>	Katedra biologie
<b>Vedoucí práce</b>	RNDr. Martin Jáč, Ph.D.
<b>Rok obhajoby</b>	2020

<b>Název práce</b>	Žákovské prekoncepce o oběhové soustavě člověka
<b>Název práce v angličtině</b>	Pupils' conceptions of the human circulatory system
<b>Anotace</b>	<p>Cílem předložené diplomové práce bylo identifikovat prekoncepce o oběhové soustavě člověka, které mají žáci na 2. stupni základních škol a v odpovídajících ročnících víceletých gymnázií ještě před zahájením výuky tohoto tématu. V teoretické části práce byla zpracována literární rešerše zaměřená na žákovské prekoncepce a miskoncepce, včetně diagnostických metod, teorie konceptuální změny, modelu didaktické rekonstrukce a výsledků vybraných dosud realizovaných výzkumů na toto téma. V praktické části práce byly vytvořeny konceptové testy a následně provedeno empirické šetření zaměřené na identifikaci žákovských prekonceptů a miskonceptů o složení a funkci krve, stavbě a funkci srdce, procesu srážení krve, krevních skupinách a krevním oběhu. Z výsledků vyplývá, že žáci mají vytvořenou celou řadu neúplných nebo mylných představ o oběhové soustavě člověka. Větší rozdíl mezi prekoncepty žáků základních škol a víceletých gymnázií nebyl zaznamenán.</p>
<b>Klíčová slova</b>	prekoncepce, miskoncepce, oběhová soustava člověka, základní škola, víceleté gymnázium, konceptové testy

<b>Anotace v angličtině</b>	<p>The aim of the submitted diploma thesis was to identify pupils' conceptions about the human circulatory system, which they possess at lower secondary schools before the school instruction of this topic. In the theoretical part of this thesis, a systematic review focused on student preconceptions and misconceptions, including diagnostic methods, theory of conceptual change, model of educational reconstruction and the results of selected research on this topic was completed. In the practical part of this thesis, conceptual tests were developed and then an empirical investigation focused on the identification of pupils' preconceptions and misconceptions about the structure and function of blood, structure and function of the heart, the process of blood clotting, blood groups and circulatory pattern was performed. The results show that pupils have developed a number of incomplete or incorrect ideas about the human circulatory system. No major differences between pupils' preconceptions at different types of schools were found.</p>
<b>Klíčová slova v angličtině</b>	preconception, misconception, human circulatory system, lower secondary school, conceptual tests
<b>Přílohy vázané v práci</b>	<p>příloha č. 1: Konceptový test č. 1 (složení a funkce krve)  příloha č. 2: Konceptový test č. 2 (stavba a funkce srdce)  příloha č. 3: Konceptový test č. 3 (proces srážení krve)  příloha č. 4: Konceptový test č. 4 (krevní skupiny)  příloha č. 5: Konceptový test č. 5 (krevní oběh)  příloha č. 6: Autorské řešení konceptových testů  příloha č. 7: Kategorie žákovských odpovědí</p>
<b>Rozsah práce</b>	102 stran + 26 stran příloh
<b>Jazyk práce</b>	Český jazyk

# OBSAH

1 ÚVOD.....	7
2 CÍLE PRÁCE .....	9
3 TEORETICKÝ ÚVOD .....	10
3.1 Prekoncepce a miskoncepce – obecná charakteristika .....	10
3.1.1 Odborná terminologie.....	10
3.1.2 Vymezení klíčových pojmů.....	13
3.1.3 Geneze prekonceptí.....	14
3.1.4 Faktory formující prekoncepce.....	16
3.1.5 Struktura prekonceptí.....	17
3.1.6 Typické znaky prekonceptí .....	19
3.1.7 Prekoncepce ve výuce .....	20
3.2 Didaktické teorie popisující problematiku žákovských miskonceptí .....	22
3.2.1 Teorie konceptuální změny .....	22
3.2.2 Model didaktické rekonstrukce .....	25
3.3 Diagnostické metody žákovských prekonceptí.....	28
3.3.1 Význam diagnostiky prekonceptí .....	28
3.3.2 Metody a nástroje diagnostiky prekonceptí .....	28
3.4 Výsledky vybraných výzkumných šetření zaměřených na identifikaci žákovských prekonceptí o oběhové soustavě člověka.....	33
4 METODIKA .....	36
4.1 Výzkumný nástroj .....	36
4.2 Sběr a vyhodnocení dat, charakteristika respondentů .....	38
5 VÝSLEDKY.....	40
5.1 Složení a funkce krve .....	40
5.2 Stavba a funkce srdce .....	52
5.3 Proces srážení krve .....	63
5.4 Krevní skupiny .....	72
5.5 Krevní oběh .....	85
6 DISKUZE .....	88
7 ZÁVĚR.....	93
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	96
SEZNAM PŘÍLOH .....	102

# 1 ÚVOD

Problematika prekonceptí a jejich vliv na školní výuku je v posledních letech hojně diskutovaným tématem. Vědci se zabývají otázkou, jaký vliv mají dříve získané znalosti a zkušenosti jedince na osvojování nových poznatků (Nezvalová, 2006), jak lze případné miskoncepce modifikovat a jaké strategie lze uplatnit k překonání nesprávných kognitivních struktur v paměti jedince (Posner et al., 1982). Pojem prekoncepce úzce souvisí s teorií konstruktivismu a vyjadřuje žákovu intuitivní představu, pomocí které se snaží dát smysl okolnímu světu (Mandíková a Trna, 2011). Ve vztahu k současné vědecky akceptovatelné teorii mohou být žákovské prekoncepce oborově správně, ale také neúplné a naivní nebo zcela mylné. V literatuře je pro mylné žákovské představy používán také termín miskoncepce. Mareš a Ouhřabka (1992) uvádí, že zejména proto, že prekoncepce a miskoncepce odpovídají logickému uvažování žáků a jejich individuálním zkušenostem, jsou vůči případným změnám během školní výuky odolné. Furio Mas a Perez (1987) doplňují, že právě proto je nutné, aby učitelé usilovali o jejich diagnostiku, co možná nejdříve a následně zvolili vhodnou strategii pro jejich překonání. Učivo oběhové soustavy člověka je velmi náročné na didaktickou transformaci obsahu během vyučování (viz např. Jáč et al., 2019), proto se některé zahraniční výzkumné práce orientují přímo na identifikaci žákovských prekonceptí o oběhové soustavě člověka. Většina těchto prací popisuje žákovské prekoncepce a miskoncepce o složení a funkci krve nebo o stavbě a funkci lidského srdce (např. Arnaudin a Mintzes, 1985; Gatt a Saliba, 2006; Bajd, Praprotnik a Matyášek, 2008 nebo Riemeier et al., 2010). Často jsou zkoumány také prekoncepce o malém (plicním) a velkém (tělním) oběhu krve nebo představy žáků o vztahu mezi oběhovou a dýchací soustavou (např. Yip, 1998; Pelaez et al., 2005; López-Manjón a Postigo Angón, 2009). Naopak dosud nebyla v rámci realizovaných výzkumných prací věnována dostatečná pozornost problematice srážení krve a krevních skupin. Předložená diplomová práce se zaměřuje na identifikaci žákovských prekonceptí a miskonceptí o oběhové soustavě člověka u žáků na 2. stupni základních škol a jim odpovídajících ročníků víceletých gymnázií ještě před zahájením výuky tohoto tématu. Na základě obsahové analýzy učiva o oběhové soustavě na 2. stupni základních škol bylo identifikováno celkem 5 hlavních biologických konceptů, pro které byly následně připraveny konceptové testy. Jednalo se o složení a funkci krve; stavbu a funkci srdce; srážení krve; krevní skupiny a krevní oběh. Na základě dat z provedeného empirického šetření budou u každého konceptového testu identifikovány žákovské prekoncepce, které odpovídají

oborově správným představám, a lze z nich během výuky vycházet, stejně jako nejčastěji se vyskytující představy, které jsou naopak nerozvinuté nebo zcela mylné. Poznatky uvedené v této práci tak mohou učitelé využít při přípravě výuky a jednotlivých učebních úloh k tématu oběhová soustava člověka.



## 2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem předložené diplomové práce je identifikovat prekoncepce o oběhové soustavě člověka, které mají žáci na 2. stupni základních škol ještě před zahájením výuky tohoto tématu. Pro vypracování diplomové práce byly vymezeny následující dílčí cíle:

- a) zpracovat formou literární rešerše teoretická východiska práce týkající se žákovských prekonceptí a miskonceptí včetně didaktických teorií a modelů vztahujících se k této problematice, metod diagnostiky žákovských prekonceptí a přehledu výsledků vybraných dosavadních výzkumů zaměřených na prekoncepce a miskoncepce žáků o oběhové soustavě člověka;
- b) na základě údajů v odborné literatuře a obsahové analýzy učebnic přírodopisu sestavit vhodné výzkumné (diagnostické) nástroje pro identifikaci žákovských prekonceptí a miskonceptí o oběhové soustavě člověka;
- c) provést empirické šetření na vybraných školách, zaměřené na identifikaci prekonceptí o oběhové soustavě člověka u žáků 6. a 7. tříd základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií;
- d) analyzovat data získaná v rámci výzkumu pomocí základních statistických metod.

## 3 TEORETICKÝ ÚVOD

### 3.1 Prekoncepce a miskoncepce – obecná charakteristika

Každý jedinec si během svého života vytváří systém poznatků, díky kterému je schopen chápat okolní svět (Pivarč, 2017). Jedná se o komplexní strukturu, která zahrnuje individuální charakteristiky jedince, jeho zkušenosti, znalosti, paměť apod., a je z velké části ovlivňována také vnějšími faktory (Škoda et al., 2010). Prekoncepce patří mezi významné atributy, které ovlivňují žákovo poznání (Doulík a Müllerová, 2002). Setkáváme se s nimi v běžném životě, i v průběhu výchovně vzdělávacího procesu (Škoda, 2005b). A protože si žáci do výuky přinášejí řadu svých dřívějších poznatků a představ, je pro učitele stěžejní tyto prekoncepce identifikovat a dále s nimi pracovat (Doulík, 2005b).

#### 3.1.1 Odborná terminologie

V české i zahraniční literatuře se setkáváme s různou terminologií používanou k popisu prekonceptí. Na terminologickou nejednotnost tohoto fenoménu upozornili např. Posner et al. (1982), Mareš a Ouhrabka (1992), Mandíková a Trna (2011) nebo Pivarč (2017).

Hlavní důvod rozmanitosti používané terminologie spatřují Mandíková a Trna (2011) v existenci velkého množství nezávisle na sobě realizovaných výzkumů, kterým chybí základní, všeobecně uznávaná teoretická studie s přesně vymezenou terminologií, ze které by autoři mohli vycházet. Rozdíly v chápání podstaty poznávání jsou pak u různých autorů vyjádřeny různými názvy (Mareš a Ouhrabka, 1992). Podle Pivarče (2017) je dalším důvodem relativní novost uvedeného pojmu a různé překlady termínů ze zahraničních publikací, které se navíc nemusí vždy významově shodovat s jejich českými ekvivalenty (Mareš a Ouhrabka, 1992). Doulík (2005b) uvádí, že počet výrazů objevujících se pro označení fenoménu prekonceptí, rozšiřuje také fakt, že někteří autoři používají v rámci jedné práce pro tentýž termín více označení, která považují za synonyma.

V české literatuře se o zpracování terminologické analýzy pokusili např. Mareš a Ouhrabka (1992), kteří popsali celkem 8 různých cizojazyčných termínů. V roce 2005 na jejich práci navázal Doulík (2005b), který na základě informací z české i zahraniční literatury popsal celkem 28 různých termínů označujících fenomén prekonceptí. Rozsáhlou analýzu vybraných zahraničních i českých periodik provedl také Pivarč (2017) v časovém období od roku 2006 do roku 2015. Pro fenomén prekonceptí bylo v Pivarčově studii použito celkem 66 různých termínů. Pivarč (2017) i Doulík (2005b) však uvádí, že termíny, se kterými se

v literatuře setkali nelze považovat za synonyma, protože se mezi nimi objevují rozdíly v odlišném přístupu autorů k analýze obsahových struktur a chápání jedince. Přehled nejčastěji vyskytujících se termínů v anglicky psané literatuře a jejich českých ekvivalentů poskytuje tabulka 1.

**Tabulka 1:** Odborná terminologie používaná pro fenomén prekonceptí  
(upraveno dle Doulík, 2005b, s. 67; Pivarč, 2017, s. 49)

<b>Anglický termín</b>	<b>Český ekvivalent</b>
<i>student's conception</i>	studentovo pojetí
<i>student's understanding</i>	studentovo porozumění
<i>misconception</i>	miskoncepce
<i>student's idea</i>	studentova představa
<i>alternative conception</i>	alternativní pojetí
<i>student's belief</i>	studentovo přesvědčení
<i>preconceptions</i>	prekoncepce
<i>pupil's view</i>	žákův pohled
<i>student's mental model</i>	studentův mentální model
<i>epistemological belief</i>	epistemologické přesvědčení
<i>prior knowledge</i>	dosavadní znalost
<i>pupil's perception</i>	žákovo vnímání
<i>pupil's knowledge</i>	žákova znalost
<i>student's reasoning</i>	studentovo uvažování
<i>student's images</i>	studentova představa
<i>conceptual understanding</i>	konceptuální porozumění
<i>pupil's thinking</i>	žákovo myšlení
<i>mental representation</i>	mentální reprezentace
<i>implicit theory</i>	implicitní teorie
<i>pupil's explanation</i>	žákovo vysvětlení
<i>alternative explanation</i>	alternativní vysvětlení
<i>naive belief</i>	naivní přesvědčení
<i>misrepresentation</i>	chybná představa
<i>intuitive models</i>	intuitivní model

Podle Doulíka (2005b, s. 61-72) i Pivarče (2017, s. 50) je jedním z nejhojněji užívaných termínů v anglicky psané literatuře pojem „*student's understanding*“ nebo „*pupil's understanding*“. Doulík (2005b) tento termín zaznamenal v 49 publikacích, Pivarč (2017) ve 41 publikacích. V české literatuře se ve stejném významu objevuje ekvivalent „*žákovo porozumění*“ či „*studentovo porozumění*“, které Sinatra, Kienhues a Hofer (2014) charakterizují jako způsob individuálního pojetí skutečnosti jedince. Tedy to, jak si žák vysvětluje své poznatky, zkušenosti a jak chápe jevy ve svém okolí.

V česky psaných publikacích se nejčastěji setkáváme s označením „*naivní teorie dítěte*“, „*žákovo pojetí učiva*“, „*prekoncepce*“ nebo „*žákovy interpretace*“ (Doulík a Škoda, 2008). „*Naivní teorii dítěte*“ neboli „*children's naive theories*“ či „*alternative conceptions*“ lze popsat, jako dětské pochopení světa (Doulík 2005b, s. 61-72). Jako představu, kterou si dítě utváří na základě vlastních zkušeností a zážitků (Průcha, Mareš a Walterová, 1995). Škoda et al. (2010, s. 9) uvádí, že se obvykle vztahuje k určitému „*komplexnějšímu fenoménu, je vybudována analogicky jako vědecká teorie a plní v omezeném rozsahu také obdobné funkce*“.

Dalším z hojně užívaných termínů je „*student's conception*“ či „*pupil's conception*“, který bychom mohli přeložit jako „*žákova koncepce*“ (Doulík, 2005b, s. 61-72). V české odborné literatuře se s tímto označením neseťkáváme příliš často, proto není ustálené (Mareš a Ouhrabka, 2001). Pivarč (2017, s. 50) tvrdí, že tento pojem odpovídá častěji se vyskytujícímu termínu „*žákovo pojetí učiva*“ či „*dětské pojetí učiva*“ a ve své práci je považuje za synonyma. Mareš a Ouhrabka (2001, s. 419) charakterizují tento pojem jako: „*komplex subjektivních představ, přesvědčení, poznatků a interpretací jevů jedincem, které se týkají školního učiva*“. Tento systém se vytváří na základě naivních teorií dítěte a na základě informací, které žák získává během školního vzdělávání, např. od učitele, spolužáků, z učebnice, atp. (Průcha, Mareš a Walterová, 1995). Jedná se tedy o širší pojetí problému ve srovnání s označením „*student's understanding*“, protože termín „*dětské pojetí*“ zahrnuje „*prekoncepce*“, „*miskoncepce*“ i „*mentální mapy*“ jedince (Škoda et al., 2010).

V německy psané literatuře se nejčastěji setkáváme s pojmy „*Präkonzept*“ a „*Misskonzept*“ (Nachtigall, 1986 in Mandíková a Trna, 2011, s. 9). Pojem „*Präkonzept*“ se užívá ve stejném významu jako v anglické literatuře pojem „*preconception*“ či v české „*prekoncepce*“ (synonymně „*prekoncept*“) a označuje intuitivní představu jedince, pomocí které se snaží dát smysl světu a dění okolo sebe (Mandíková a Trna, 2011). Prekoncepce zahrnují intuitivní představy jedince o věcech, pojmech a jevech, které si utvořil ještě před zahájením školní docházky, a které si v průběhu vzdělávání začíná zpřesňovat

(Mareš a Ouhrabka, 2001). Larochelle a Desaults (in Bertrand, 1998, s. 69) označují toto pojetí jako „*velmi nezralé, naivní či neúplné ve vztahu k přijaté normě*“. Nutně však toto pojetí nemusí být chybné, pouze odpovídá vývojovému stupni chápání dítěte (Škoda et al., 2010). Pojetí, které vyjadřuje žákovu mylnou představu ve vztahu k současnému vědeckému poznání, bývá v literatuře označováno jako „*miskoncepce*“ (synonymně „*miskoncept*“), „*misconception*“ či „*Misskonzept*“ (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012, s. 43). Na rozdíl od pojmu „*naivní teorie dítěte*“, který zahrnuje celou strukturu myšlení dítěte se „*prekoncepce*“ a „*miskoncepce*“ vztahují vždy ke konkrétnímu fenoménu (Mandíková a Trna, 2011).

V souvislosti s prekoncepsemi se také objevuje termín „*mentální model jedince*“, který představuje žákovy intuitivní představy, vědomosti, pojmy a zkušenosti každodenního života, včetně souvislostí mezi nimi (Vosniadou a Brewer, 1992). Piaček a Kravčík (1999) také tvrdí, že „*znalost něčeho znamená vlastnit také odpovídající reprezentaci v podobě dostatečně věrného a přesného mentálního modelu, včetně způsobilosti vykonávat různé kognitivní operace*“.

Variabilita termínů užívaných pro fenomén prekonceptí je v české i zahraniční literatuře pestrá. Autoři obvykle volí použití pojmu podle zaměření empirické části práce. Ve studiích, které jsou zaměřené teoreticky, jsou zvoleny obecnější termíny, jako např. „*žákovo pojetí učiva*“ nebo „*naivní teorie dítěte*“. V empiricky zaměřených studiích jsou častěji používána označení jako „*žákovy interpretace*“, „*spontánní představy*“ nebo „*prekoncepce*“ (Nezvalová, 2006, s. 55).

V této práci bude pro dětské interpretace světa, které se jeví jako naivní, neúplné nebo nezralé vzhledem k přijaté normě používán termín „*prekoncepce*“ či „*prekoncept*“, přičemž oba termíny budeme považovat za synonyma. Pro pojetí, která jsou chybná vzhledem k současnému vědeckému poznání, bude užíván termín „*miskoncepce*“ či ve stejném významu termín „*miskoncept*“.

### **3.1.2 Vymezení klíčových pojmů**

Podobně jako se u různých autorů setkáváme s rozdíly v označení fenoménu prekonceptí, objevují se v literatuře i analogické definice tohoto pojmu. V této práci se zaměříme pouze na pojmy prekoncepce a miskoncepce.

Řada autorů se při jejich definování opírá o pojem koncept, který chápe jako základní produkt poznávání (Bertrand, 1998; Škoda et al., 2010; Mandíková a Trna, 2011; Pivarč, Škoda a Doulík, 2012 a další). Podle Mandíkové a Trny (2011, s. 17) koncept představuje

„soubor příbuzných jevů, reálných i abstraktních objektů v podobě myšlenkových představ jedince“, které se vytváří na základě primární poznatkové struktury (prekonceptí) a jsou nezbytné pro proces poznávání. Prekoncepte lze tedy chápat jako „*laické, naivní, prvotní, subjektivní představy dítěte o světě*“ (Žaloudíková, 2013, s. 45). Utváří se od raného dětství zejména na základě vlastních zkušeností jedince (Doulík, 2005a). Podle Mandíkové a Trny (2011) má rozhodující vliv na jejich utváření také jedincovo vnímání okolí, zobecňování zkušeností a jeho samostatná pracovní činnost.

Prekoncepte obvykle zcela neodpovídají současnému vědeckému poznání, ale pomáhají dítěti pochopit realitu vnějšího světa (Čáp a Mareš, 2001). Umožňují mu třídit a zobecňovat minulé zkušenosti, na jejich základě interpretovat současnost a do určité míry předvídat budoucnost (Žaloudíková, 2013). Z pohledu dítěte se tyto představy jeví jako správné, logické a v dané situaci dobře fungující (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012). Podle Larochelle a Desaults (in Bertrand, 1998, s. 69) jsou však vzhledem k přijaté normě „*nezralé, naivní či neúplné*“. Škoda et al. (2010) uvádí, že nemusí být chybné, pouze odpovídají vývojovému stupni chápání dítěte. Podobně popisuje prekoncepte také Pivarč (2017, s. 54), který je chápe jako: „*poměrně ucelené, mnohdy značně robustní interpretační rámce, které se sestávají z dosavadních intuitivních představ, zkušeností, myšlenkových trsů a primárních poznatkových struktur utvářejících unikátní idiosynkratické pojetí jedince akcentované emocionální komponentou*“. Vždy se tedy vztahují ke konkrétním obsahům, událostem, procesům, jevům atp. a vykazují značnou odolnost vůči změnám, protože jsou emocionálně zabarvené a mají zážitkovou povahu (Doulík, 2005b).

Prekoncepte, které jsou vzhledem k obecně akceptovatelné vědecké teorii mylné, se označují jako miskoncepce (Mandíková a Trna, 2011). A podle Hartmana (2001) vznikají nejčastěji na základě nepravdivých nebo fragmentárních informací o daném konceptu, případně díky jedincovu chybnému zobecnění.

### **3.1.3 Geneze prekonceptí**

Vznikem a vývojem dětského myšlení se psychologové začali zabývat na začátku 20. století (Čáp a Mareš, 2001). V průřezu historie se ve vztahu k žákovským prekonceptím nejvíce operuje s myšlenkami, které ve svých dílech popsali Jean Piaget a Lev Semjonovič Vygotskij (Pivarč, 2017).

Jméno J. Piageta je spojováno s kognitivně psychologickou teorií učení, založenou především na aktivní činnosti žáka. Prekoncepte jsou zde chápány jako „*samostatné nástroje*

*činnosti poznávání,*“ které se neustále mění v závislosti na nových poznatcích, a na základě toho se začleňují do stávajících myšlenkových struktur jedince (Bertrand, 1998, s. 69). Piaget vychází z myšlenky, že učení a vývoj dítěte by měly být ve vzájemném souladu (Doulík, 2005a). A proces kognitivního vývoje popisuje jako hledání rovnováhy mezi principem akomodace a asimilace, na jejichž základě je dítě schopné přizpůsobovat se požadavkům vnějšího prostředí (Piaget, 1999). Do schémat, které si dítě utvořilo ze svých poznatků, představ a zkušeností, se snaží začlenit každou novou událost, nový objekt nebo zkušenost. Pokud nová představa odpovídá stávajícímu schématu, bez problému se do něj začlení, tento proces označuje Piaget jako asimilaci. Pokud ovšem nový objekt nebo událost do stávajícího schématu nezapadají, dítě si původní představy přepracuje a přizpůsobí nové situaci. Tento proces nese v Piagetově díle název akomodace (Piaget, 1999). Proces poznávání je tedy chápán jako vytváření rovnováhy mezi aktivní činností subjektu a pasivním přizpůsobováním se prostředí (Škoda, 2005b).

Další významnou osobností zabývající se dětským pojetím skutečnosti je L. S. Vygotskij, ruský psycholog, který se řadí mezi zastánce sociokognitivní teorie učení (Bertrand, 1998). Ve své teorii vychází z předpokladu, že psychický vývoj člověka výrazně ovlivňuje kultura, historie a sociální zkušenost jedince (Čáp a Mareš, 2001). Tvrdí, že hlavním cílem výuky by mělo být utvoření systému vědeckých poznatků v mysli jedince (Doulík, 2005a). Přičemž vývoj tohoto systému popisuje pomocí „*kontrastu mezi utvářením pojmů běžného života (tzv. spontánních pojmů) a pojmů vědeckých*“ (Škoda et al., 2010, s. 10). Podle Vygotského si jedinec spontánní pojmy vytváří přirozeně, obvykle při vlastní aktivitě nebo při přímém kontaktu s lidmi, zatímco vědecké pojmy vznikají nejčastěji záměrně během vyučování, na základě spolupráce žáka s dospělým (Doulík, 2005a). Vygotskij tvrdí, že pro smysluplné osvojení vědeckého pojmu je nutné, aby se vyučující opíral o určitou úroveň již předem osvojených spontánních pojmů žáka, zejména proto, že spontánní i vědecké pojmy tvoří v mysli jedince propojenou strukturu a vzájemně se prolínají a ovlivňují (Škoda et al., 2010).

Vygotskij rozlišuje dvě úrovně poznání. Úroveň současnou, která představuje dosavadní znalosti dítěte a úroveň budoucí, ke které dítě postupně směřuje (Bertrand, 1998). Své učení opírá o existenci tzv. zóny nejbližšího vývoje, která představuje rozdíl mezi schopností dítěte řešit úlohy samostatně a řešit složitější úlohy za pomoci dospělých (Škoda et al., 2010). Vygotskij tvrdí, že učení předbíhá psychický vývoj dítěte, který lze urychlit za pomoci dospělých (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012). Mareš a Ouhrabka (2001) však upozorňují, že jednostranné aplikování myšlenek Vygotského ve školním prostředí může

způsobit tendence učitelů snažit se co možná nejrychleji nahradit nedokonalé myšlenkové struktury dítěte poznatkovými strukturami dospělých, a tím vést žáky pouze k prázdnému osvojování slov bez jejich hlubšího porozumění.

Podrobné srovnání obou teorií ve vztahu k žákovským prekonceptům lze najít např. v publikaci Doulíka (2005a) či Škody (2005a). Piaget i Vygotskij tvrdí, že psychogeneze žákovského poznání vychází z „určitého kontrastu mezi vznikem spontánních a vědeckých pojmů“ (Škoda et al., 2010, s. 10). Oba druhy pojmů mají určité společné rysy, např. se s nimi setkáváme u dětí se stejnou mentální úrovní, jsou hluboce ukotvené v poznatkovém systému žáka a obvykle jsou velmi odolné k případným změnám (Doulík, 2005a). Piaget i Vygotskij se shodují také na tom, že během vývoje jedince jsou jeho spontánní i vědecké představy upravovány a přepracovány subjektivním myšlením. Přičemž dochází ke vzniku zcela „jedinečného individuálního pojetí fenoménu“ (Doulík, 2005b). Piaget chápe intelektuální vývoj dítěte jako „postupné vytlačování specifických vlastností dětského myšlení (spontánních pojmů) silnějším myšlením dospělých (vědeckými pojmy)“ (Škoda et al., 2010, s. 16). Zatímco Vygotskij vidí určitou souvislost mezi oběma pojmy. Tvrdí, že oba typy pojmů na sebe neustále působí a vzájemně se ovlivňují, protože nejsou ve vědomí dítěte izolovány (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012). A proto je pro optimální vývoj vědeckých pojmů nutné, abychom se při jejich osvojování opírali o spontánní pojmy dítěte (Doulík, 2005a).

### 3.1.4 Faktory formující prekoncepte

Na utváření prekonceptů má vliv celá řada faktorů, které např. Doulík (2002) rozdělil do dvou kategorií (faktory školní a mimoškolní). Uvedený autor tvrdí, že míra jejich působení na prekoncepte žáka závisí na věku a mentální úrovni dítěte a na působení exogenních a endogenních faktorů. Mezi endogenní faktory řadí osobnost žáka a jeho vrozené dispozice, tedy faktory vycházejí z biologických a psychických charakteristik jedince. Naopak do exogenní skupiny faktorů řadí sociální, kulturní, náboženské a jiné vlivy. Pivarč, Škoda a Doulík (2012) popisují, že dalším, v poslední době velmi výrazným exogenním faktorem ovlivňujícím žákovské prekoncepte, jsou hromadné sdělovací prostředky, např. tisk, televize, internet a další. Média poskytují celou řadu informací, které žáci obvykle neumí adekvátně analyzovat a kriticky zhodnotit, proto se velmi často nevhodným způsobem začleňují do poznatkového systému žáka a stávají se tak významným zdrojem miskonceptů (Brophy a Alleman, 2006).



Jiný pohled na utváření prekonceptí popisují B. Bolzano a K. Popper (in Hejný a Kuřina, 2000, s. 39), kteří tvrdí, že se na utváření struktury dětských pojetí podílí více skutečností. Tyto skutečnosti popisují pomocí idey tří světů: svět 1 (svět věcí) zahrnuje fyzikální svět, to, co člověka obklopuje. Zahrnuje Vesmír, přírodu, techniku, média apod. Jeho zkoumání je možné díky přírodovědným disciplínám, a ze všech tří světů je pro člověka nejpřístupnější. Svět 2 představuje duševní svět. Je souborem vědomých i nevědomých představ a zkušeností jedince, jeho emocí, myšlenek i úvah. Zkoumán a popisován je zejména psychologii. Svět 3 je označován jako svět kultury, svět příběhů, teorií, ale i argumentů a důkazů. Svět založený na kultuře a lidské řeči. Žákovské prekoncepte jsou podle Doulíka (2005b) tvořeny všemi třemi uvedenými světy, které se vzájemně doplňují a prolínají.

Další pohled popisuje např. J. Lowe (in Škoda, 2005a, s. 29), který tvrdí, že dětská pojetí ovlivňují zejména tři faktory. První z nich zahrnuje především přirozené, intuitivní reakce žáků a jejich osobní zkušenosti, uvedený autor ji označuje jako primitivní vědu („*gut science*“). Informace, které žákům poskytuje sociální prostředí a hromadné sdělovací prostředky označuje Lowe jako laickou vědu („*lay science*“). Třetí faktor, tzv. školní věda („*school science*“) zahrnuje poznatky a ideály, které žákům snaží předat škola. Dětské prekoncepte jsou podle Škody (2005b) ovlivňovány každým z těchto tří aspektů. V ideálním případě by měly být v rovnováze, vzájemně se prolínat a doplňovat (Škoda a Doulík, 2011). Často se však stává, že dané aspekty působí proti sobě a žáci si pro jeden fenomén vytvoří více paralelních pojetí. Typickým příkladem je tzv. školní pojetí fenoménu, které žák používá během výuky ve škole a pojetí, které používá pro stejný fenomén v běžných situacích (Nezvalová, 2006). Mandíková a Trna (2011) uvádí, že se někdy rozdílná pojetí fenoménu vytváří i v závislosti na jednotlivých vyučovacích předmětech.

### 3.1.5 Struktura prekonceptí

Strukturální charakteristika prekonceptí je v odborné literatuře popisována pouze okrajově (Pivarč, 2017). Obvykle jsou pro její popis používány termíny: složky (Gavora, 1992; Mareš a Ouhrabka, 1992), dimenze (Doulík a Škoda, 2003) nebo kategorie (Pivarč, 2017).

Gavora (1992) stejně jako Mareš a Ouhrabka (1992) popisuje prekoncepte pomocí dvou složek – kognitivní a afektivní. Do kognitivní složky zahrnují pochopení obsahu pojmu konkrétním jedincem, do afektivní potom jedincovy postoje, přesvědčení a hodnocení určitého fenoménu. Podobně je struktura prekonceptí charakterizována také v publikaci

Blaškové a Jelínkové (1993), kde je kognitivní a afektivní složka rozpracována ještě na jejich vnitřní (paměťovou) a vnější (činnostní) formu. Mareš a Ouhrabka (2001) doplňují afektivní a kognitivní dimenzi prekonceptí o třetí složku – konativní, kterou popisují jako schopnost jedince operovat s vlastními interpretacemi.

Nejpodrobněji je strukturní charakteristika prekonceptí popsána v práci Doulíka a Škody (2003), kteří ji vymezují pomocí čtyř dimenzí. Jedná se o dimenzi kognitivní, afektivní, zastrukturování a plasticitu.

Kognitivní dimenze představuje dosavadní úroveň znalostí a vědomostí jedince, které si o daném fenoménu utváří. Čáp a Mareš (2001) ji označují jako hloubku poznání, jako jeho obsah a rozsah. Poznatky, které dítě získává, mohou být vědecky správné, někdy však také v podobě zafixovaných chybných teorií či naivních představ (Held a Pupala, 1992). Mohou vznikat spontánně i záměrně, přičemž spontánní utváření poznatků převažuje u jedinců v dětském věku, záměrné se pak uplatňuje později, nejčastěji během povinného školního vzdělávání (Doulík a Škoda, 2003).

Afektivní dimenze prekonceptí zahrnuje emoce, přesvědčení i postoje, které dítě k danému fenoménu zaujímá (Doulík a Škoda, 2003). Z chronologického hlediska může vznikat současně s kognitivní dimenzí, někdy se však utváří dříve či později (Škoda et al., 2010). Pivarč (2017) uvádí, že obě uvedené dimenze jsou vzájemně velmi úzce propojeny, protože znalosti, zkušenosti a představy jedince nelze izolovat od emocionálního prožívání. Škoda et al. (2010) podobně i Kubicová (2018) popisují, že emoce výrazně ovlivňují zapamatování získaných informací a člověk si lépe pamatuje věci, které v něm vyvolávají radost nebo jinou silnou emoci.

Zastrukturování vychází z toho, že představy nelze chápat izolovaně. Jsou vzájemně propojené celou řadou asociačních vazeb, které si jedinec mezi pojmy vytváří (Doulík a Škoda, 2003). Pojem, který později v mysli jedince reprezentuje určitý fenomén, se dostává do interakce s dalšími podobně utvořenými pojmy a dochází k jejich začleňování do konceptuálních struktur dětských představ (Škoda a Doulík, 2011).

Plasticita zahrnuje dynamickou složku představ, je chápána jako schopnost přizpůsobovat se pružně reagovat na změny (Doulík a Škoda, 2003).

Yip (1998) uvádí, že v rámci diagnostické nebo výzkumné činnosti je možné analyzovat každou strukturní složku prekonceptí zvlášť. Největší pozornost je však ve výzkumných pracích věnována kognitivní dimenzi. Podle Škody (2005a) je to hlavně z důvodu, že je tato složka nejsnadněji přístupná diagnostickým metodám.

### 3.1.6 Typické znaky prekonceptí

Přestože se prekoncepce vytváří u každého jedince na základě jeho specifických zkušeností a jsou ovlivňovány celou řadou vnějších i vnitřních faktorů, vykazují určité typické znaky, které popisují např. Doulík (2005b), Mandíková a Trna (2011) nebo Pivarč (2017).

Prvním z nich je jejich trvalost a odolnost vůči změnám. Tato charakteristika souvisí se vznikem prekonceptí, který je velmi často spontánní a doprovází jej silné emoce (Doulík, 2005b). Jedinec si poznatky vytváří na základě vlastních zkušeností, a protože se mu jeví jako logicky správné a funkční, bývá obtížné je následně během školního vzdělávání měnit a často přetrvávají až do dospělosti (Pivarč, 2017). Vznik prekonceptí je také velmi často spojen s pozitivními emocemi, proto se ukládají v epizodické paměti, která je trvalejší a odolnější vůči změnám než sémantická paměť, kde se ukládá většina informací předávaných školní výukou (Mandíková a Trna, 2011).

Dalším typickým znakem je nezávislost prekonceptí na studijních výsledcích žáka. Mandíková a Trna (2011, s. 20) upozorňují, že na základě výsledků výzkumných studií mnoha zahraničních autorů, se u žáků s výborným prospěchem ve fyzice objevovaly tytéž charakteristické chyby jako u jejich méně úspěšných spolužáků. Úspěšnější žáci si sice během výuky osvojili nové poznatky a uměli je aplikovat v určitých situacích ve škole, ale v běžném životě stále používali své dřívější koncepce. U žáků se tedy můžeme setkat s několika paralelními koncepcemi určitého fenoménu, které mohou být příčinou nesprávného propojení a zastrukturování širšího celku poznatků, jak uvádí např. Pivarč (2017).

Další typickou charakteristikou žákovských prekonceptí je jejich nezávislost na věku jedince. Prekoncepce vznikají už v raných stádiích ontogenetického vývoje, ale protože je děti neumí příliš dobře slovně vyjádřit, je nesnadná i jejich identifikace (Doulík, 2005b). Lze předpokládat, že spolu s jedincovým vývojem řeči se rozvíjí i jeho prekoncepce, dítě se postupně učí vyjadřovat své představy pomocí slov, které později nahrazuje symboly (Pivarč, 2017). Podle Mandíkové a Trny (2011) se však samotná prekoncepce nemění ani s rostoucím věkem a vzděláním jedince. Uvádí, že se mění pouze forma vyjádření, ale podstata zůstává stejná. Škoda (2005b) dále uvádí, že prekoncepce nezávisí ani na typu školy, národnosti nebo na státní příslušnosti jedince.

### 3.1.7 Prekoncepce ve výuce

Problematika prekonceptí a jejich vliv na školní výuku je v posledních letech hojně diskutovaným tématem. Vědci se zabývají otázkou, jaký vliv mají dříve získané znalosti a zkušenosti jedince na osvojování nových poznatků (Nezvalová, 2006), jak lze modifikovat prekoncepce, případně jaké strategie lze uplatnit k překonání nesprávných kognitivních struktur v paměti jedince (Posner et al., 1982). Studium a analýza prekonceptí umožňuje také získat nový pohled na vznik a vývoj koncepcí, tedy na to, jak žáci získávají informace a jak je vnitřně zpracovávají (Škoda, 2005b).

V současné době dochází k masivnímu nárůstu poznatků a informačních zdrojů, se kterými se během výchovně vzdělávacího procesu učitelé a jejich žáci setkávají (Čáp a Mareš, 2001). Pivarč (2017) uvádí, že na základě této změny je nutné přehodnotit také přístup k současnému českému školství, kde stále převládá transmisivní model řízení učební činnosti žáků. Při transmisi jsou žákům předávány hotové informace, obvykle v podobě definic nebo abstraktních teorií (Průcha, 2000). Žáci si je sice zapamatují, ale nedochází k jejich hlubšímu porozumění (Čáp a Mareš, 2001). Tento způsob vyučování nepodporuje rozvoj složitějších myšlenkových operací, jako je např. analýza, syntéza, generalizace apod., podporuje pouze zapamatování a následnou pamětní reprodukci poznatků (Průcha, 2000). Podle Pivarče (2017) by vzdělávání v dnešní době nemělo klást takový důraz na předávání vyčerpávajícího množství informací studentům, ale na rozvoj klíčových kompetencí, které jim umožní získané informace logicky třídit, kriticky zhodnotit a využívat v reálném životě.

V reakci na danou problematiku proběhla v České republice tzv. kurikulární reforma, která se snaží upřednostňovat pedagogické koncepce založené na aktivní činnosti žáků, jedná se např. o konstruktivismus (Walterová, 1994), který je v pedagogickém slovníku (Průcha, Mareš a Walterová, 1995, s. 105) vymezen jako „*široký proud teorií, založených na aktivní činnosti učícího se jedince*“, jeho vnitřních předpokladech a interakci s prostředím a společností. V rámci pedagogiky se pak dělí do dvou proudů. Prvním z nich je kognitivní konstruktivismus, který „*vychází především z evropské genetické epistemologie J. Piageta a americké kognitivní psychologie (J. S. Bruner aj.). Snaží se realizovat didaktické postupy založené na předpokladu, že poznávání se děje konstruováním tak, že si poznávací subjekt spojuje fragmenty informací z vnějšího prostředí do smysluplných struktur a provádí s nimi mentální operace podmíněné odpovídající úrovní jeho kognitivního vývoje* (Průcha, Mareš a Walterová, 1995, s. 105-106). Druhý směr představuje sociální konstruktivismus, který „*vychází z prací o sociální dimenzi učení (A. Bandura, L. S. Vygotskij) a zdůrazňuje*

*nezastupitelnou roli sociální interakce a kultury v procesu konstrukce poznání“* (Průcha, Mareš a Walterová, 1995, s. 106).

Konstruktivismus jako teorie učení se zaměřuje na žákovy poznatkové struktury a tvrdí, že systematická práce s nimi pomáhá zvýšit efektivitu výuky (Pivarč, 2017). Podle některých autorů, např.: Phillips (1995); Škoda a Doulík (2002); Mandíková a Trna (2011); Žaloudíková (2013); Pivarč (2017) a další, lze proces učení chápat jako postupné zdokonalování a modifikování žákovských prekonceptů. Mandíková a Trna (2011) uvádí, že kromě nově vznikajících poznatků ovlivňují prekoncepte také žákovy dříve získané znalosti a zkušenosti. Pokud jsou v souladu s vědecky uznávanými poznatky, mohou pomáhat správnému pochopení učiva. Pokud však existuje rozpor mezi vědeckou teorií a žákovskými prekoncepty, pochopení dané problematiky se značně ztíží (Pivarč, 2017). Tento nesoulad může vést ke zkreslenému či chybnému osvojování pojmů, neúplnému porozumění učivu a přehlížení důležitých souvislostí mezi jevy, atp. (Mandíková a Trna, 2011). Podle Škody (2005b) se velmi často stává, že miskoncepte nejsou během výuky učitelem opraveny a žáci si je zafixují. A protože odpovídají logickému uvažování žáka a jeho individuálním zkušenostem, vykazují značnou odolnost vůči případným změnám (Mareš a Ouhrabka, 1992). Z tohoto důvodu je podle Furio Mas a Perez (1987) nutné diagnostikovat žákovské prekoncepte během výuky včas, aby se následně mohla zvolit vhodná strategie pro jejich překonání. Maňák a Švec (2003) uvádí, že prekoncepte mohou být ovlivněné i vhodně zvolenou vyučovací metodou. Podle Vybírala (1996) se pro práci s nimi osvědčuje např. projektová, skupinová či kooperativní výuka. Doulík a Škoda (2002) doporučují zejména metody výuky, při kterých dochází k aktivní konstrukci poznatků samotným žákem.

## 3.2 Didaktické teorie popisující problematiku žákovských miskoncepcí

Během školní výuky se učitelé často potýkají se situacemi, kdy dochází k vzájemnému prolínání žákovských prekonceptů a vědeckých teorií (Škoda, 2005b). Pokud jsou v souladu, lze z prekonceptů během vyučování vycházet a na jejich základě budovat a rozvíjet žákovy současné znalosti (Mandíková a Trna, 2011). Pokud jsou však žákovy dosavadní poznatky s vědeckou teorií neslučitelné, mohou bránit správnému pochopení učiva. Z tohoto důvodu je nutné usilovat o jejich restrukturalizaci (Škoda et al., 2010). Pivarč (2017) uvádí, že existuje systém různých strategií a postupů, pomocí kterých se ve vyučovacím procesu dají žákovské miskoncepce ovlivňovat. Přičemž dvě nejdůležitější z nich, teorie konceptuální změny a model didaktické rekonstrukce, jsou stručně popsány v následujících podkapitolách.

### 3.2.1 Teorie konceptuální změny

Jeden z nevýznamnějších přístupů k postupné modifikaci prekonceptů představuje teorie konceptuální změny. Tuto strategii poprvé popsali Thomas Kuhn a Paul Feyerabend (Pivarč, 2017). V rámci přírodovědného vzdělávání byla rozpracována v podobě modelu konceptuální změny, který navrhli o několik let později Posner et al. (1982).

Posner et al. (1982) rozlišují při konstrukci nových poznatků mezi procesem asimilace a akomodace. Při asimilaci se opírají o již existující koncepty žáka a na jejich základě budují novou teorii. Pokud je žákovy původní prekoncepce chybná, musí dojít k její modifikaci, tento proces označují jako akomodaci a její průběh popisují právě pomocí modelu konceptuální změny, který je schematicky znázorněn na obrázku 1.

Uvedený model (Posner et al., 1982, s. 214) je založen na předpokladu, že pro to, aby došlo k restrukturalizaci žákových poznatků, je nutné splnit čtyři základní podmínky:

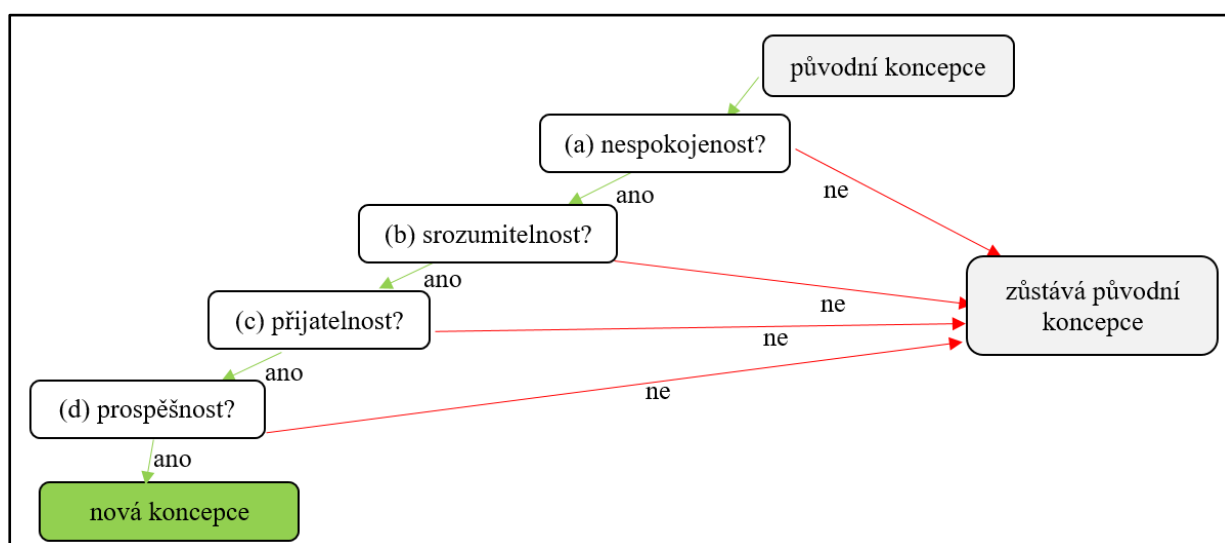
(a) Žáci jsou nespokojeni se svou dosavadní představou. Dle Posnera et al. (1982) se předpokládá, že je jedinec ochoten přistoupit ke změně svého dosavadního smýšlení, pouze v případě, že se jeho současná představa jeví jako nefunkční. Mandíková a Trna (2011) uvádí, že během školní výuky se učitelé v této fázi snaží u žáků vyvolat tzv. kognitivní konflikt, tedy předkládat jim problémové úlohy a rébusy, které zdůrazní, že jejich dosavadní prekoncepce jsou mylné a v dané situaci nemohou fungovat, na rozdíl od předkládané koncepte.

(b) Nová koncepte se jeví jako srozumitelná. V dalším kroku konceptuální změny se žáci seznámí s vědecky akceptovatelným vysvětlením daného fenoménu. Je nutné, aby toto

vysvětlení bylo žákům co možná nejlépe a hned několika různými způsoby popsáno, tak, aby se pro ně stalo zřejmým a snadno pochopitelným.

(c) Nová koncepce se také žákům musí jevit hned od počátku jako pravdivá. Musí žákům poskytnout přesvědčivé informace, díky kterým se vyřeší kognitivní konflikt, který vznikl mezi žákovou prekonceptí a nově předkládaným konceptem. Pokud se tak nestane, je velmi pravděpodobné, že žáci ztratí o novou koncepci zájem.

(d) Nová koncepce by neměla být konečným produktem poznání, ale spíše otevřít možnosti pro nové objevování, mít potenciál pro další učení.



**Obrázek 1:** Model konceptuální změny Posner et al. (1982) - upraveno dle Dole a Sinatra (1998, s. 114)

Někteří autoři kritizovali tento model kvůli nedostatečnému zohlednění sociálních faktorů, kterými je proces učení ovlivňován, jiní upozorňovali na problematiku kognitivního konfliktu, který nenastane vždy a u všech žáků na základě stejných podnětů (Read, 2004). Sungur, Tekkaya a Geban (2001) zase zdůrazňovali klíčovou roli motivace, hodnot, cílů a zájmu o daný obor na straně žáka. Podobně i Dole a Sinatra (1998) tvrdí, že pokud žákova motivace není dostatečně silná, např. když se učí pouze s jediným cílem uspět u zkoušky, nedojde ke změně jeho dosavadní koncepce, ani v případě, že u něj dojde ke kognitivnímu konfliktu. Chinn a Brewer (1993) popisují, že žáci vždy nereagují na konceptuální změnu přijetím předkládané teorie, mnohdy dochází v jejich myšlenkových strukturách pouze k částečné změně, přijímají pouze vybrané informace, které si začleňují do svých stávajících poznatkových struktur, případně nové koncepce odmítnou nebo zcela ignorují.

Posner et al. (1982) také uvádí, že přeměna žákova původního přesvědčení může proběhnout rychle, ale mnohem častěji se jedná o dlouhodobější proces. Žáci jsou totiž obvykle ochotni přistoupit ke změně svého smýšlení až po několika neúspěšných pokusech začlenit nové koncepce do svého stávajícího poznatkového systému (Posner et al., 1982).

Ve výuce se k uplatnění modelu konceptuální změny používá hned několik strategií. Obvykle jsou založené na aktivní činnosti žáka (Read, 2004), vyžadují dostatek času a prostoru na to, aby si žáci uvědomili své stávající koncepce a byli schopni přijmout a následně aplikovat nově přijaté myšlenky (Sungur, Tekkaya a Geban, 2001).

První strategii, která spočívá v aktivní roli učitele předstírajícího nevědomost a svými otázkami postupně přivádějícího žáky k přemýšlení nad danou problematikou, popisuje např. Posner et al. (1982, s. 226). Tato strategie je vhodná především pro překonávání jednoduchých mylných představ a např. Read (2004, s. 5-6) uvádí, že se mu osvědčila při výuce systematického zařazení kytovců do třídy savci, nikoliv do třídy ryby, jak je pro představy mladších dětí typické. Uvedený autor předpokládá, že žáci mají vytvořenou intuitivní představu o tom, že ryby dýchají pomocí žaber. Učitel je tedy svými otázkami přivede k uvažování, že na rozdíl od nich se kytovci s každým nádechem musí vynořit nad hladinu. Pokud mají žáci dostatek znalostí o savcích a znají některé typické znaky této třídy, není pro ně problematické přijmout nový koncept, tedy, že kytovci jsou savci.

Další strategii testovali ve výuce Sungur, Tekkaya a Geban (2001), kteří pro změnu žákovských představ o oběhové soustavě použili speciálně upravené texty (*conceptual change texts*). Tyto texty sestavili tak, aby žáci při jejich čtení byli nuceni konfrontovat své dosavadní poznatky s vědecky přijatelným vysvětlením. V první části textů konceptuální změny byly zdůrazněny rozdíly mezi vědecky akceptovatelnou teorií dané problematiky a v populaci nejčastěji zastoupenými miskoncepcemi. Cílem této části textu bylo navodit u žáků kognitivní konflikt. V další části textu žákům předložili vědecky přijatelná vysvětlení spolu s názornými příklady, argumenty a obrázky tak, aby se pro ně stala snadno srozumitelná, pravdivá a funkční. Sungur, Tekkaya a Geban (2001) také zdůrazňují, že při zvolení této strategie je klíčová role učitele, který by měl zastávat především roli facilitátora. Hlavní činnost během výuky by měla být ponechána samotným žákům. Učitel by však měl zadávat pokyny, kterou část textu si mají v daný okamžik přečíst a pomocí průběžného dotazování se snažit aktivovat jejich vlastní mylné představy a poskytovat vysvětlení vědecké koncepce.



### 3.2.2 Model didaktické rekonstrukce

Jednou z hlavních činností učitele během vyučování je zprostředkovat žákům vědeckou teorii takovým způsobem, aby pro ně byla srozumitelná a snáze přijatelná (Mandíková a Trna, 2011). Při didaktické transformaci učiva, jak lze tento proces označit, je nutné zohlednit řadu faktorů, např. věk žáků, jejich mentální úroveň, doposud získané znalosti, jejich prekoncepce apod. (Doulík a Škoda, 2008). V důsledku toho je často potřeba vzdělávací obsah vyučovacího předmětu upravit, někdy zkrátit, vybrat z něj to nejpodstatnější apod. (Müllerová, 2002).

Knecht (2007) popisuje, že jedním z prvních autorů, kteří se začali touto problematikou zabývat, byl Dietrich Hering, který navrhl celkem 3 možnosti, jak dospět k didaktickému zjednodušení vzdělávacího obsahu. První z nich popisuje jako „*posloupné zjednodušení (Stufenvereinfachung)*“, během kterého se učitel soustředí na podstatné rysy teorie, ty se snaží žákům předat, ale vypustí velké množství detailů a podrobností, které nepovažuje za podstatné (Knecht, 2007, s. 70). Další možnost popisuje jako „*strukturální zjednodušení (Teilaussagen Vereinfachung)*“, tuto strategii používá pro obtížnější učivo, které není možné vynechat. Uvádí, že v takovém případě je nutné, abychom se zaměřili pouze na klíčové charakteristiky pojmu. Jeho ostatní vlastnosti by měly být s ohledem na žákovy schopnosti vynechány (Knecht, 2007, s. 70-71). Třetí z možností je „*zástupné zjednodušení (Oberbegriff Vereinfachung)*“ opírající se o nadřazené pojmy, které by měly být pro žáka dobře známé. Každý nový pojem, který se žákovi předkládá, by pak měl být vysvětlován jako další charakteristika již dobře známého nadřazeného pojmu (Knecht, 2007, s. 71).

Někteří autoři zdůrazňují, že při konstrukci nových poznatků nehraje roli pouze výběr a zjednodušení obsahu učiva, ale také jeho praktické využití či potenciální význam pro život žáka v budoucnosti (Knecht, 2007). Dalším faktorem jsou žákovy dosavadní poznatky a představy o daném fenoménu či osobnost učitele a jeho kompetence (Kattmann, 2009). Ve výuce tedy nestačí usilovat pouze o zjednodušení vzdělávacího obsahu, ale také o restrukturalizaci a modifikaci dosavadního poznatkového systému žáka (Škoda et al., 2010).

Právě v souvislosti s touto problematikou vznikl model didaktické rekonstrukce. Tento model je založený na systematické práci se žákovskými prekoncepce, které se snaží přizpůsobit, přetvořit nebo rozšířit na poznatkové schéma, které je sice jednodušší než předkládaná vědecká teorie, ale není s ní v rozporu (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012).

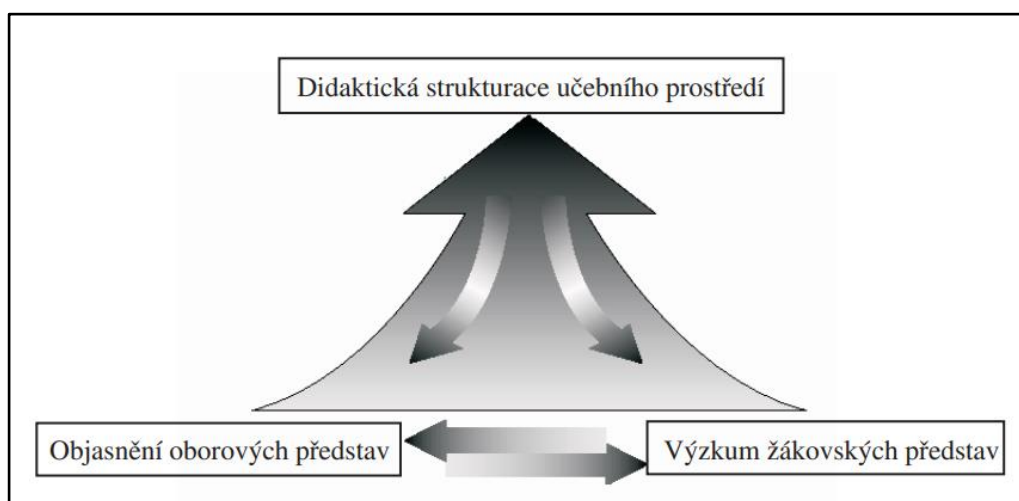
Kattmann (2009, s. 20) však uvádí, že „v modelu didaktické rekonstrukce jsou oborové koncepty a žákovské představy chápány jako rovnocenné“ a jedná se o stěžejní zdroje pro „pedagogické znovuvytvoření“ vyučovacího obsahu (Škoda et al., 2010, s. 26).

Podle Kattmanna (2009, str. 20) se pak v modelu didaktické rekonstrukce řeší tři základní výzkumné otázky: „objasnění oborových představ, výzkum žákovských představ a didaktická strukturace učebního prostředí“ (viz obrázek 2), které uvedený autor popisuje následovně:

(a) Objasnění oborových představ spočívá v identifikaci klíčových poznatků vědního oboru. Zahrnuje obsahovou složkou tématu, sociální kontext, didaktická hlediska i případné problémy, které mohou ve výuce nastat.

(b) V rámci fáze výzkumu a diagnostiky žákovských prekonceptů se zkoumá četnost výskytu a úroveň dosavadních znalostí, představ, myšlenkových procesů ve vědomí žáka. V rámci této fáze vznikají také návrhy strategií, jak docílit situace, kdy je žák ochoten přijmout nové poznatky.

(c) Při didaktickém strukturování učebního prostředí dochází na základě zjištěných vědeckých koncepcí a prekonceptů k plánování tematických okruhů, rozhodování o cílech, obsahu a metodách výuky. Knecht (2007) uvádí, že je v tomto procesu nutné pracovat také s kontextem celé vědní disciplíny, zohledňovat vztahy mezi jednotlivými předměty, sledovat úspěšnost žáků a všechny ostatní faktory, které mohou mít vliv na školní úspěšnost žáka.



**Obrázek 2:** Model didaktické rekonstrukce (převzato z Kattmann, 2009, s. 20, do češtiny přeložil Petr Knecht)

Výsledkem procesu didaktické rekonstrukce je nová obsahová struktura tématu, která je přizpůsobena žákům dané věkové kategorie (Škoda et al., 2010), ale zároveň odpovídá vědeckým konceptům a zohledňuje vztahy mezi nimi (Pivarč, 2017).

Konkrétní příklad didaktické strukturace biologického výukového tématu zpracovaného podle modelu didaktické rekonstrukce poskytuje obrázek 3.

**Příloha 1: Didaktické strukturování**

Průběh vyučovací hodiny týkající se klasifikace obratlovců „Z vody na zem“ (5/6. ročník)

**(1) Uspořádání na základě životních prostorů**  
*Evoluční idea:* Obratlovci během evoluce osídlili nejprve vodu, odkud se přesunuli na pevninu, takže mohou být zprostředkovány jejich fylogenetické skupiny na základě (původních) životních prostorů. Tomu odpovídají velké skupiny obratlovců: ryby (voda), obojživelníci (voda/země) a („pravá“) suchozemská zvířata. Životní prostory současně reprezentují systematické skupiny. „Pravá suchozemská zvířata“, která vůbec nevypadají podle systematické skupiny, reprezentují v tomto výčtu jedinou skutečnou fylogenetickou skupinu – živočich s vnitřním plodovým obalem (Amniota).

**(2) Detektivní práce: historie zanechává stopy**  
Vzhledem k tomu, že je změna životního prostoru možná, mohli by obratlovci žijící ve vodě pocházet také ze zemských zvířat. Znakem suchozemských zvířat je, že se celý jejich vývoj odehrával na zemi: suchozemská zvířata kladou svá vejce na zem. Na základě tohoto kritéria lze rozpoznat jako pravá suchozemská zvířata mj. krokodýli a želvy.

**(3) Pomocná kritéria: peří a srst**  
Skupina pravých suchozemských zvířat je dále členěna, mj. na základě užívání vzdušného prostoru. Tak vznikne skupina ptáků. Pro přiřazení ke třídám se teprve nyní používají znaky, jako jsou např. peří a srst. Důvodem pro spolupříslušnost však zde je společná fylogeneze, nikoliv podobnost. Tyto znaky jsou zde pouze pomůckou, která přiřazení umožňuje ověřit, resp. ho usnadňuje. Poslední „chybná přiřazení“ lze pouze korigovat: netopýři, velryby, tučňáci.

**(4) Rozšíření do různých životních prostorů**  
V posledním kroku lze názorně demonstrovat, jak takto vytvořené skupiny sekundárně a v různé míře osídlovaly různé životní prostory. Ještě jednou lze demonstrovat diverzifikace životních forem a „návrat“ zemských zvířat do vody. Jako přenos může být chápáno osídlování různých prostorů saury (dinosauři atp.).

**Obrázek 3:** Didaktická strukturace vyučovacího tématu (převzato z Kattmann, 2009, s. 30, do češtiny přeložil Petr Knecht)

### **3.3 Diagnostické metody žákovských prekonceptí**

#### **3.3.1 Význam diagnostiky prekonceptí**

Diagnostika prekonceptí má velký význam pro praxi učitelů. Umožňuje zjistit úroveň žákovských pojetí daného fenoménu v konkrétní třídě, odhalit případné miskoncepce a následně s nimi pracovat (Mandíková a Trna, 2011). Vzhledem ke značné odolnosti miskonceptí vůči změnám, je stěžejní, aby je výzkumníci určili správně a k jejich identifikaci používali vhodné nástroje, se kterými umí pracovat (Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015). Nesprávné vyhodnocení může u žáků podporovat vznik dalších mylných představ. Diagnostika prekonceptí umožňuje učitelům také snáze vymezit základní pojmy jednotlivých tematických celků učiva a pro dané téma zvolit vhodnou vyučovací metodu (Škoda a Doulík, 2011). Škoda (2005b) uvádí, že údaje získané z výzkumných šetření by měly být brány v úvahu také při tvorbě nových učebnic a školních vzdělávacích programů.

Přestože se autoři shodují na stěžejním významu diagnostiky prekonceptí, Škoda a Doulík (2005) tvrdí, že dnešní učitelé nejsou během svého studia připravováni tak, aby byli schopni s prekonceptem žáků ve výuce systematicky pracovat. Informace o této problematice studenti získávají spíše okrajově, na teoretické úrovni v rámci oborových didaktik.

#### **3.3.2 Metody a nástroje diagnostiky prekonceptí**

Na základě rozsáhlé literární rešerše Gurel, Eryilmaz a McDermott (2015) zjistili, že se pro výzkum žákovských miskonceptí používá celá řada diagnostických metod, podobně jako pro jiné oblasti pedagogického výzkumu, které popisuje např. Gavora (2000) nebo Chráška (2007). Volbu metody ovlivňuje celá řada faktorů, např. zaměření výzkumu, počet testovaných žáků, možnost srovnání údajů s ostatními výzkumy nebo délka časového období na získání dat a jejich zpracování (Chráška, 2007). Doulík a Škoda (2008) zdůrazňují, že je nutné zohlednit také mentální úroveň a věkové zvláštnosti testované skupiny a dobu, po kterou jsou žáci schopni udržet pozornost. Rozhodující vliv mají také schopnosti výzkumného pracovníka (Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015).

Při diagnostikování žákovských prekonceptí různých fenoménů se autoři obvykle orientují pouze na jejich kognitivní dimenzi, protože se nejsnadněji zjišťuje a validuje (Pivarč, 2017). Nejčastěji jsou k tomu užívány tři základní výzkumné metody – didaktické (též konceptové) testy, rozhovor (interview) a pojmové mapování (Doulík a Škoda, 2008;

Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015). Doulík a Škoda (2008) uvádí, že dalšími hojně využívanými metodami jsou analýzy žákovských výtvorů, zejména textů nebo kreseb, někdy se lze setkat také s pozorováním či případovými studiemi.

### 3.3.2.1 Písemné didaktické (konceptové) testy

Písemné testování je jednou z nejpoužívanějších metod kvantitativního výzkumu v pedagogické diagnostice. Umožňuje v relativně krátké době získat data od velkého množství respondentů. Odpovědi lze navíc statisticky vyhodnotit a následně porovnávat s výsledky jiných výzkumných šetření (Chráška, 2007). Hlavní nevýhodou této metody je fakt, že neumožňuje zkoumat odpovědi respondentů do hloubky, ani text přizpůsobit konkrétním situacím (Škoda, 2005b).

Pro identifikaci prekonceptů se z písemných metod nejčastěji používají didaktické testy, které někteří autoři označují také jako konceptové testy (Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015). Nejčastěji potom ty, které vyžadují respondentovu otevřenou širokou odpověď (*open-ended tests*) (Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015). Objevují se také testy s produkčními úlohami, které umožňují lépe a souhrnněji zachytit strukturu dětských pojetí (Mandíková a Trna, 2011) nebo testy s předem danými možnostmi výběru odpovědi (*multiple-choice tests*). Hlavní výhodou *multiple-choice tests* je poměrně velká spolehlivost, objektivita a univerzálnost jejich využití (Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015). Naopak nevýhodou může být, že se v nabídce výběru možných odpovědí nemusí odrážet žákovské pojetí fenoménu, ale spíše pojetí autora, který didaktický test sestavil (Moss et al., 2001 in Doulík a Škoda, 2008). Proto se testy s předem daným výběrem možných odpovědí obvykle používají pouze v kombinaci s jinými metodami výzkumu, např. pro zjištění četnosti dané prekoncepte v populaci apod. (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012).

Při diagnostice žákovských prekonceptů se často setkáváme také s používáním dvouúrovňových testů, které mají formálně podobu testu s výběrem možných odpovědí, ale odpověď žáka se skládá ze dvou kroků (Mandíková a Trna 2011). V prvním z nich si respondent vybere z několika uvedených nabídek odpovědi tu, kterou považuje za správnou. Ve druhém kroku svou volbu zdůvodní (Škoda, 2005b). Příklad otázky dvouúrovňového testu (viz obrázek 4) lze najít např. v publikaci Lin (2004), která je zaměřena na zjišťování žákovských prekonceptů o rostlinách.

**1. Závisí klíčení semen na „vodě“?**

(A) Ano

(B) Ne

**Zdůvodnění mé odpovědi je:**

1. Semeno potřebuje vodu během fotosyntézy k tvorbě živin potřebných pro klíčení.
2. Když semeno absorbuje vodu, změkne jeho povrch a začne metabolismus, následně dojde k jeho vyklíčení.
3. Když semeno absorbuje vodu, škrob v semeni se hydrolyzuje na glukózu, která je důležitou živinou pro klíčení.
4. Semeno samo o sobě obsahuje živiny pro klíčení, vody není třeba.
5. Semeno klíčí v suchém stavu.
6. Nevím.

**Obrázek 4:** Ukázka otázky dvouúrovňového testu (upraveno dle Lin, 2004, s. 191, překlad autorka)

Ovšem ani při použití dvouúrovňových testů nemusí být zcela jasné, zda je chybná odpověď žáka způsobena pouze nedostatkem znalostí či samotnou miskoncepcí, proto někteří autoři zvolili pro své výzkumy třístupňové či čtyřstupňové testy (Gurel, Eryilmaz a McDermott, 2015).

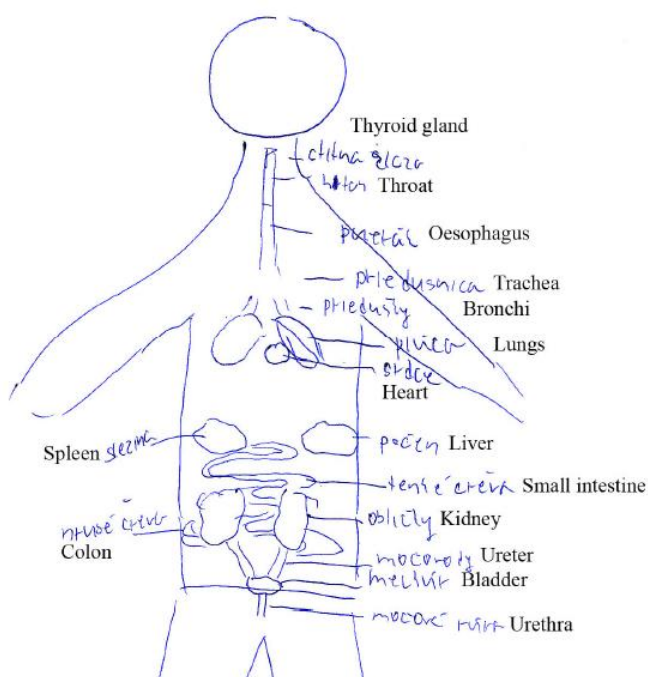
### **3.3.2.2 Rozhovor (interview)**

Pro menší počet respondentů je jednou z nejčastěji používaných metod diagnostiky prekonceptí rozhovor (Škoda, 2005b). Jeho základ tvoří bezprostřední slovní komunikace, při které se výzkumný pracovník táže na otázky a respondent na ně odpovídá (Chráška, 2007). Otázky mohou být otevřené, polouzavřené i uzavřené, přičemž pro diagnostikování prekonceptí se nejčastěji používají otevřené otázky (Škoda, 2005b). Hlavní výhodou interview je možnost navázání osobního kontaktu s respondentem, který umožňuje zachytit představu jedince v komplexnější podobě (Osuská a Pupala, 1996). Osobní kontakt také umožňuje jít do hloubky k podstatě problému a pružně reagovat na odpovědi respondentů, případně upřesnit otázky (Mandíková a Trna, 2011). Nevýhodou je zase jeho značná časová náročnost a fakt, že nezkušený výzkumník může svému respondentovi intuitivně podsouvat své vlastní pojetí daného fenoménu a vlastní strategie jeho řešení, takže nakonec nemusí z rozhovoru získat validní údaje (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012).

### 3.3.2.3 Analýza žákovských výtvorů

Další používanou metodou k diagnostice prekonceptí je analýza žákovských výkonů a výtvorů, která umožňuje získat představu o žákovu přístupu k dané problematice (Mandíková a Trna, 2011). Ke zjišťování prekonceptí se nejčastěji používá analýza písemného projevu žáka nebo analýza kresby (Škoda, 2005b). Rennie a Jarvis (1995) uvádí, že dětská kresba je velmi vhodným nástrojem testování zejména u mladších dětí, protože má projektivní charakter. To znamená, že do ní dítě promítá svá přání, představy, zkušenosti, fantazie, atp. (Doulík a Škoda, 2008). Tato metoda se také jeví jako nejvhodnější k vyjádření myšlenek o některých specifických tématech, např. o anatomii lidského těla (Prokop a Fančovičová, 2006). Přesto přináší určitá úskalí, např. Doulík a Škoda (2008) upozorňují na její časovou náročnost nejen na samotné provedení kresby, ale i na její vyhodnocení, které je navíc značně subjektivní a vyžaduje předchozí výcvik hodnotitelů. Škoda (2005b) tvrdí, že výsledné kresby mohou být ovlivněné schopností jedince zachytit svoji představu. Nemusí tedy vždy poskytovat relevantní údaje o prekonceptích, protože to, že dítě není schopno přesně svoji představu nakreslit, ještě neznamená, že jeho představa není správná. Prokop a Fančovičová (2006) upozorňují, že rozhodující vliv může mít také čas nebo formát papíru.

Pro lepší představu je zde uveden příklad žákovské kresby stavby lidského těla z publikace Prokop, Fančovičová a Tunnicliffe (2009), viz obrázek 5.

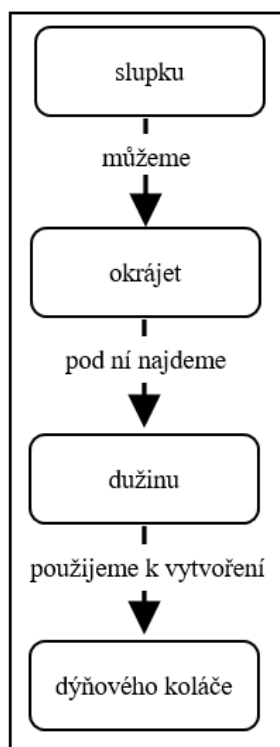


**Obrázek 5:** Ukázka žákovské kresby vylučovací a endokrinní soustavy (převzato z Prokop Fančovičová a Tunnicliffe, 2009, s. 91)

### 3.3.2.4 Pojmové mapování

Žákovské představy mají určitou strukturu, kterou lze v ideálním případě zachytit pomocí pojmové mapy (Škoda, 2005b). Tato výzkumná metoda umožňuje zkoumat nejen kognitivní, ale také afektivní a konativní dimenzi žákovských prekonceptů (Pivarč, Škoda a Doulík, 2012). Pojmové mapy mohou mít různou podobu, ve své podstatě se však vždy jedná o grafickou vizualizaci vztahů a vazeb mezi pojmy (Mandíková a Trna, 2011). Konkrétní zjišťování prekonceptů popisuje např. Doulík a Škoda (2008), který uvádí tři typy pojmových map. První z nich vzniká tak, že žák dostane za úkol doplnit neúplné schéma vztahů a pojmů. V jiném případě může svou představu o struktuře dané problematiky nakreslit s pomocí zkušenější osoby, nebo z předem vytvořených pojmových map vybrat tu, která se nejvíce blíží jeho představě. Pochopitelně pro získání komplexní představy dětského pojetí daného fenoménu, je nejvhodnější, když žák pojmovou mapu vytvoří sám. Podle Mandíkové a Trny (2011) má i tato metoda řadu nevýhod, např. je náročná na přípravu žáků i výzkumníků. Také její provedení i vyhodnocování je náročné na čas a může být značně subjektivní.

Pro názornost je zde uveden příklad pojmové mapy, kterou sestavili učitelé mateřské školy spolu s dětmi předškolního věku o dýni (obrázek 6).



**Obrázek 6:** Ukázka pojmové mapy (upraveno dle Cassata a French, 2006, s. 600, překlad autorka)



### **3.4 Výsledky vybraných výzkumných šetření zaměřených na identifikaci žákovských prekonceptů o oběhové soustavě člověka**

V oblasti biologie byla provedena řada výzkumných šetření zaměřených na zjišťování žákovských prekonceptů a miskonceptů o anatomii lidského těla. Popisují je např. Reiss a Tunnicliffe (2001), Vyskočilová (2005), Aydin a Balim (2009), Raven a Borgerding (2017) a mnozí další. Některé práce se zaměřují na konkrétní orgánové soustavy, např. Prokop, Fančovičová a Tunnicliffe (2009) na soustavu endokrinní a vylučovací nebo Oren a Ormanci (2014) na soustavu trávicí. Jiní autoři se snaží pojmut tuto problematiku komplexněji, např. Gellert (1962, citováno dle Reiss a Tunnicliffe, 2001), která na výzkumném vzorku 96 dětí hospitalizovaných v nemocnici identifikovala prekoncepte o stavbě lidského těla pomocí analýzy kreseb. Ve výsledcích své práce uvádí, že děti nejčastěji kreslily urogenitální, kosterní a oběhovou soustavu. Výsledky však mohly být ovlivněny volbou respondentů a důvod častého zmiňování urogenitální soustavy mohl souviset s tím, že většina respondentů byla hospitalizovaná v nemocnici právě kvůli poruchám tohoto systému (Gellert, 1962, s. 313, citováno dle Reiss a Tunnicliffe, 2001, s. 395). Podobný výzkum uskutečnili také Reiss a Tunnicliffe (2001) nebo Prokop a Fančovičová (2006), kteří zjistili, že nejčastěji kreslenými orgány napříč různými věkovými kategoriemi respondentů byly srdce, mozek a plíce. Reiss a Tunnicliffe (2001) také uvádí, že respondenti měli obvykle správnou představu o umístění orgánů, ale nebyli schopni popsat jejich funkci. Navíc někteří respondenti kreslili pouze jednotlivé orgány, nikoliv celé orgánové soustavy, proto se autoři výzkumu domnívají, že žáci nevnímají lidské tělo a jeho orgánové soustavy jako propojený celek. K podobným výsledkům dospěla v rámci svého šetření prováděného u žáků prvního stupně základních škol také Vyskočilová (2005).

Jak již bylo uvedeno, ve výsledcích většiny prací zaměřených na diagnostiku žákovských prekonceptů o stavbě lidského těla, respondenti nejčastěji zmiňují orgány srdce, mozek a plíce (Reiss a Tunnicliffe 2001; Prokop a Fančovičová 2006). Cévní soustava je tedy žáky považována za jeden z nejdůležitějších orgánových systémů, a protože je toto téma během vyučování velmi náročné na didaktickou transformaci obsahu (Jáč et al., 2019), orientují se některé výzkumné práce přímo na identifikaci žákovských prekonceptů o oběhové soustavě člověka.

Jednu z prvních studií na toto téma zpracovali Arnaudin a Mintzes (1985), kteří zjišťovali žákovské prekoncepte o oběhové soustavě člověka u žáků napříč různými stupni vzdělávání (Jáč et al., 2019, s. 127-131). Ve výsledcích své práce uvádí, že se u žáků objevují

4 základní prekoncepce o složení krve. První popisují, jako představu: „*krev je jednoduše červená tekutina*“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 724), tato odpověď se nejčastěji objevovala u žáků základních škol, později ji obvykle nahradila prekoncepce: „*krev je červená tekutina se suspenzí červených krvinek*“ nebo představa, že „*v krvi jsou červené krvinky bez intercelulární tekutiny*“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 724). Nejčastější prekoncepce o funkci krve, že „*krev je životně důležitá*“ se objevovala v nejvyšší míře u mladších žáků (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 725). U žáků středních škol a u studentů na vysokých školách se frekvence této představy postupně snížila a nahradila ji vědecky akceptovatelná odpověď. Správnou představu o funkci srdce, tedy že „*pumpuje krev*“, uvedla většina žáků (65 až 80 % v závislosti na stupni školy) (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 726), u některých z nich se však objevily i další nesprávné odpovědi, např. „*srdce slouží k filtraci nebo tvorbě krve*“, případně jako její „*zásobárna pro tělo*“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 726). Výzkum také ukázal nejčastější prekoncepce studentů o krevním oběhu, že „*srdce je jednoduchá pumpa, která pumpuje buď okysličenou, nebo neokysličenou krev*“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 726).

Plicní a tělní krevní oběh zmínilo pouze 7 – 15 % studentů a někteří žáci se dokonce domnívali, že má člověk otevřenou cévní soustavu (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 727). Různé žákovské prekoncepce byly zjištěny také o vztahu mezi oběhovou a dýchací soustavou. Někteří respondenti uváděli, že mezi těmito systémy není žádná souvislost, jiní tvrdili, že se „*vzduch do těla dostává trubicemi, které připomínají tracheální systém hmyzu*“ (Arnaudin, Mintzes, 1985, s. 727). Někteří popsali propojení soustav pomocí „*vzduchových trubek, které spojují plíce a srdce*“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 727). Vědecky akceptovatelné vysvětlení uvedlo pouze 15 – 37 % žáků (Arnaudin a Mintzes, 1985; srov. Jáč et al., 2019, s. 127-131).

K podobným výsledkům jako Arnaudin a Mintzes (1985) dospěli v pozdějších studiích také López-Manjón a Postigo Angón (2009) nebo Riemeier et al. (2010). Autorky López-Manjón a Postigo Angón (2009) se zaměřily na studium žákovských a studentských představ o proudění krve v lidském těle. Autorky mimo jiné porovnávaly prekoncepce středoškoláků ve věku 17-18 let humanitních oborů (sociální vědy) a zdravotnických oborů a dále vysokoškoláků, kteří se věnovali studiu psychologie. Z výsledků vyplynulo, že většina žáků a studentů humanitních oborů měla neúplné představy o oběhové soustavě člověka, které většinou nezahrnovaly malý (plicní) oběh krve. Naopak žáci zdravotnických oborů měli většinou vědecky správnou představu lidského krevního oběhu zahrnujícího jak velký (tělní), tak malý (plicní) oběh (López-Manjón a Postigo Angón, 2009). Riemeier et al. (2010) identifikovali několik různých žákovských představ o utváření oběhové soustavy, od prekonceptů odpovídajících otevřené oběhové soustavě, kdy se krev volně rozlévá v těle mezi

jednotlivými orgány, až po vědecky správnou představu uzavřeného krevního oběhu rozděleného na velký (tělní) oběh a malý (plicní oběh). Co se týká anatomické stavby srdce, autoři uvádí, že žáci ve svých představách pracují jen se dvěma základními anatomickými modely srdce, které zahrnují srdce rozdělené na dvě nebo čtyři části (Riemeier et al., 2010). Autoři této studie (Riemeier et al., 2010) však na rozdíl od výše zmiňované pilotní práce publikované v 80. letech (Arnaudin a Mintzes, 1985) neuvádí relativní četnosti zastoupení jednotlivých žákovských prekonceptů (resp. miskonceptů).

Na otázku, zda existují rozdíly v pojetí oběhové soustavy u studentů v různých zemích, hledali odpověď Bajd, Praprotník a Matyášek (2008). Ve svém výzkumu srovnávali prekoncepte o oběhové soustavě člověka u studentů Pedagogické fakulty Univerzity Lublaň a studentů z Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Zjistili, že kresby studentů z České republiky jsou podrobnější, ale jiné výraznější rozdíly v pojetí studentů se jim nepodařilo prokázat.

Obecně lze říci, že se s podobnými prekoncepty u žáků setkáváme na úrovni všech stupňů vzdělávání (Arnaudin a Mintzes, 1985; Mandíková a Trna, 2011). Jedním z důvodů může být fakt, že stejné prekoncepte a miskoncepte mají zafixované i jejich učitelé. Yip (1998), Prokop a Fančovičová (2006) nebo Bahar et al. (2008) si pro svůj výzkum vybrali studenty učitelských oborů na vysokých školách. Na základě analýzy kreseb zjistili, že se mylné představy a nedostatečné znalosti objevily téměř u všech studentů. A protože se jednalo o studenty učitelských oborů, je pravděpodobné, že své miskoncepte budou předávat dál ve výuce svým žákům.

## 4 METODIKA

### 4.1 Výzkumný nástroj

Jako výzkumný nástroj byly pro toto empirické šetření zvoleny konceptové testy sestavené na základě informací z dostupné literatury uvedené v teoretické části této práce (blíže viz především kapitola 3.4) a obsahové analýzy tématu *oběhová soustava člověka* v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií. K analýze byly použity učebnice autorů Hainer et al. (1974), Kantorek et al. (1999a), Vaněčková et al. (2006) a Navrátil (2016). Při tvorbě konceptových testů byla také využita středoškolská učebnice biologie člověka (Kočárek, 2010). Na základě obsahové analýzy učiva o oběhové soustavě na 2. stupni základních škol bylo identifikováno celkem 5 hlavních biologických konceptů, pro které byly následně připraveny konceptové testy: (1) složení a funkce krve; (2) stavba a funkce srdce; (3) srážení krve; (4) krevní skupiny a (5) krevní oběh.

Při sestavování výzkumného nástroje byla dodržena standardní metodologie pedagogicko-psychologického výzkumu, jak uvádí např. Gavora (2000). V úvodu každého konceptového testu (blíže viz přílohy 1 – 5) byly po respondentech požadovány základní demografické údaje (škola, ročník, věk a pohlaví), sběr dat probíhal anonymně. V jednotlivých testech se pak objevovaly různé úkoly a otázky, které vyžadovaly převážně otevřené odpovědi dotazovaných, aby bylo možné identifikovat co nejvíce různých žákovských prekonceptů včetně případných miskoncepcí. Protože byly konceptové testy určeny pro žáky 6. a 7. ročníků základní školy a jim odpovídajících ročníků osmiletých gymnázií, byla této věkové skupině přizpůsobena také formulace testových otázek. Zjišťovány tak byly prekoncepty žáků o oběhové soustavě člověka před výukou tohoto tématu. Výsledky mohou přinést důležité informace pro učitele přírodopisu a biologie o vstupních prekonceptech žáků v rámci tohoto tématu.

Na základě obsahové analýzy vyučovacího tématu (viz výše) byl v konečném důsledku vytvořený výzkumný nástroj rozdělen do pěti samostatných konceptových testů. První konceptový test byl zaměřen na zjišťování žákovských prekonceptů o složení, funkci a množství krve v lidském těle, dotazována byla také představa žáků o místě krvetvorby. Test se skládal celkem ze 4 položek, které vyžadovaly žákovu otevřenou odpověď (viz příloha č. 1) a byly sestaveny na základě zjištěných poznatků dřívějších výzkumných šetření popsaných v teoretickém úvodu v kapitole 3.4 (Arnaudin a Mintzes, 1985; Bajd, Praprotník

a Matyášek, 2008). Cílem druhého konceptového testu bylo identifikovat žákovské prekoncepce o stavbě a funkci lidského srdce, zjišťovány byly také žákovské představy o krevním oběhu a cévách. Test obsahoval celkem 5 položek. Tři široce otevřené otázky, jedna otevřená úloha doplňovací a jedna úloha s přiřazováním správných odpovědí (Jeřábek a Bílek, 2010; blíže viz příloha č. 2). V jedné z těchto úloh (úloha č. 2) měli žáci z uvedené nabídky přiřadit do popisu obrázku chybějící údaje, ve druhé (úloha č. 3) zase vybarvit části srdce podle toho, zda v nich proudí okysličená nebo neokysličená krev. Podobné úlohy se často objevují v pracovních sešitech pro žáky základních škol (např. Kočárek a Kočárek, 1995 s. 20; Kantorek et al., 1999b, s. 41), odkud byly převzaty a upraveny také pro účely této práce. Třetí konceptový test měl poskytnout informace o žákovských prekonceptech týkajících se procesu srážení krve. Ve zkoumané odborné literatuře se tato problematika nevyskytovala, proto jsem se při sestavování testu opírala pouze o informace z dostupných učebnic přírodopisu. Výzkumný nástroj se skládal ze dvou otevřených otázek, druhá z nich byla pro názornější představu žáků doplněna obrázkem, který schematicky zachycoval proces srážení krve (Navrátil, 2016, s. 43, viz příloha č. 3). Za pomoci čtvrtého konceptového testu byly zjišťovány žákovské prekoncepce o krevních skupinách. Test se skládal celkem ze 3 otevřených otázek, zpracovaných a upravených podle Černíka, Bičíka a Martince (1998, s. 35) a pracovního sešitu pro 8. ročník základních škol a víceletých gymnázií autorů Kočárek a Kočárek (1995, s. 18). Pátý konceptový test byl zaměřen na oběhový systém člověka. Pro jeho vytvoření byla upravena otázka použitá v práci M. Arnaudin (citováno dle Mintzes a Wandersee, 2005, s. 73). Respondenti měli z uvedených obrázků s využitím slovního popisu vybrat ten, který nejvíce odpovídá jejich představě o oběhové soustavě člověka (viz příloha č. 5).

Validitu konceptových testů (viz Gavora, 2000) ověřil vedoucí diplomové práce RNDr. Martin Jáč, Ph.D. a RNDr. Vanda Janštová, Ph.D. (Katedra učitelství a didaktiky biologie, Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze). Přípomínky obou konzultantů byly zapracovány do konečné podoby konceptových testů, které jsou včetně jejich autorského řešení uvedeny v přílohách této práce (příloha č. 1 – 6). Spolehlivost (reliabilita) výzkumného nástroje v této práci nebyla zjišťována kvůli vysoké organizační náročnosti (bylo by nutné použít metodu opakovaného testování respondentů).

## 4.2 Sběr a vyhodnocení dat, charakteristika respondentů

Empirické šetření probíhalo od března do června roku 2019 na 2 základních školách a 1 víceletém gymnáziu z Olomouckého kraje a na 1 základní škole a 1 víceletém gymnáziu z kraje Vysočina. Při výběru respondentů byly brány v potaz dva důležité aspekty - typ školy a výuka tématu oběhové soustavy člověka. Aby bylo možné co nejpřesněji identifikovat žákovské prekoncepce, byli do výzkumného šetření zařazeni pouze žáci, kteří ještě neměli probrané učivo oběhové soustavy člověka na 2. stupni základních škol (a v odpovídajících ročnících víceletých gymnázií). S výukou daného tématu se však všichni respondenti setkali na prvním stupni základních škol ve 4. či 5. ročníku (RVP ZV, 2017). Podle ŠVP vybraných škol, je učivo oběhové soustavy člověka zařazeno do 8. ročníku předmětu přírodopis či biologie (dle typu školy), proto byli pro tento výzkum vybráni žáci 6. a 7. ročníků základních škol a jim odpovídajících ročníků osmiletých gymnázií (prima, sekunda), ve věkovém rozmezí 11-17<sup>1</sup> let. Celkem se výzkumného šetření zúčastnilo 241 žáků, z toho 124 dívek (51,5 %) a 117 chlapců (48,5 %), přičemž 129 (53,5 %) z nich navštěvovalo 6. ročník a 112 (46,5 %) z nich chodilo do 7. ročníku (včetně odpovídajících ročníků osmiletých gymnázií). Celkem se šetření zúčastnilo 136 (56,4 %) žáků základní školy a 105 (43,6 %) žáků víceletých gymnázií.

Konceptové testy byly respondentům zadávány v tištěné podobě. Před zahájením testování byl každý účastník informován o povaze výzkumného nástroje a byl seznámen s dobrovolností své účasti na něm. Při zadávání výzkumného nástroje byli žáci ujištěni, že testování je zcela anonymní a byli seznámeni s instrukcemi pro postup při vyplňování daného testu. Odpovědi na případné dotazy jim byly poskytovány před zahájením testování i v jeho průběhu. Časový interval na vyplňování testů nebyl nijak omezen, celkově však nepřesáhl dobu 30 minut pro jednotlivý konceptový test.

Celkem bylo rozdáno 466 konceptových testů, přičemž konceptový test č. 2 a konceptový test č. 5 byly žákům zadávány společně, neboť anatomická stavba srdce a oběh krve v lidském těle spolu úzce souvisí. Počty žáků, kteří vyplňovali jednotlivé testy včetně jejich procentuálního zastoupení, jsou uvedeny v tabulce 2.

---

<sup>1</sup> Věk 17 let uvedl pouze jeden žák z celého výzkumného souboru, ostatní respondenti byli ve věku 11-15 let.

**Tabulka 2:** Počty respondentů empirického šetření

	počet respondentů				
	celkem	ZŠ	VG	dívky	chlapci
<b>konceptový test č. 1</b>	114	60 [52,6 %]	54 [47,4 %]	63 [55,3 %]	51 [44,7 %]
<b>konceptový test č. 2</b>	127	76 [59,8 %]	51 [40,2 %]	61 [48,0 %]	66 [52,0 %]
<b>konceptový test č. 3</b>	114	60 [52,6 %]	54 [47,4 %]	63 [55,3 %]	51 [44,7 %]
<b>konceptový test č. 4</b>	111	60 [54,0 %]	51 [46,0 %]	62 [55,9 %]	49 [44,1 %]
<b>konceptový test č. 5</b>	127	76 [59,8 %]	51 [40,2 %]	61 [48,0 %]	66 [52,0 %]

*Vysvětlivky: ZŠ = počet respondentů základní školy, VG = počet respondentů víceletého gymnázia. Hodnoty představují absolutní a relativní četnosti (viz hodnoty v hranaté závorce).*

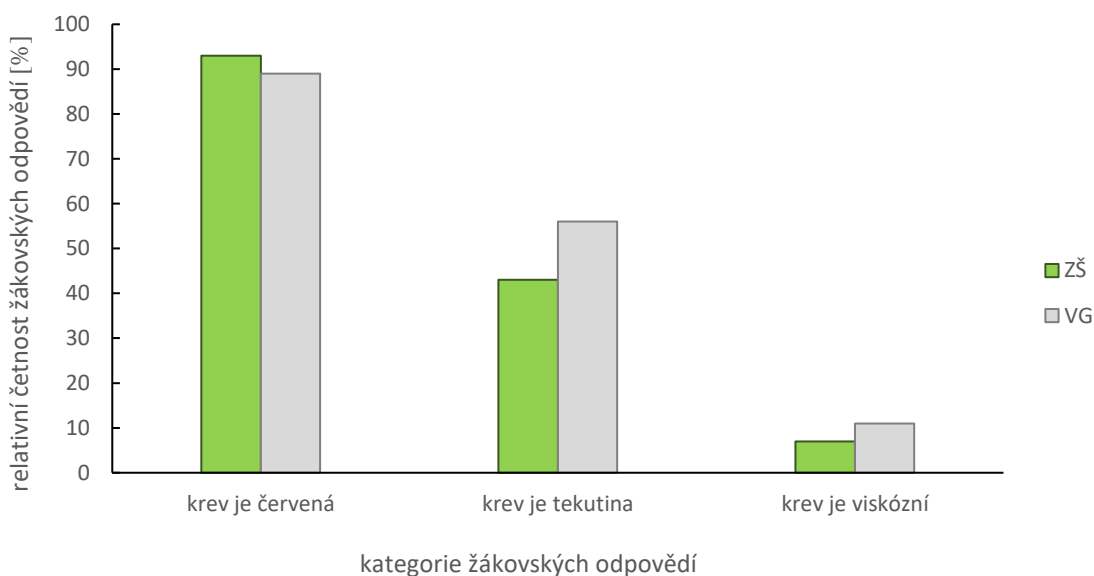
Návratnost testů byla 100 % a údaje z nich získané byly číselně kódovány do programu Microsoft Excel 2010 a následně statisticky zpracovány. Otevřené odpovědi byly kódovány s využitím vlastního kategoriálního systému (blíže viz příloha 7), který byl zpracován s využitím principů zakotvené teorie (Hendl, 2012, s. 123-126). Validita použitého kategoriálního systému byla ověřena vedoucím diplomové práce, jednotlivé připomínky ke kódování dat byly zapracovány do konečné verze kategoriálního systému. Pro statistické zpracování byly využity základní popisné statistiky, tedy absolutní a relativní četnosti zastoupení jednotlivých prekonceptů u respondentů výzkumného souboru obdobným způsobem, jako byly konceptové testy vyhodnocovány v obdobných zahraničních studiích (Arnaudin a Mintzes, 1985; Riemeier et al., 2010). Porovnání četností odpovědí v jednotlivých dílčích položkách pro porovnání jejich zastoupení na základních školách a víceletých gymnáziích pomocí testu nezávislosti  $\chi^2$  nebylo prováděno, protože v mnoha případech dílčích kategorií byly absolutní četnosti odpovědí  $< 5$  (případně měly nulovou hodnotu) a tento statistický test by tak nebyl přesný (Mareš, Rabušic a Soukup, 2015, s. 255).

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Složení a funkce krve

V této kapitole jsou shrnuty výsledky získané na základě analýzy dat konceptového testu č. 1. Test celkem vyplnilo 114 žáků, z toho 60 žáků (52,63 %) základní školy a 54 žáků (47,37 %) osmiletého gymnázia, z uvedeného počtu účastníků bylo 63 dívek (55,26 %) a 51 chlapců (44,74 %).

První z testových položek byla zaměřena na zjišťování žákovských prekonceptů o krvi a jejím složení. V učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol (viz kapitola 4.1) je krev v obecné rovině popisovaná jako červená neprůhledná tekutina, proto byly při kategorizaci žákovských odpovědí základních charakteristik krve stanoveny tři kategorie (barva krve, krev je tekutina a krev je viskózní). Četnost zastoupení těchto kategorií v žákovských odpovědích je uvedena v grafu 1.



**Graf 1:** Žákovské představy o základních charakteristikách krve. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativní četností jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

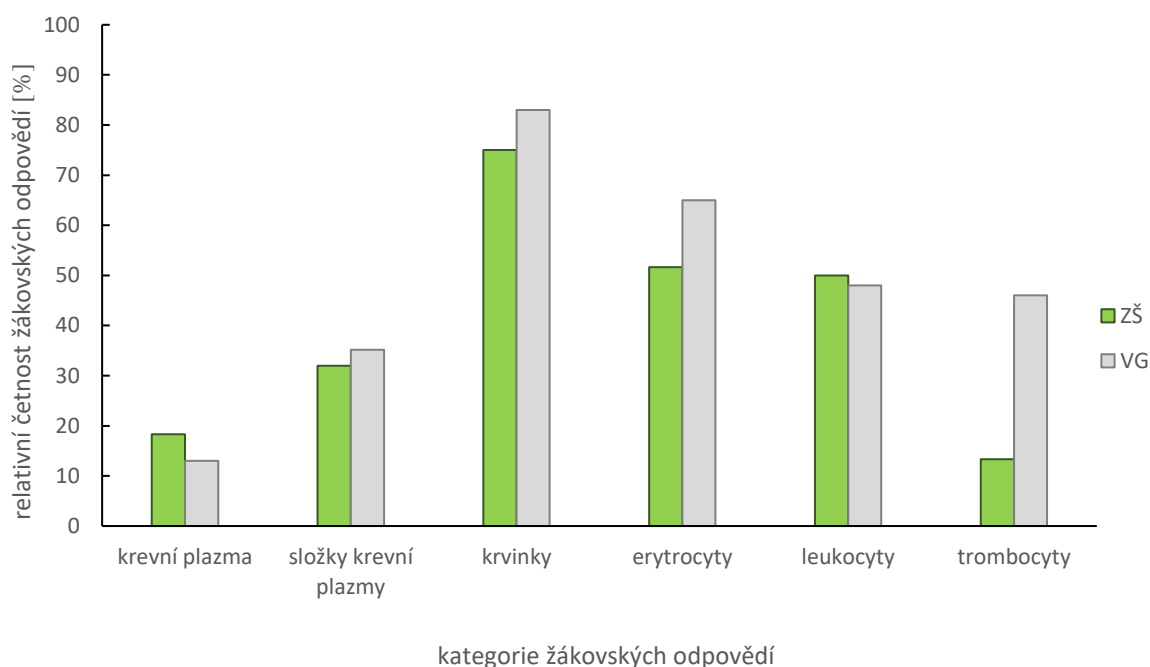
Většina žáků základní školy i víceletých gymnázií ve svých odpovědích zmínila, že má krev červenou barvu. Někteří z nich rozlišovali ještě mezi světle červeným a tmavě červeným zbarvením. Svou odpověď zdůvodnili např. tvrzením, že „odkysličená krev je tmavší a okysličená světlejší“ (žák 35) podobně i žák 103: „když jde krev do plic, je tmavě červená, když z plic, je světle červená“ nebo žák 5: „tmavost krve se liší podle toho, jestli je to



krv z tepny nebo z žíly“. Žák 72 zase nepřesně tvrdil, že „krev je na povrchu světlá a hluboko (např. v cévě, v břiše) je tmavá“.

V menší míře 49,12 % žáků popisovalo krev jako tekutinu či kapalinu a 8,77 % z nich zmínilo, že je krev viskózní, např. žák 5 popsal, že „vypadá jako hustější, červená tekutina“. Bez odpovědi tuto položku ponechalo 8,77 % žáků.<sup>2</sup>

Při popisu složení krve žáci nejčastěji zmiňovali krevní buňky. Někteří uváděli pouze krvinky, jiní svou odpověď upřesnili a uvedli například erytrocyty nebo leukocyty<sup>3</sup>. Dále někteří žáci zmiňovali trombocyty, krevní plazmu a některé složky krevní plazmy. Bez odpovědi tuto položku ponechalo 10,53 % žáků. Výsledky procentuálního zastoupení těchto kategorií v žákovských odpovědích jsou zpracovány v grafu 2.



**Graf 2:** Žákovské představy o složení krve. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

<sup>2</sup> Vždy je vyjádřen relativní počet žáků, kteří na danou položku konceptového testu neuvdli ve sledovaných kategoriích žádnou odpověď (kategorie odpověď chybí = neuvedeno). Tato kategorie není graficky znázorněna v jednotlivých grafech, je vždy uváděna pouze v textu kapitoly.

<sup>3</sup> Někteří žáci používali české odborné termíny (červené a bílé krvinky), menší podíl žáků používal také odborné termíny (erytrocyty a leukocyty). Při vyhodnocení výsledků v této diplomové práci jsou používány v textu kapitoly odborné termíny bez ohledu na to, zda je žáci sami používali, či nikoliv.

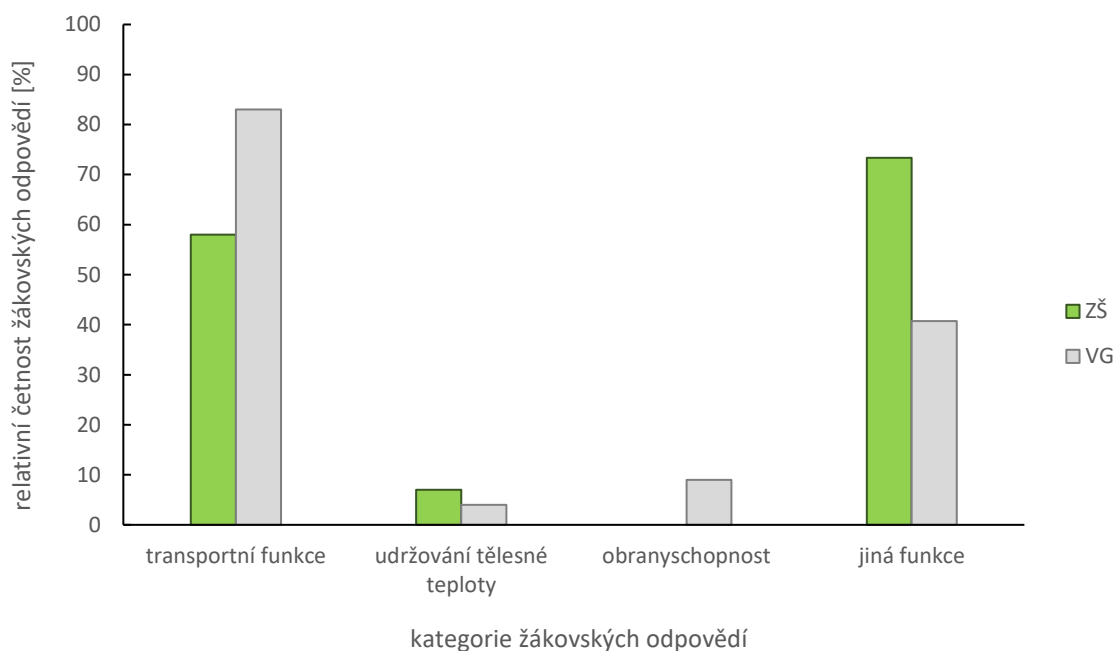
Krevní plazma se objevila pouze u 15,79 % respondentů, přibližně třetina žáků však ve svých odpovědích zmiňovala některé složky krevní plazmy, nejčastěji vodu, železo a cukr (samotná krevní plazma však v žákovské odpovědi téměř vždy chyběla). Procentuální zastoupení těchto složek je zpracováno v tabulce 3.

**Tabulka 3:** Složky krevní plazmy uvedené v žákovských odpovědích (*relativní četnost odpovědí je vztažena k celkovému počtu respondentů*)

složka krevní plazmy	[%]
voda	17,54
železo	10,52
cukr	7,01
vitamíny	3,51
živiny	2,63
tuk	2,63
minerály	2,63
organické látky	0,88
ostatní	30,70

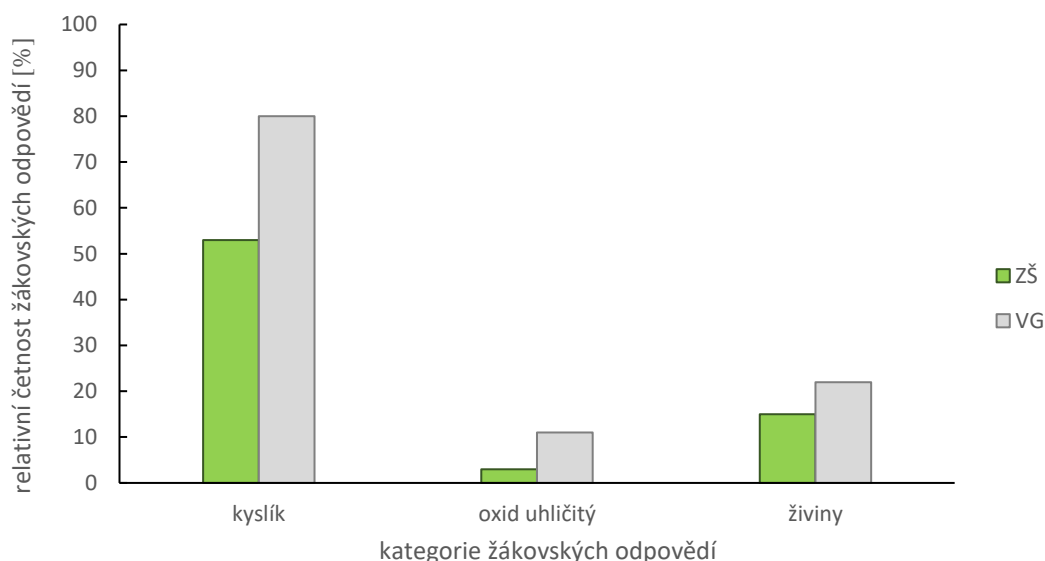
Někteří žáci (30,70 %) také uvedli nesprávná tvrzení, která byla zařazena do kategorie ostatní, např. že se krev skládá z kyslíku. Tuto odpověď uvedlo 15,79 % dotazovaných (žáci v těchto případech zaměnili složení krve s její funkcí při transportu dýchacích plynů). Oxid uhličitý ve své odpovědi zmínilo 6,1 % respondentů a 5,3 % žáků odpovědělo podobně jako žák 12: „*krevní skupiny jsou A, B, AB, 0*“. Z této odpovědi není zcela jasné, zda se žáci domnívají, že se krev skládá z krevních skupin či se pouze do testových položek snažili zahrnout všechny své dosavadní vědomosti. Ve dvou odpovědích se objevilo tvrzení, že se krev skládá z DNA nebo z virů a bakterií.

Druhá z testových položek byla zaměřena na zjišťování žákovských prekonceptů o funkci krve. Na základě obsahové analýzy učiva v učebnicích přírodopisu byly v rámci žákovských odpovědí kategorizováno pět základních funkcí krve. Transportní funkce, homeostáza (udržování stálosti vnitřního prostředí), udržování tělesné teploty, obranyschopnost organismu (např. obrana proti mikroorganismům) a jiná funkce krve. Shrnutí výsledků odpovědí žáků o funkci krve poskytuje graf 3.



**Graf 3:** Žákovské představy o funkci krve. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Udržování homeostázy jako jednu z funkcí krve neuvedl žádný z žáků, význam krve při obranyschopnosti organismu neuvedl žádný žák ZŠ.

Nejčastěji zastoupenou žákovskou odpovědí bylo, že krev rozvádí látky po těle. Z celkového počtu testovaných žáků tuto odpověď uvedlo 70,18 %. Žáci převážně zmiňovali transport dýchacích plynů (kyslíku a oxidu uhličitého) a živin viz graf 4. V jedné odpovědi (žák 70) byl také zmíněn transport odpadních látek: „krev odvádí odpadní látky z těla“. Někteří žáci (4,39 %) odpověděli, že krev je důležitá, protože udržuje stálou tělesnou teplotu, jiní (4,39 %), že se krev podílí na obranyschopnosti organismu. Význam krve při obranyschopnosti organismu uváděli jen žáci víceletých gymnázií. Např. žák 83 napsal, že „krev ničí viry a bakterie“, žák 82 že „krev roznáší ochranné protilátky“ a žák 87, že krev „bojuje, když je napadena škodlivými látkami“. V další odpovědi popsal žák 85 funkci krve jako „obranný systém proti virům“. Žádný z žáků ve výzkumném souboru neuvedl jako jednu z funkcí krve její úlohu při udržování stálosti vnitřního prostředí.



**Graf 4:** Transportní funkce krve. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Transport hormonů neuvedl žádný žák.*

Většina žáků (62,28 %) do své odpovědi napsala pouze jednu z výše uvedených hlavních funkcí krve. Dvě funkce krve současně zmínilo 8,77 % žáků a 28,95 % neuvedlo žádnou z výše uvedených možností. V žákovských odpovědích na tuto testovou položku se však objevila i mnohá další tvrzení, která byla zařazena do kategorie jiná funkce krve. Tato tvrzení představují často značně neurčitá a neúplná představy nebo konkrétní miskoncepce, s nimiž se budou učitelé ve výuce setkávat. Některá tvrzení také vypovídají o záměně přirozených funkcí krve v lidském těle a využití krve v lékařství (např. při diagnostice různých onemocnění nebo dárcovství krve). Jejich kategorizaci včetně procentuálního zastoupení v odpovědích žáků poskytuje tabulka 4.

**Tabulka 4:** Kategorie zbývajících žákovských odpovědí o funkci krve (*relativní četnosti odpovědí jsou vztaženy k celkovému počtu respondentů z daného typu školy*)

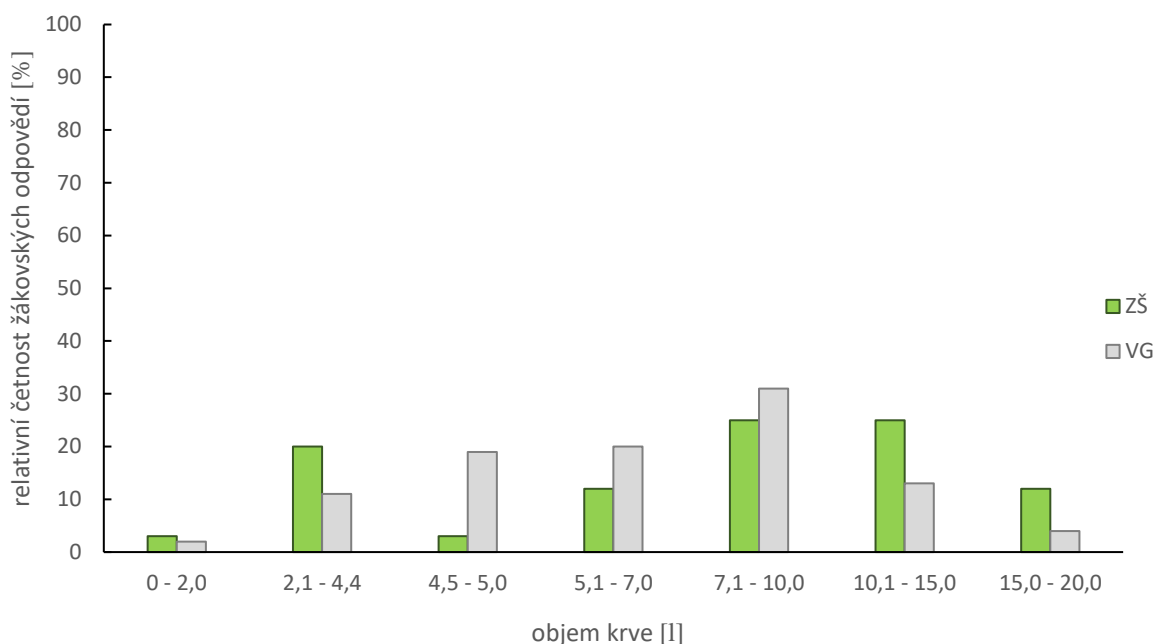
Kategorie	Dílčí kategorie odpovědí žáků	ZŠ [%]	VG [%]
životaschopnost, „fungování“ těla	(1) bez krve bychom nemohli žít		
	(2) udržuje nás při životě	33,33	25,93
	(3) díky krvi můžeme fungovat		

**Tabulka 4 - pokračování**

prokrvování těla či jeho částí	(1) krev je důležitá pro mozek, aby se nám prokrvoval (2) díky ní se prokrvuje celé tělo (3) když se neprokrvuje část těla, necítíme ji (4) při nedostatku krve (např. v ruce), ruce daný člověk necítí a může dojít k amputaci	8,33	5,56
pohyb	(1) umožňuje pohyb těla (2) krev zajišťuje např. pohyb (když si odškrtneme ruku, nemůžeme s ní hýbat) (3) proudí tak, abychom mohli pohybovat s částmi těla (4) kdybychom neměli někde krev, tak tu část těla ani necítíme a nemůžeme s ní hýbat. (5) rozpohybuje svaly	11,67	1,85
význam pro funkci srdce	(1) zajišťuje tlukot srdce, kdyby se třeba ucpaly cévy blízko srdce, srdce by nemohlo nic pumpovat (2) pomáhá srdci (3) pomáhá tlukotu srdce (4) krev rozpohybovává srdce (5) bez ní by nefungovalo srdce	10,00	0,00
„pohon“ lidského těla	(1) jako benzín v autě, pohání člověka (2) pohání naše tělo (3) je jako benzín do motoru, když do motoru naleješ vodu, zadře se, když do srdce naleješ místo krve vodu, umřeš	1,67	3,70
diagnostická funkce	(1) díky odběru krve můžeme zjistit nemoc (2) z krve můžeme zjistit, zda je člověk nemocný	1,67	1,85
dárcovství krve	(1) krev se může darovat (2) je rozdělena na A, B, AB, 0 (3) krev se také může darovat, máme tyto krevní skupiny: A, B, AB, 0 (4) proto se chodí na odběry krve, aby se např. při srážce 2 aut, krev doplnila, nejlepší je na to nulka, neboli univerzální krev, která se může dát komukoliv	5,00	0
výplň těla	(1) abychom nebyli vysušení (2) vyplňuje tělo	1,67	1,85

Kromě uvedených kategorií se u jednotlivců objevila také tvrzení: „krev pomáhá práci orgánů“ (žák 50), „krev produkuje kyslík do celého těla“ (žák 56), „krev rozvádí kyslík po těle, vlévá se do plic a potom ji vykašleme zpátky do krku“ (žák 102) nebo „oběh krve zajišťuje základní funkce lidského těla. Myšlení, možnost vidět, cit v prstech“ (žák 65).

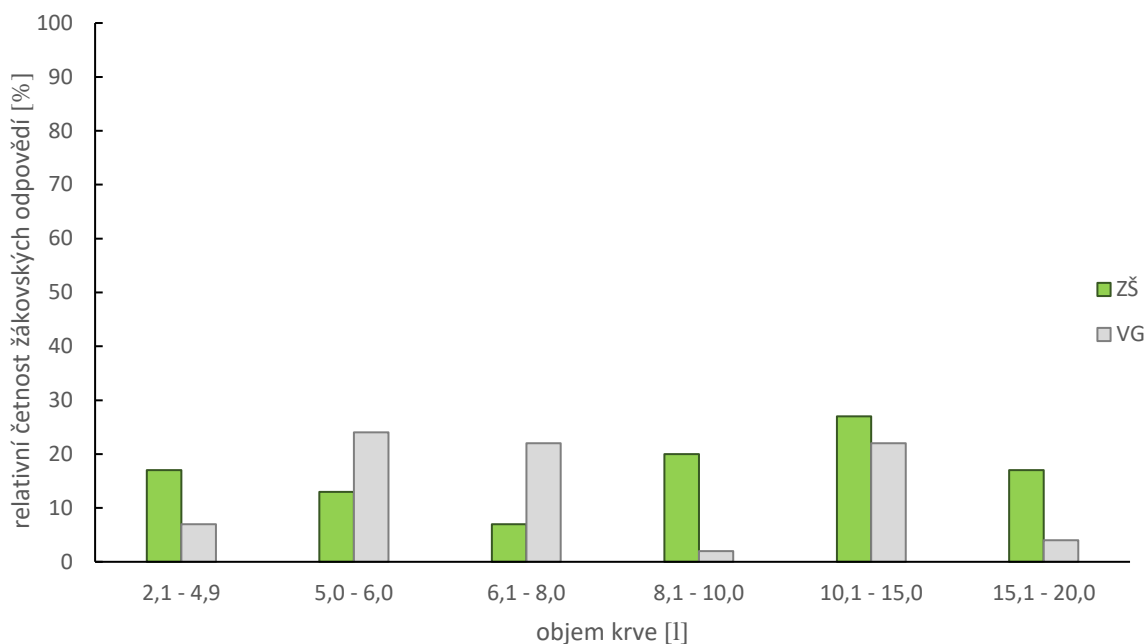
Třetí z testových položek byla zaměřena na zjišťování žákovských prekonceptů o objemu krve v lidském organismu. Pro přehlednost jsou výsledky uvedeny ve dvou grafech. Graf 5 shrnuje představy žáků o objemu krve v těle dospělé ženy, graf 6 o objemu krve v těle dospělého muže.



**Graf 5:** Představy žáků o objemu krve v těle dospělé ženy. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativní četností jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = žáci základní školy, VG = žáci víceletého gymnázia.*

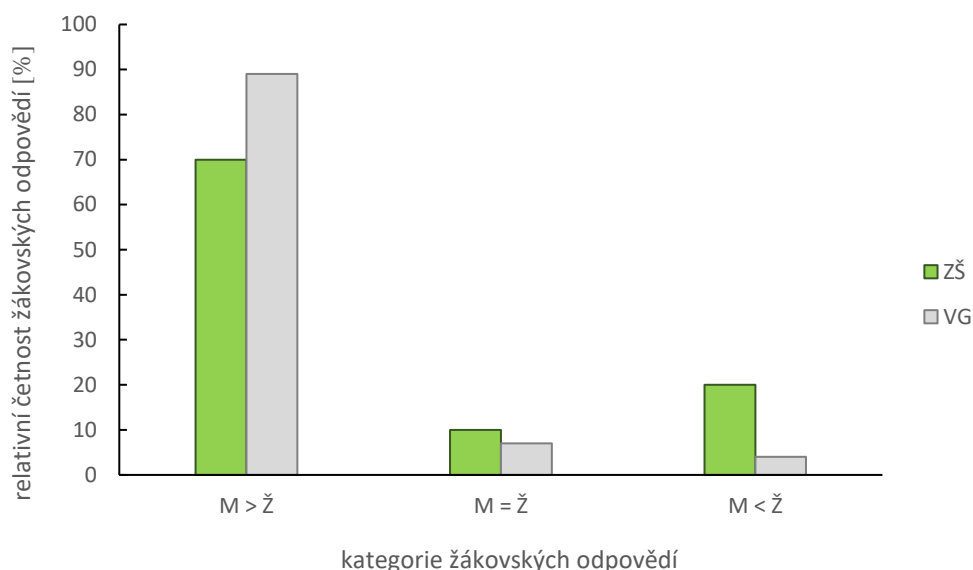
Z celkového počtu dotazovaných správnou odpověď, že je objem krve v těle dospělé ženy 4,5 – 5,0 litrů, uvedlo 10,53 % žáků. Celkem 71,05 % žáků se domnívalo, že dospělá žena má více než 5 litrů krve. V této kategorii bylo 15,79 % odpovědí poměrně blízko správného tvrzení (žáci, kteří uváděli objem krve v rozmezí 5,1 – 7,0 litrů). Představu, že má dospělá žena méně než 4,4 litrů krve do testové úlohy zaznačilo 18,42 % žáků. Převážná většina z nich (15,79 %) uváděla hodnoty v rozmezí 2,1 – 4,9 litrů. Objem krve menší než 2 litry zmínilo pouze 2,63 % respondentů.

Podobné odpovědi uváděli žáci také o objemu krve v těle dospělého muže. Většina dotazovaných (69,30 %) se domnívala, že muži mají více než 6 litrů krve. Celkem 14,04 % odpovědí žáků spadalo do kategorie 6,1 – 8,0 litrů krve. Správné tvrzení, že se objem krve v těle dospělého muže se pohybuje v rozmezí 5 – 6 litrů, uvedlo 18,42 % žáků. Menší objem krve zmínilo 12,28 % odpovědí, z toho byly všechny odpovědi žáků z kategorie 2,1 – 4,9 litrů krve. Odpověď neuvedeno se neobjevila u žádného žáka.



**Graf 6:** Představy žáků o objemu krve v těle dospělého muže. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = žáci základní školy, VG = žáci víceletého gymnázia. Odpověď spadající do kategorie „0 – 2,0 litrů“ neuvedl žádný žák.*

Další ze zjišťovaných představ se týkala rozdílů mezi objemem krve v těle dospělého muže a dospělé ženy. Většina žáků ve svých odpovědích vybarvila u muže a ženy různý počet lahví (viz příloha č. 1). Pouze 9,65 % respondentů se domnívalo, že je objem krve u muže i ženy stejný. Odpověď, že muž má větší objem krve než žena uvedlo 78,07 % dotazovaných a odpověď, že žena má větší objem krve než muž uvedlo 12,28 %. Výsledky jsou zaznamenány v grafu 7.

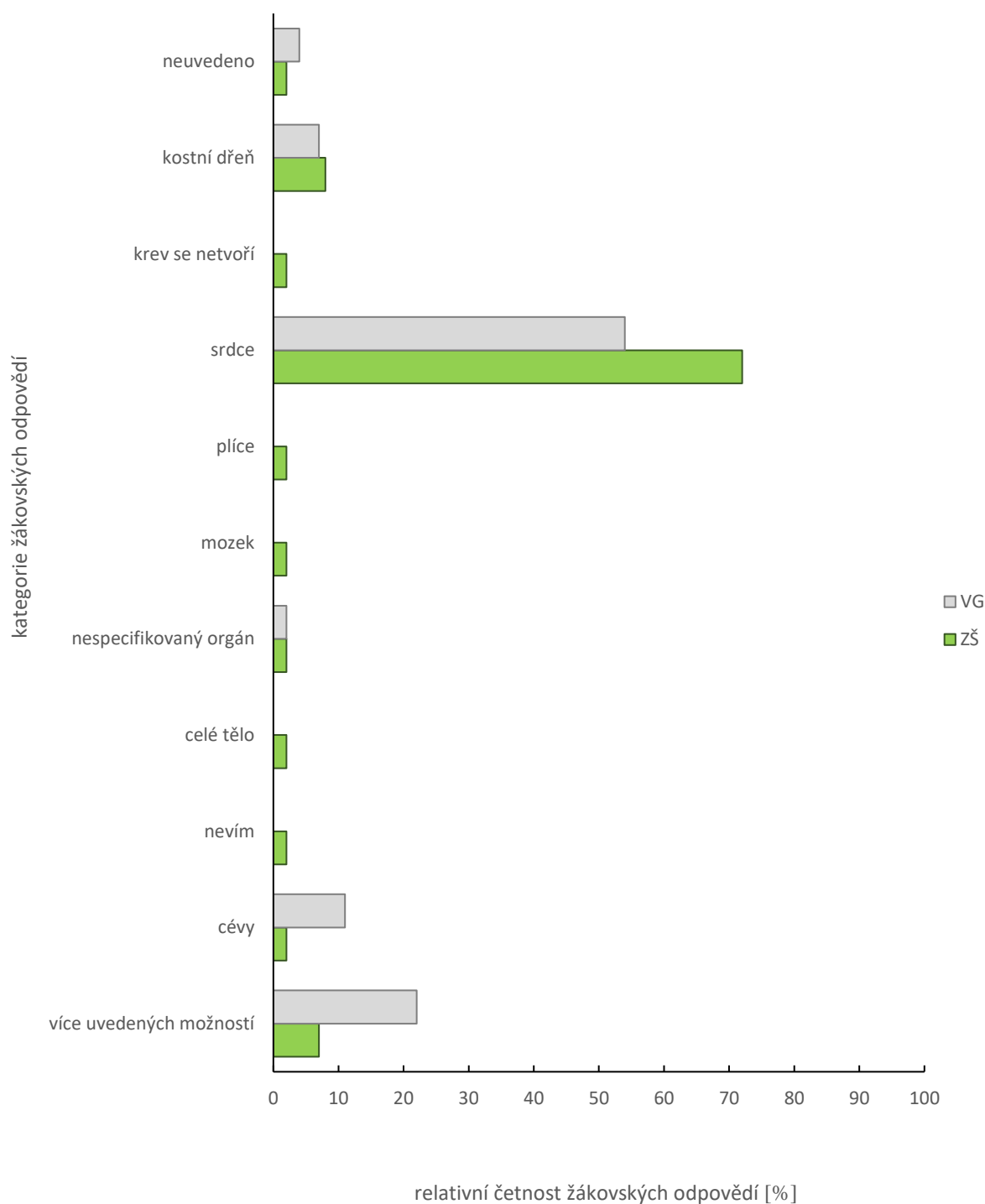


**Graf 7:** Představy žáků o rozdílu objemu krve v těle dospělého muže a dospělé ženy. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = žáci základní školy, VG = žáci víceletého gymnázia, M = objem krve v těle dospělého muže, Ž = objem krve v těle dospělé ženy.

O místu krvetvorby měli žáci vytvořenou celou řadu mylných představ. V odpovědích se objevovaly myšlenky, že se krev netvoří, ale „obíhá pořád dokola v lidském těle“ (žák 1), další představu popsal žák 31 tak, že „krvetvorba probíhá v žilách, protože se neustále obměňuje díky tomu, že člověk dýchá“. Nejčastější mylnou představou bylo, že se krev vytváří v srdci. Většina žáků pro tuto odpověď neuvedla zdůvodnění pouze, že „srdce produkuje krev“ (žák 92). Žák 91 svou odpověď vysvětlil tak, že „když vypiješ vodu, ona se přefiltruje na krev, která jde do srdce a ze srdce do žil“ nebo žák 50 vysvětluje, že krvetvorba probíhá v srdci, „které pumpuje krev do celého těla a krvinky se při dobrých podmínkách množí“.

V 7,89 % odpovědí žáků se objevilo správné tvrzení, že krvetvorba probíhá v kostní dřeni. V některých odpovědích žáci zmiňovali další orgány, které by měly být místem krvetvorby, např. kromě uvedeného srdce ještě plíce, mozek a cévy. Někteří žáci nspecifikovali konkrétní orgán a do své odpovědi napsali „celé tělo“ (žák 30) nebo „někde v břiše“ (žák 43). Bez odpovědi tuto položku ponechalo 2,63 % žáků. Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií je uvedeno v grafu 8.





**Graf 8:** Představy žáků o místě krvetvorby. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = žáci základní školy, VG = žáci víceletého gymnázia. Jednotlivé orgány jsou v grafu řazeny podle kódů kategoriálního systému (viz příloha 7). Kategorie „játra, svaly a ledviny“ neuvvedl žádný žák. Kategorie „krev se netvoří, plíce, mozek, celé tělo a nevím“ neuvvedl žádný žák VG.

Někteří žáci (14,03 %) do zadané testové otázky vyplnili více uvedených možností. Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií v odpovědích žáků poskytuje tabulka 5.

**Tabulka 5:** Představy žáků o místě krvetvorby v případech, že současně uváděli více možností (*relativní četnost odpovědí je vztažena k celkovému počtu respondentů*)

místo krvetvorby	[%]
srdce	13,16
plíce	1,75
mozek	3,51
nespecifikovaný orgán	0,88
cévy	3,51
játra	0,88
svaly	2,63
ledviny	1,75

Výsledky konceptového testu č. 1 ukazují, které dílčí koncepce o složení a funkci krve má většina žáků zřetelně vytvořené a odpovídají správné oborové představě a které koncepce jsou naopak nerozvinuté a žáci o nich nemají jasnou představu nebo mají představy mylné. Souhrnné poznatky mohou učitelé využít při přípravě výuky tohoto tématu a jednotlivých učebních úloh (viz tabulka 6).

**Tabulka 6:** Přehled žákovských představ o složení a funkci krve – východiska pro učitele přírodopisu a biologie při přípravě výuky.

---

**Oborově správné žákovské představy** (*zastoupené u více než poloviny respondentů*)

- krev je červená tekutina (více než 91 % respondentů)
  - krev obsahuje krevní buňky (krvinky) - 79 % žáků, nejčastěji uváděné byly červené krvinky (erythrocyty), které se objevily u 58 % dotazovaných
  - krev má transportní funkci (slouží mimo jiné k transportu kyslíku) – tuto představu uvedlo 70 % žáků
  - muži mají větší objem krve, než ženy (78 % respondentů)
- 

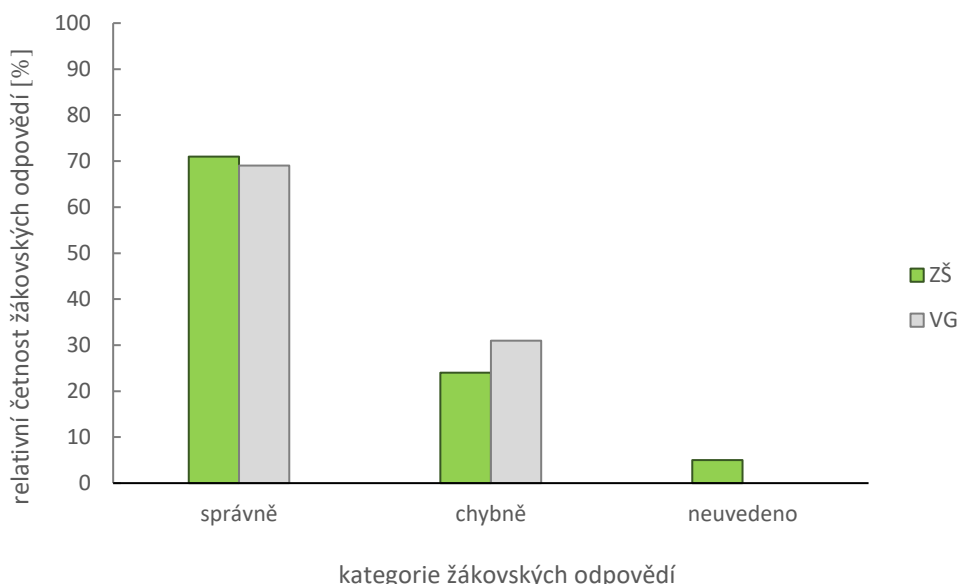
**Neúplné, nedostatečně rozvinuté či mylné žákovské představy**

- složení krve (krevní plazma a její složky – oborově správné představy má méně než pětina žáků)
  - funkce krve (většina žáků nezná jinou funkci krve kromě transportní; vyskytují se zcela mylné představy o funkci krve např. ve vztahu k pohybu těla či funkci srdce; záměna přirozených funkcí krve v lidském těle a využití krve v lékařství)
  - objem krve v lidském těle (většina žáků má představu většího objemu krve oproti skutečnosti)
  - místo krvetvorby (většina žáků považuje za místo krvetvorby srdce, zastoupené jsou i mnohé další orgány lidského těla)
-

## 5.2 Stavba a funkce srdce

V této kapitole jsou shrnuty výsledky získané na základě analýzy dat konceptového testu č. 2. Test celkem vyplnilo 127 žáků, z toho 76 žáků (59,84 %) základních škol a 51 žáků (40,16 %) osmiletého gymnázia. Z uvedeného počtu bylo 61 dívek (48,03 %) a 66 chlapců (51,97 %).

V první testové položce žáci popisovali své představy o funkci srdce. Většina z nich (70,08 %) uvedla správnou odpověď, tedy že srdce zajišťuje oběh (cirkulaci) krve. Žáci je připodobňovali k „pumpě“ (žák 228) nebo „čerpadlu“ (žák 220), které „*má funkci rozproudit v těle krev*“ (žák 168). Přibližně 3,15 % respondentů danou otázku nezodpovědělo a 26,77 % uvedlo nepřesnou, neúplnou či chybnou odpověď (podrobněji viz graf 9).



**Graf 9:** Představy žáků o funkci srdce. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Kategorie „neuvedeno“ nebyla v odpovědích žáků VG zastoupena.*

Kromě představy, že srdce zajišťuje krevní oběh, uváděli žáci další tvrzení o jeho funkci. Někteří si představovali, že v srdci probíhá krevtvorba, jiní že v něm dochází k filtraci krve. V dalších odpovědích bylo uvedeno, že srdce umožňuje dýchání nebo se nějakým způsobem podílí na okysličování krve. Odpovědi, které žáci zmiňovali, byly řazeny do pěti kategorií, které jsou včetně jejich relativních četností popsány v tabulce 7.

**Tabulka 7:** Kategorie ostatních žákovských odpovědí o funkci srdce - mimo zajišťování oběhu krve v lidském těle (*relativní četnosti odpovědí jsou vztaženy k celkovému počtu respondentů z daného typu školy*)

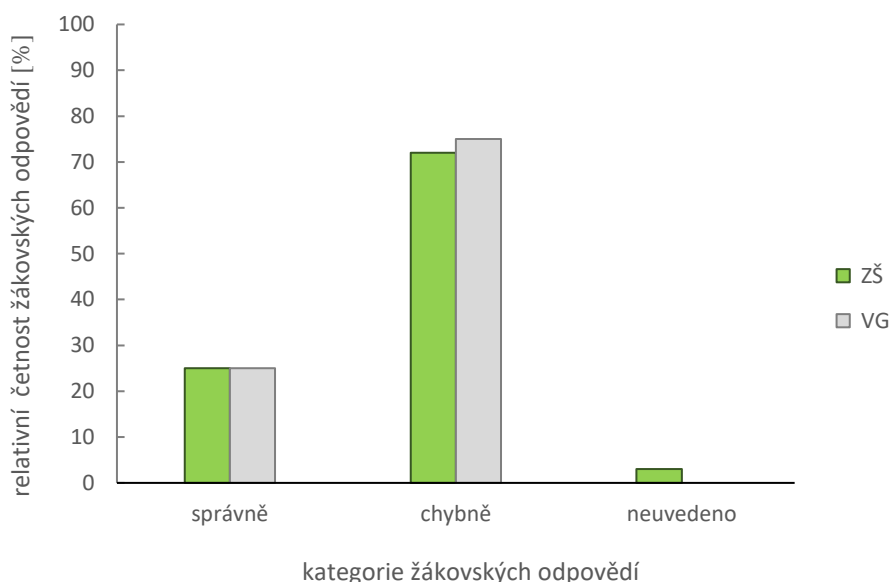
Kategorie	Dílčí kategorie odpovědí žáků	ZŠ [%]	VG [%]
důležité pro život	(1) srdce nás udržuje při životě (2) máme srdce, abychom mohli žít	17,10	13,72
krvetořba	(1) v srdci vzniká krev (2) srdce krev vytváří	2,63	0
dýchání/ okysličování krve	(1) díky srdci mohou lidé dýchat (2) tím, že srdce tlačí, dělá dýchací proces (3) srdce nám pomáhá k dýchání a dělá všechny důležité funkce, bez kterých by se člověk neobešel (4) díky funkci srdce se nám do těla dostává kyslík a krev se okysličuje, proto dýcháme (5) krev, která se vrací do srdce je odkysličená a srdce ji předělá na okysličenou a pošle do těla	3,95	25,49
filtrace krve	(1) srdce filtruje krev (2) srdce nějakým způsobem čistí krev, která potom pokračuje v oběhu	2,63	0
jiné	(1) srdce je hlavní zdroj těla (2) srdce je řídicí centrum krve (3) tlučce, dělá ťuk ťuk (4) pohání tělo	6,58	3,92

Z ostatních funkcí srdce (mimo zajišťování krevního oběhu) bylo nejčastěji zmiňovanou žákovskou prekonceptí tvrzení, že je srdce důležité pro život (bez bližšího upřesnění, proč je pro život důležité). Odpovědi spadající do této kategorie uvedlo z celkového počtu respondentů 15,75 %. Přibližně 3 % žáků základních škol se domnívala, že se srdce podílí na tvorbě nebo filtraci krve. U žáků víceletého gymnázia byly zase častěji zmiňovány odpovědi spadající do kategorie dýchání/okysličování krve. Přibližně 6 % žáků uvedlo odpovědi zařazené do kategorie jiné, jednalo se převážně o mylná tvrzení jednotlivců. Celkem 11,02 % dotazovaných také ve své odpovědi uvádělo více funkcí srdce současně, kategorizace nepřesných, neúplných či mylných žákovských odpovědí v těchto případech je uvedena v tabulce 8 (pokud žáci současně uvedli funkci srdce související se zajišťováním oběhu krve, byla tato část odpovědi kategorizována jako správná – viz výše graf 9).

**Tabulka 8:** Neúplné, nepřesné či mylné představy žáků o funkci srdce v případech, že současně uváděli více funkcí srdce (*relativní četnost odpovědí je vztažena k celkovému počtu respondentů*)

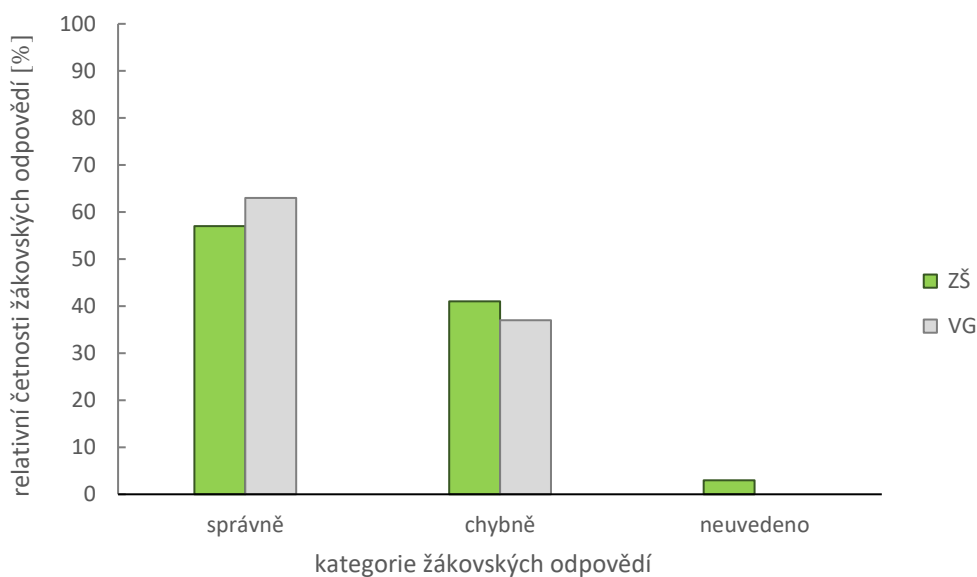
<b>Funkce srdce</b>	<b>[%]</b>
důležité pro život	5,51
krvotvorba	3,15
dýchání/ okysličování krve	3,94
filtrace krve	0,79
jiné	1,57

V další otázce konceptového testu č. 2 byly zjišťovány žákovské představy o vnitřní stavbě lidského srdce. V učebnicích přírodopisu pro základní školy (viz kapitola 4.1) je srdce popisováno jako dutý orgán podélně rozdělený na dvě poloviny (pravou a levou), přičemž každá z těchto polovin obsahuje ještě dvě od sebe navzájem oddělené dutiny (síň a komoru). V položce konceptového testu měli žáci z uvedené nabídky přiřadit do popisu obrázku srdce chybějící údaje (viz příloha č. 2). Při vyhodnocování bylo sledováno, jakým způsobem se orientují v obrázku (pravolevá orientace) a zda správně přiřadili komory a síně příslušným oddílům srdce. Shrnutí výsledků poskytuje graf 10 a graf 11.



**Graf 10:** Pravolevá orientace žáků v obrázku srdce. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Kategorie „neuvedeno“ nebyla v odpovědích žáků VG zastoupena.*

Většina žáků (73,23 %) základní školy i víceletých gymnázií se v obrázku srdce nedokázala správně zorientovat a přiřadila názvy pravá síň a pravá komora k levé části srdce a naopak, tedy nesprávně. Správnou odpověď uvedla přibližně čtvrtina respondentů. Dva žáci základní školy nechali tuto položku nezodpovězenou. Větší četnost správných odpovědí (59,06 %) byla zaznamenána o umístění komor a síní srdce. Chybně odpovědělo 39,37 % a dva žáci otázku nezodpověděli, podrobněji viz graf 11.



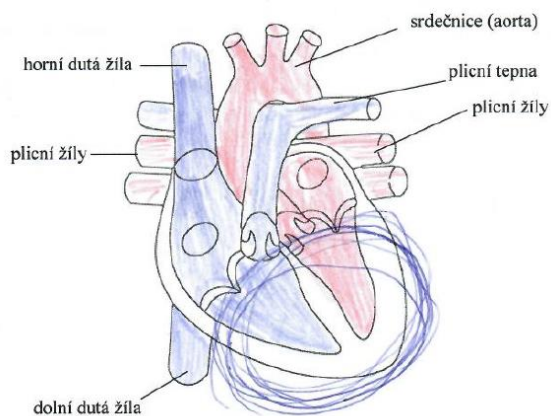
**Graf 11:** Představy žáků o umístění komor a síní srdce. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativní četností jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Kategorie „neuveдено“ nebyla v odpovědích žáků VG zastoupena.*

Pro zjištění žakovských představ o cirkulaci okysličené a odkysličené krve v lidském srdci byla sestavena testová položka č. 3. Žáci dostali za úkol vybarvit části srdce modrou nebo červenou barvou podle toho, zda v nich proudí okysličená nebo neokysličená krev. V konečném důsledku otázku správně zodpovědělo pouze 3,94 % žáků. Většina respondentů (83,46 %) své obrázky vybarvila chybně či neúplně. Některé odpovědi (7,09 %) nebylo možné vyhodnotit a 5,51 % žáků odpověď neuvedlo vůbec. Pro názornost jsou příklady žakovských odpovědí uvedeny v tabulce 9 a výsledky procentuálního zastoupení těchto kategorií u žáků základní školy i víceletých gymnázií jsou v grafu 12.

**Tabulka 9:** Příklady žákovských představ o oběhu krve v srdci

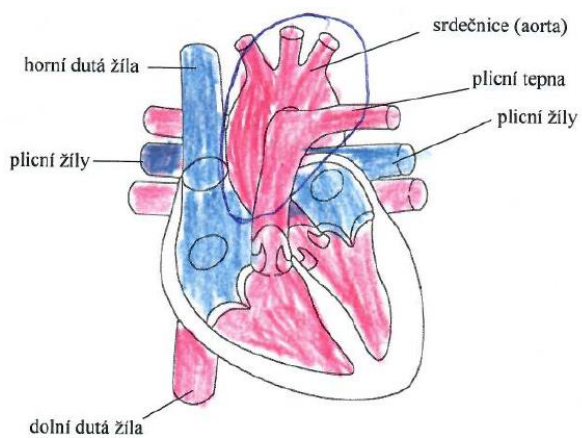
**správná odpověď**

(kresba žák 211)



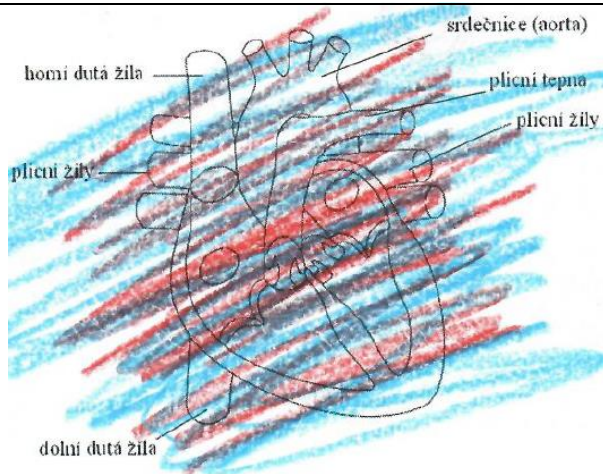
**chybná odpověď**

(kresba žák 200)

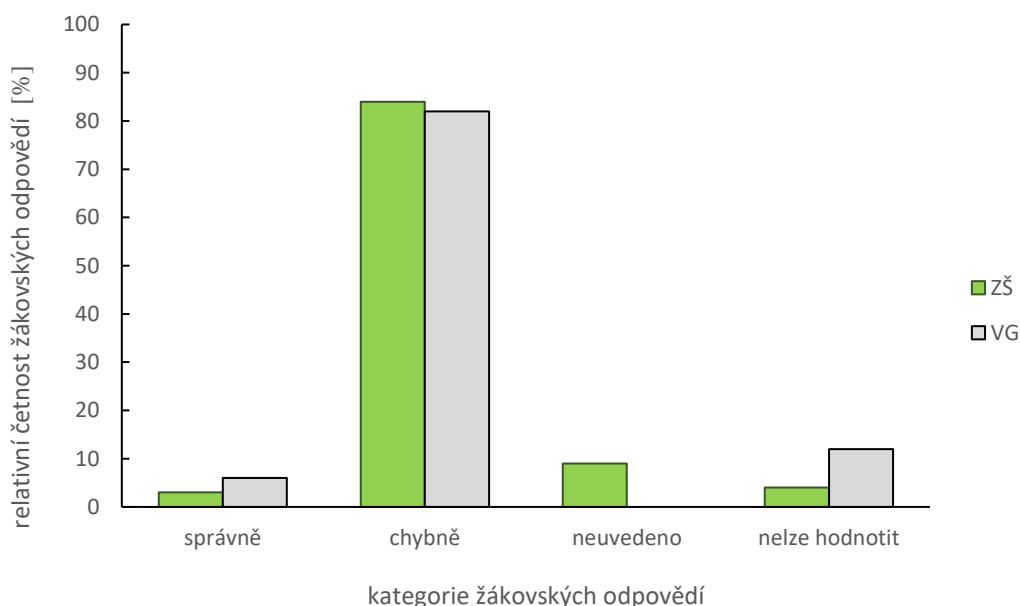


**odpověď nelze  
hodnotit**

(kresba žák 125)







**Graf 12:** Žákovské představy o oběhu krve v srdci. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Kategorie „neuveдено“ nebyla v odpovědích žáků VG zastoupena.*

V souvislosti s krevním oběhem byli žáci dotazováni na otázku, která část lidského srdce má nejmohutnější vrstvu srdeční svaloviny a proč. Někteří respondenti (7,87 %) zcela správně uvedli, že se nejmohutnější vrstva srdeční svaloviny nachází v levé komoře. Rozhodovali se však na základě různých přesvědčení. Někteří z nich, např. žák 132 správně zmiňovali: „protože je tam okysličená krev, kterou musí srdce dostat do celého těla“, jiní se rozhodli na základě ilustračního obrázku: „na obrázku vypadá nejtlustější“ (žák 118) nebo na základě nepravdivých tvrzení, např. že tato část srdce „tlačí krev do žil“ (žák 138), „chrání srdce“ (žák 139), „obsahuje nejvíce krve“ (žák 194) apod.

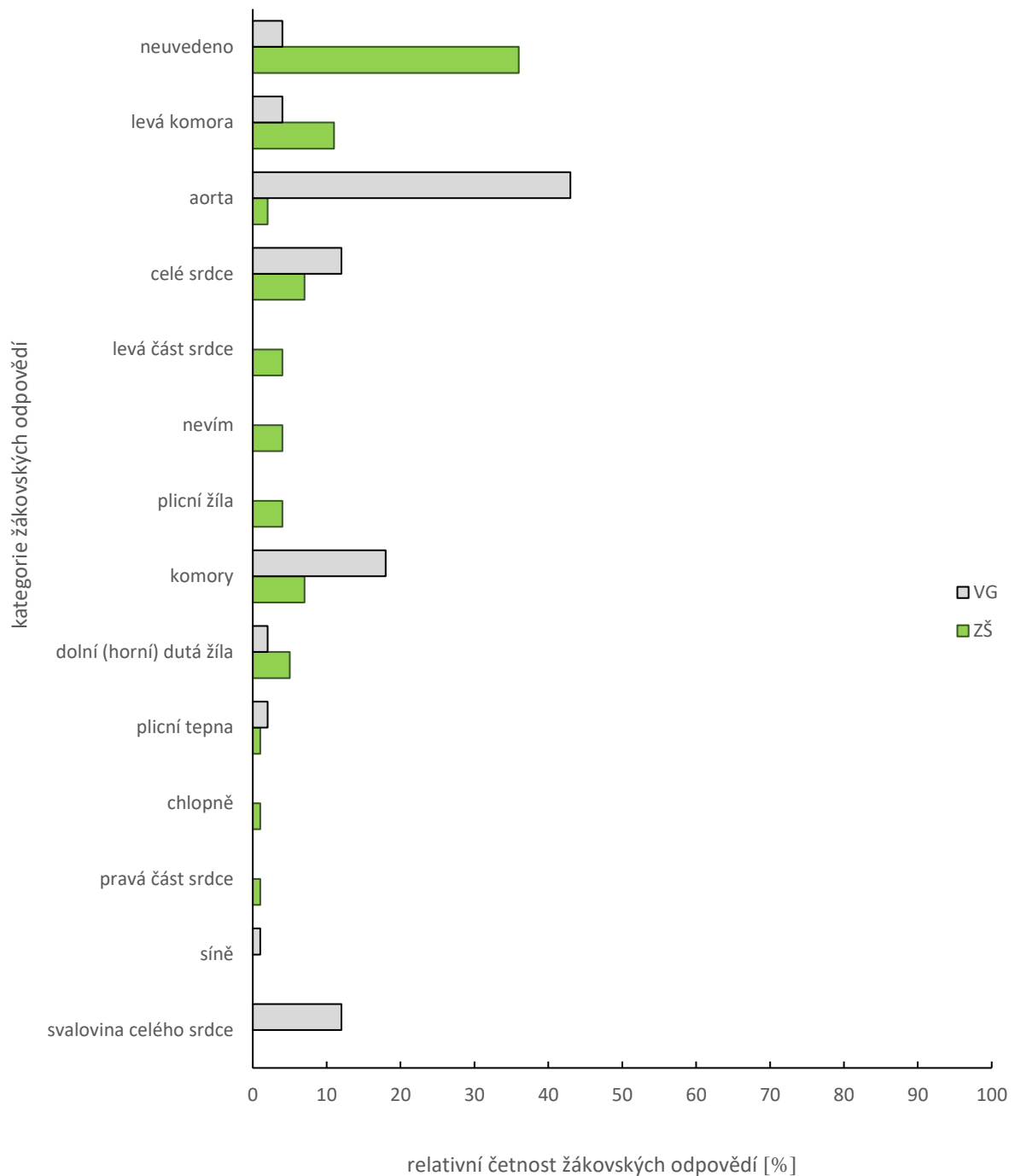
Aortu jako část srdce s nejmohutnější vrstvou srdeční svaloviny označilo 29,13 % dotazovaných. Žáci svá rozhodnutí opírali např. o tvrzení, že „pumpuje“ (žák 224) nebo „vytváří“ (žák 232) krev. Jiní se domnívali, že by „měla mít největší vrstvu svaloviny, protože je uložena v krku, a tudíž je nejzranitelnější“ (žák 223). Žák 145 uvedl, že díky ní „bije a funguje srdce“ nebo žák 218, že „přes ni jde kyslík a okysličuje se, aby se oxid uhličitý nedostal tam, kde být nemá“. Někteří respondenti se podobně jako v předchozím případě rozhodli podle ilustračního obrázku nebo podle názvu, např. „srdečnice zní jako důležitá část srdce, takže proto“ (žák 193).

V dalších odpovědích žáci vybrali komory (11,02 %), celé srdce (8,66 %) nebo svalovinu podél celého srdce (4,72 %). I v těchto případech vysvětlovali, že právě tato část

„pumpuje krev“ (žák 236), je „nejvíce namáhaná“ (žák 155), musí „snášet velký tlak“ (žák 129) nebo se v ní „hromadí největší množství krve“ (žák 233). Někteří žáci také zmínili, že má ochrannou funkci.

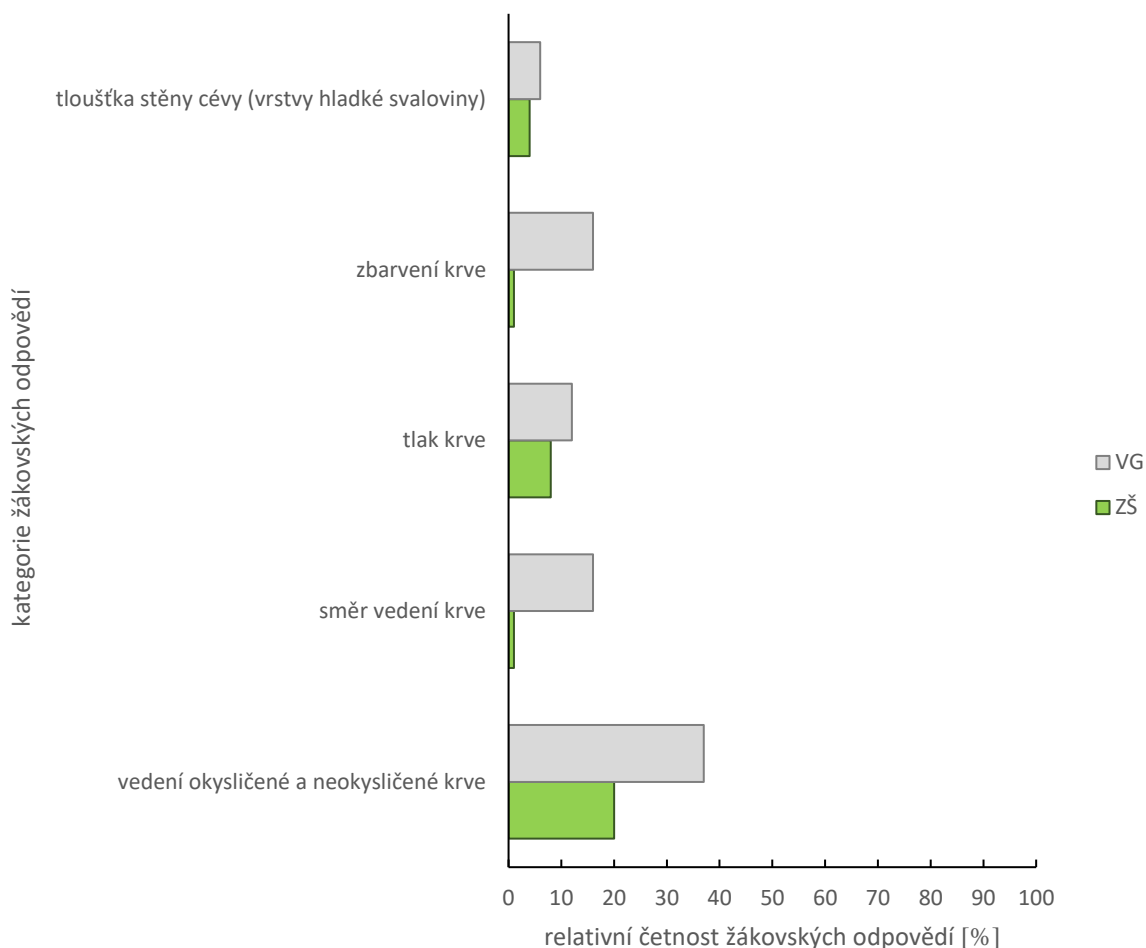
Levou polovinu srdce uvedlo 2,36 % žáků z důvodu, že „je tam víc věcí“ (žák 142), „protože pumpuje do těla krev a krev musí dojít do těla daleko, takže je pod největším tlakem“ (žák 130) nebo „protože máme srdce nalevo, tak je mohutnější levá část“ (žák 115). V jedné odpovědi žák bez zdůvodnění označil pravou část srdce.

Dva žáci se rozhodli pro výběr síní, „protože všude jinde je srdce prorostlé rourkami, je v nich vzduch a v těch místech je lehčí. V síních není tolik těch trubiček a rourek“ (žák 213) a žák 238 uvedl: „levá a pravá síň, vede hodně krve“. V dalších odpovědích byly označovány jako části s nejmohutnější svalovinou plicní žíly, plicní tepna, horní a dolní dutá žíla nebo chlopně (blíže viz graf 13).



**Graf 13:** Představy žáků o části srdce s nejmohutnější vrstvou srdeční svaloviny. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Jednotlivé části srdce jsou v grafu řazeny podle kódů kategoriálního systému (viz příloha 7). Kategorie „levá část srdce, nevím, pravá plicní žíla, chlopně a pravá část srdce“ neuvedl žádný žák VG. Kategorie „síně a svalovina celého srdce“ neuvedl žádný žák ZŠ.

Další ze zjišťovaných žákovských prekonceptů byly rozdíly mezi tepnami a žilami. Na základě obsahové analýzy učiva bylo stanoveno šest sledovaných kategorií o rozdílech mezi tepnou a žilou: (1) tloušťka stěny cévy (vrstvy hladké svaloviny); (2) zbarvení krve; (3) tlak krve; (4) směr vedení krve; (5) vedení okysličené a neokysličené krve a (6) přítomnost chlopní v cévní stěně žil. Četnost zastoupení těchto kategorií v žákovských odpovědích je uvedena v grafu 14.



**Graf 14:** Žákovské představy o rozdílech mezi tepnou a žilou. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativní četností jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Rozdíl v přítomnosti chlopní v žilách neuvedl žádný žák.

Většina respondentů (83,46 %) se zcela správně domnívala, že mezi tepnou a žilou existují rozdíly. Mnozí žáci (27,56 %) ale nedokázali tyto rozdíly blíže specifikovat. Celkem 55,91 % respondentů pak ve svých odpovědích uvedlo jeden nebo více rozdílů současně (kategorizace těchto rozdílů viz tabulka 10). Představu, že mezi tepnou a žilou žádný rozdíl neexistuje, popsalo 10,23 % žáků a 6,31 % respondentů otázku nezodpovědělo.

**Tabulka 10:** Počet rozdílů mezi tepnou a žilou uváděných v žákovských odpovědích (kategorizovány byly pouze odpovědi, ve kterých žáci uvedli alespoň jeden konkrétní rozdíl)

Počet rozdílů	ZŠ [%]	VG [%]
1	47,37	43,14
2	3,95	15,69
3	0	3,92

První rozdíl, že se tepny a žíly liší mohutností svaloviny (resp. tloušťkou cévní stěny), ve své odpovědi zmínilo 4,72 % žáků. Většina těchto žáků správně popsala, že tepny mají silnější stěnu cévy s mohutnější vrstvou hladké svaloviny než žíly. Pouze jeden žák (124) zmínil opačné tvrzení: „*žíla má větší vrstvu svaloviny než tepna*“. Další ze sledovaných rozdílů bylo zbarvení krve, z celkového počtu dotazovaných je uvedlo 7,09 %. Ve čtyřech odpovědích žáků bylo správné tvrzení (v tepnách má krev světlejší zbarvení než v žilách), v pěti zbývajících bylo tvrzení opačné (krev v žilách má světlejší zbarvení než krev v tepnách). Všichni respondenti, kteří ve své odpovědi zmínili tlak krve (9,45 % žáků), zcela správně uvedli, že v tepnách proudí krev pod vyšším tlakem, než v žilách. Další ze sledovaných rozdílů mezi tepnou a žilou byl označen jako vedení krve. Tepny totiž vedou krev ze srdce do těla, zatímco žíly z těla do srdce. Tento rozdíl zmínilo celkem 7,09 % žáků. Většina odpovědí byla správná, pouze jeden žák (198) popsal tvrzení, že „*tepna do srdce přivádí okysličenou krev a žíly ji odvádí ze srdce již odkysličenou*“. Představa žáků o tom, že tepny vedou okysličenou krev a žíly neokysličenou, byla jednou z nejčastěji uváděných rozdílů. Zmínilo ji 26,77 % dotazovaných. Ve většině případů se však jednalo o neúplnou odpověď, ve které nebyly zahrnuty plicní žíly a plicní tepna. Pouze jeden žák uvedl správnou odpověď, že tepny s výjimkou plicní tepny a jejich větví vedou okysličenou krev a žíly vedou neokysličenou krev, kromě plicních žil. Dva žáci zmínili, že dalším rozdílem mezi tepnou a žilou je rychlost proudění krve a rozdíl v přítomnosti chlopní v žilách neuváděl nikdo.

Na základě výsledků konceptového testu č. 2 byly stanoveny dílčí žákovské prekoncepce o stavbě a funkci srdce, které má vytvořené většina žáků a odpovídají správné oborové představě. Dále byly popsány prekoncepce, které jsou nerozvinuté a žáci o nich mají neúplné nebo zcela mylné představy. Souhrnné poznatky o těchto prekonceptcích mohou posloužit učitelům při přípravě výuky tohoto tématu (viz tabulka 11).

**Tabulka 11:** Přehled žákovských představ o stavbě a funkci srdce – východiska pro učitele přírodopisu a biologie při přípravě výuky.

---

#### **Oborově správné žákovské představy** (*zastoupené u více než poloviny respondentů*)

- funkce srdce (srdce pumpuje krev do celého těla – tuto představu má zhruba 70 % žáků)
  - síně jsou umístěné nad komorami (přibližně 60 % žáků)
  - existuje rozdíl mezi tepnou a žilou (více než 80 % žáků), nicméně žáci nejsou vždy schopni tyto rozdíly úplně a oborově správně specifikovat (viz níže)
- 

#### **Neúplné, nedostatečně rozvinuté či mylné žákovské představy**

- funkce srdce (přibližně u šestiny žáků se objevilo tvrzení, že srdce je důležité pro život bez dalšího upřesnění; žáci zmiňovali i další zcela mylné představy)
  - pravolevá orientace v anatomické stavbě srdce (přibližně tři čtvrtiny žáků se nebyly schopny správně zorientovat v předloženém obrázku srdce)
  - cirkulace krve v srdci (oborově správnou představu o cirkulaci okysličené a odkysličené krve v lidském srdci mělo méně než 4 % žáků)
  - nejmohutnější vrstva srdeční svaloviny (v odpovědích žáků byly nesprávně uvedeny různé části srdce, nejčastěji pak aorta u téměř třetiny žáků)
  - rozdíly mezi tepnou a žilou (nejčastěji uváděný rozdíl mezi tepnami a žilami byl, že tepny vedou okysličenou krev a žíly neokysličenou. Ve většině případů se však jednalo o neúplnou představu, ve které nebyly zahrnuty plicní žíly a plicní tepna v rámci plicního oběhu krve)
-

### 5.3 Proces srážení krve

V této kapitole jsou shrnuty výsledky získané na základě analýzy dat konceptového testu č. 3. Test celkem vyplnilo 114 žáků, z toho 60 žáků (52,63 %) základní školy a 54 žáků (47,37 %) osmiletého gymnázia, z uvedeného počtu účastníků bylo 63 dívek (55,26 %) a 51 chlapců (44,74 %).

V první testové položce žáci vysvětlovali, proč při drobném poranění, např. když se člověk řízne do prstu, nevykrvácí. Za správnou a úplnou odpověď bylo považováno tvrzení, že se jedná o drobné poranění, při kterém není zasažena velká céva a díky existenci procesu srážení krve (hemokoagulace) za účasti některých typů krevních buněk (krevní destičky a červené krvinky) a dalších molekul (trombin a fibrin) se krvácení zastaví (úplné autorské řešení úlohy viz příloha 6).

Odpovědi žáků obsahovaly poměrně velké množství prekonceptů, které jsou přehledně zpracovány v grafu 15. Žákovská představa, která rámcově odpovídala oborově správné představě, zahrnovala kombinaci procesu srážení krve a malé velikosti poranění. Žáci však v tomto případě neuváděli bližší informace o funkci krevních buněk a dalších molekul. Žáci popisovali např.: „protože je řezná rána malá a nejsou do ní vedeny všechny žíly a cévy a krev bude téct do té doby, než se uskuteční proces srážení krve“ (žák 355) nebo žák 349: „otvor (rány) je příliš malý na to, aby člověk vykrvácel, do té doby, než se mu začne krev srážet, poté je hustší a nevytéká, rána by se však měla ošetřit“. Z celkového počtu dotazovaných uvedlo tuto odpověď 4,39 % žáků, někteří další žáci (12,28 %) tuto možnost uváděli v kombinaci s dalšími prekoncepty o procesu srážení krve – viz dále v textu kapitoly.

V další prekoncepti zastoupené u 20,18 % respondentů, nebyl hlavním důvodem zastavení krvácení proces srážení krve, ale pouze fakt, že se jedná o drobné poranění. Svě odpovědi žáci zdůvodňovali např. tvrzením, že při poranění drobné cévy „vyteče jen málo krve“ (žák 273), a protože „rána není tak rozsáhlá, než vykrvácí, tělo to zastaví“ (žák 250). Další zdůvodnění popsal např. žák 287: „protože je rána malá a všechna ta krev, co máme v těle, se nemůže dostat k tomu jednomu místu, a taky že ta krev proudí třeba jiným směrem než je ta rána“.

Další prekoncepte, že při drobném poranění není poškozena větší céva (tedy tepna či žíla), se objevila u 14,91 % dotazovaných. Např. žák 242 uvedl: „na povrchu prstu nejsou žíly ani tepny, žíly a tepny jsou od ramene až po zápěstí“, žák 258 zase tvrdil, že „před krví má člověk maso a nejsou tam žíly ani tepny“ a žák 352, že „nuž neprořízne cévu, jenom trochu kůže a tím pádem člověk nemůže vykrvácel“.

V dalších odpovědích vysvětlovali žáci (22,81 %) proces zastavení krvácení jako funkci krevních elementů. Někteří do svých odpovědí napsali pouze krvinky, jiní upřesňovali, které konkrétní krevní elementy měli na mysli. V různém procentuálním zastoupení (viz graf 15) se pak v odpovědích žáků objevily erytrocyty, leukocyty a trombocyty. V rámci této kategorie odpovědí žáci výslovně neuváděli proces srážení krve, ale popisovali svou představu, že krevní elementy ránu „*zátáhnou a stane se z toho strup*“ (žák 248) nebo ránu „*vyplní a následně zahojí*“ (žák 260) či „*zaskládají a tím zastaví krvácení*“ (žák 262). Někteří žáci tedy mají představu o tom, že se procesu zástavy krvácení účastní některé krevní buňky (nejčastěji krevní destičky), ale neumí tento proces pojmenovat odborným termínem (srážení krve) ani blíže popsat jeho průběh.

Další zdůvodnění, proč člověk při drobném poranění nevykrváčí, popsali dva žáci: „*protože si nařízl žílu, ne tepnu*“ (žák 344) a „*protože si nařízl cévku a z cévky nevykrváčí, z žíly může vykrváct, ale ne z cévky*“ (žák 321). Oba respondenti si představovali, že pokud dojde k poranění žíly, krvácení se zastaví, pokud však dojde k poranění tepny, může poraněný člověk vykrváct. Z těchto a jim podobných tvrzení vyplývá, že někteří žáci pravděpodobně mají správně vytvořenou představu, že v žilách proudí krev pod nižším tlakem než v tepnách. Proto při žilním krvácení vytéká krev z rány pomaleji, zatímco při tepenném krvácení dochází k rychlým a mnohdy velkým ztrátám krve. Toto vysvětlení uvedl např. žák 245: „*prořízl žílu (pomalý proud, lehce zastavíme, vytváří strup), ne tepnu (můžeš vykrváct rychlým proudem krve)*“.

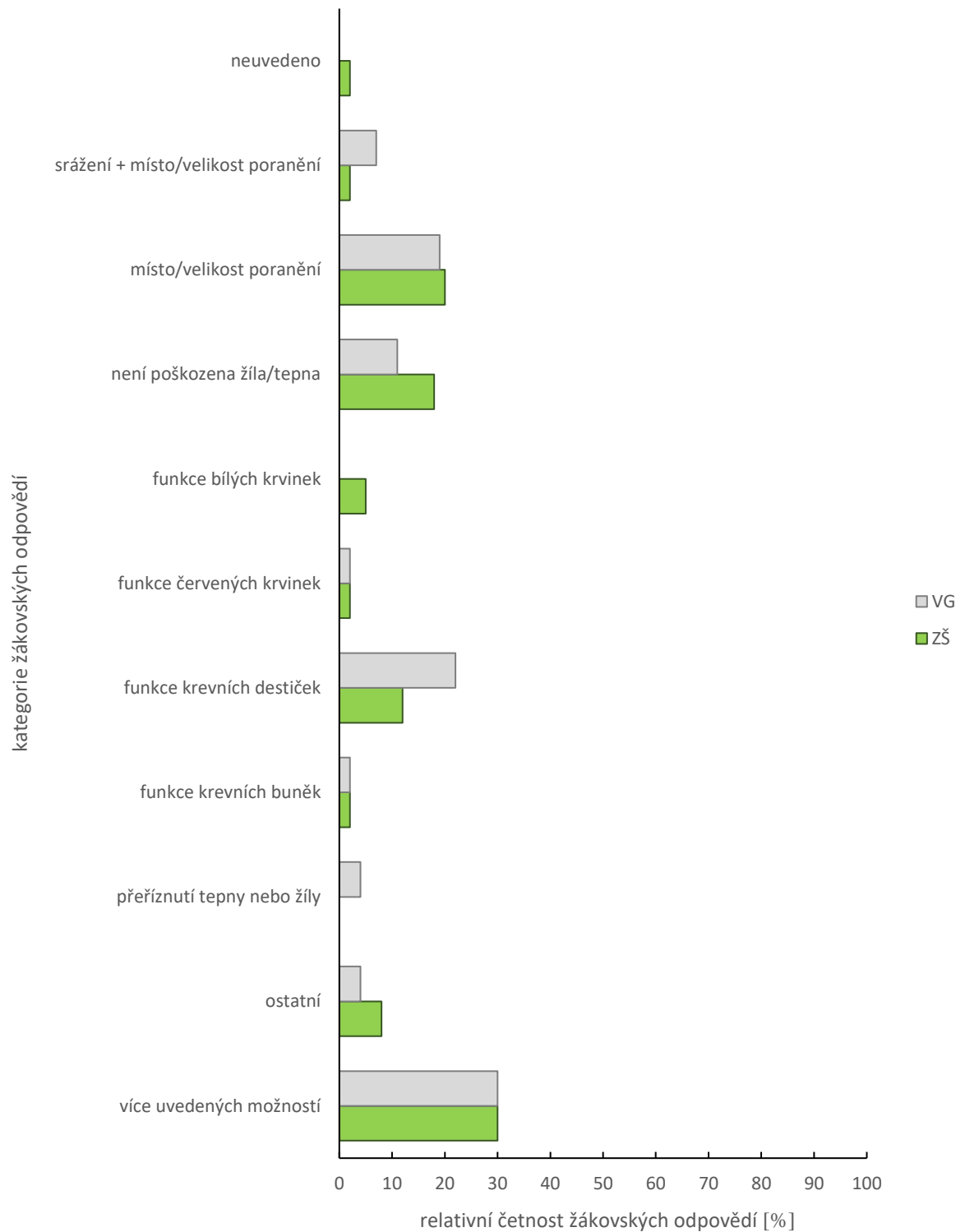
V odpovědích jednotlivců (6,14 %) se objevovaly také další mylné či nepřesné představy, které byly zařazeny do kategorie ostatní. Např. „*okysličená a odkysličená krev se srazí a sraženina ránu ucpe*“ (žák 296). Žák 300 se zase domníval, že se krev začne srážet kvůli „*ochlazení krve vytékající z rány*“, žák 286 že „*krev zvenku zaschne, takže nemá kudy téct*“ a žák 318, že se „*krev stáhne dovnitř*“.

Celkem 0,88 % žáků danou otázku nevyplnilo a 29,82 % respondentů popsalo současně více z výše uvedených kategorií, jejich přehled je uveden v tabulce 12. Z těchto odpovědí pouze 5,26 % obsahovalo kombinaci srážení krve + místo/velikost poranění + funkce krevních destiček. Je tedy zřejmé, že jen velmi malý podíl žáků má v tomto ohledu vytvořenou představu, která by se blížila úplně oborově správné představě.



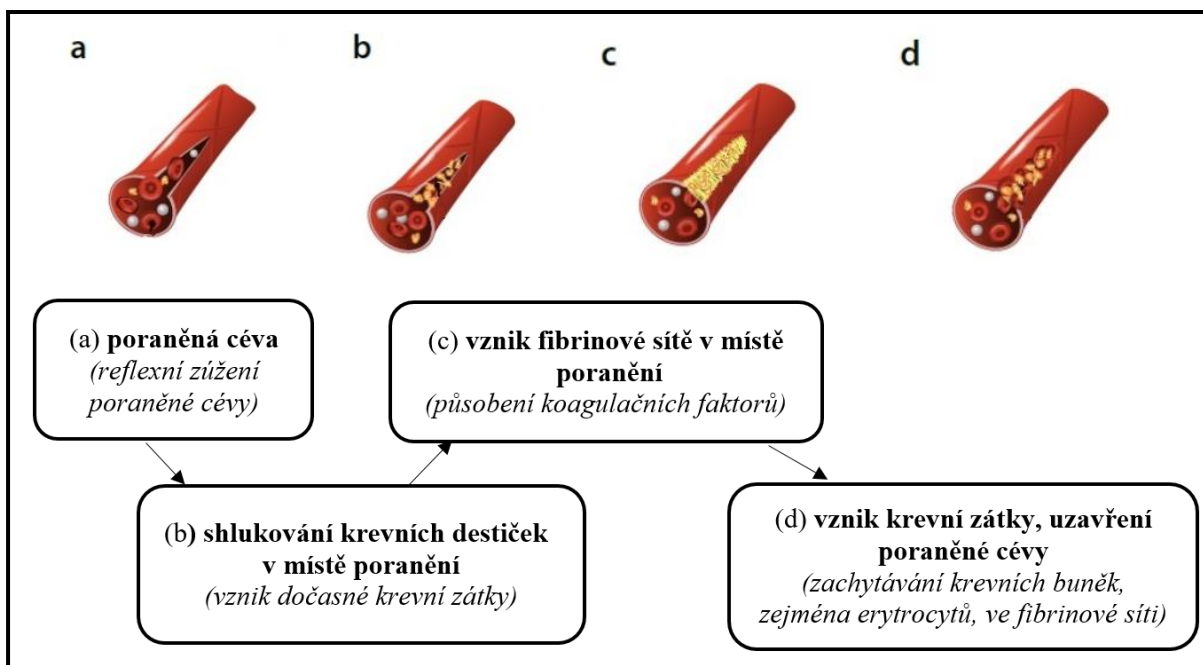
**Tabulka 12:** Zdůvodnění žáků, proč se zastaví krvácení drobného poranění v případech, že současně uváděli více možností (*relativní četnost odpovědí je vztažena k celkovému počtu respondentů*)

<b>důvod zastavení krvácení</b>	<b>[%]</b>
srážení krve + místo/velikost poranění	12,28
místo/velikost poranění	12,28
není poškozena žíla/tepna	13,16
funkce bílých krvinek	1,75
funkce červených krvinek	0,88
funkce krevních destiček	9,65
funkce krevních buněk	1,75
přeříznutí tepny nebo žíly	0,88
ostatní	1,75



**Graf 15:** Odpovědi na první položku konceptového testu č. 3. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Jednotlivá zdůvodnění jsou v grafu řazena podle kódů kategoriálního systému (viz příloha 7). Odpovědi spadající do kategorie „neuveдено a funkce bílých krvinek“ neuvedl žádný žák VG. Přeříznutí žíly neuvedl žádný žák ZŠ.

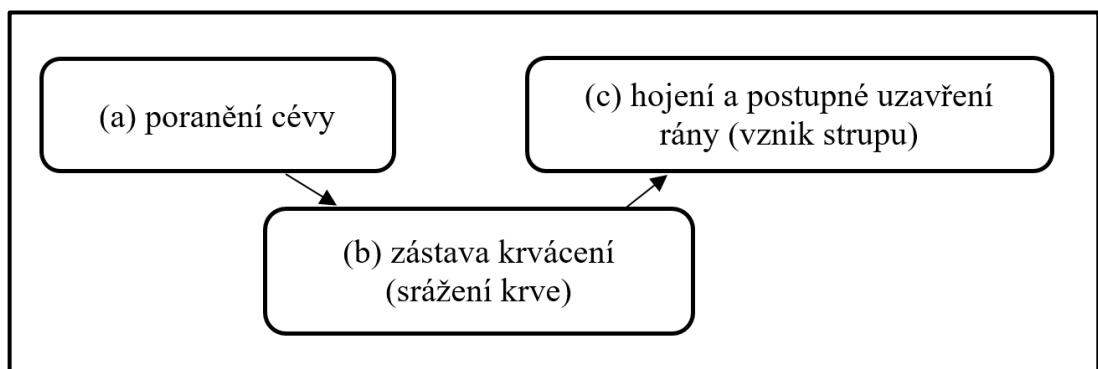
Druhá z položek konceptového testu č. 3 byla zaměřena na zjišťování žákovských prekonceptů o průběhu procesu srážení krve (posloupnost jednotlivých kroků). Pro vytvoření lepší představy byla tato položka doplněna schematickým obrázkem, který je včetně zjednodušeného popisu procesu srážení krve uveden v obrázku 7.



**Obrázek 7:** Zjednodušený popis procesu srážení krve (upraveno dle Navrátil, 2016, s. 43). *Vysvětlivky: text zvýrazněný tučně je zpracován podle odkazované učebnice Navrátila (2016), text kurzívou představuje doplnění oborově správného konceptu podle autorského řešení úlohy.*

S ohledem na věk žáků a jejich dosavadní vědomosti by za správné byly považovány všechny odpovědi, ve kterých by byla uvedena správná posloupnost (popis kroků) při srážení krve, bez ohledu na znalosti o prvotním reflexním zúžení poraněné cévy a výslovném zmínění pojmu fibrin (resp. fibrinová síť) v odpovědi. Nikdo z testovaných respondentů však do položky konceptového testu úplné vysvětlení (popis jednotlivých kroků) nenapsal. Z celkového počtu žáků tuto otázku vůbec nezodpovědělo 7,89 %.

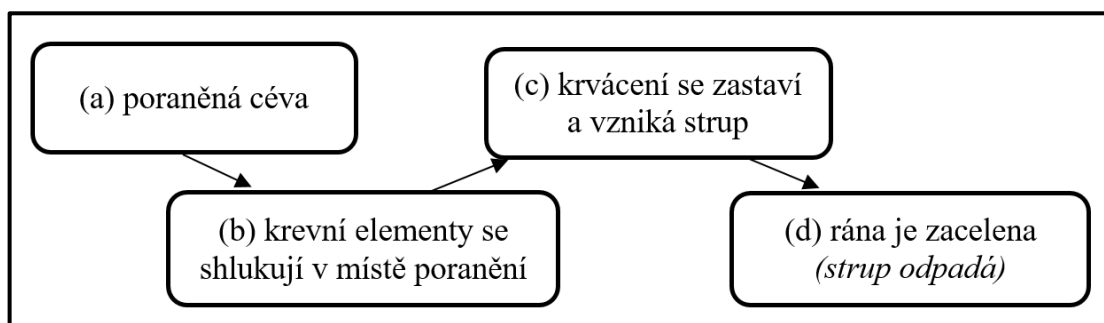
První žákovská prekoncepte, která se objevila ve větší míře u žáků víceletých gymnázií, odpovídala neúplnému popisu kroků při srážení krve, který zahrnuje představu vzniku strupu během hojení rány, ale v odpovědích žáků nebyly uváděny krevní destičky a další krevní elementy (červené krvinky) významné v procesu srážení krve. Tuto představu mělo 5,26 % žáků, schematicky je zobecněna a graficky vyjádřena v obr. 8. Tato představa tak odpovídá vlastní zkušenosti žáků s hojením rány a neobsahuje bližší biologické poznatky o podstatě tohoto procesu.



**Obrázek 8:** Žákovský popis kroků při srážení krve odpovídající vlastní zkušenosti žáků s hojením rány.

Odpovědi jednotlivých žáků se lišily zejména představou, jakým způsobem dochází k uzavření (hojení) rány. Žáci ve svých odpovědích zmiňovali proces srážení krve, aniž by blíže popsali jeho průběh nebo do něj zahrnuli krevní buňky (krevní destičky a červené krvinky) a specifikovali jejich úlohu při srážení krve. Respondenti popisovali, jako např. žák 355: „*když krev začne vytékat a mozek vyšle signál, aby se krev začala srážet, sražená krev pomalu zastaví krvácení. Poté se sražená krev přichytí na řeznou ránu a zacelí ji*“. V některých odpovědích došlo k zástavě krvácení díky „*zaschnutí krve*“ (žák 328) nebo nebyl jeho důvod vysvětlen, např. „*krev přestane téct*“ (žák 285). V jedné odpovědi vysvětlil žák 318 svou odpověď tak, že „*se krev srazí a kůže začne ránu zadělávat*“.

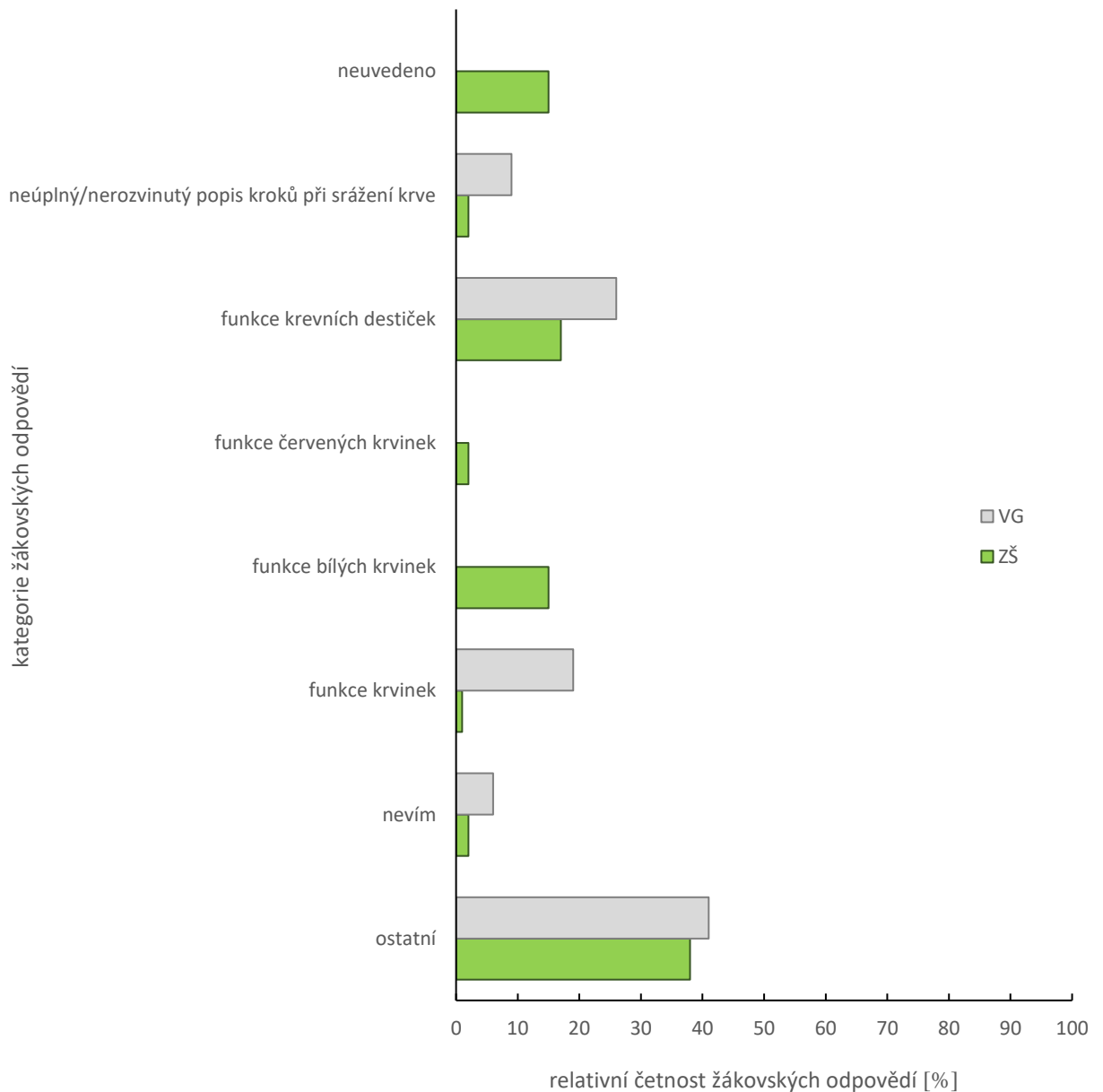
Podobně jako v první položce konceptového testu č. 3 i u druhé položky někteří žáci (43,86 %) popisovali proces srážení krve jako funkci krevních elementů (obrázek 9). Tato žákovská představa se blíží vědecky akceptovatelnému vysvětlení, nicméně mnoho žáků nemá blíže ujasněnou představu o funkci krevních buněk v procesu srážení krve (viz níže).



**Obrázek 9:** Žákovský popis kroků při srážení krve jako funkce krevních buněk

Žáci (např. žák 298) vysvětlovali: „*když se říznete, začne vám téct krev, ale postupně se tam dostávají krvinky, které tu ránu jakoby zaplní a ta krev se začne srážet do strupu, tím se vytvoří takový ochranný strup, který vznikne tím, že se krev srazí, když už je rána zacelená, strup odpadne*“. Podobně popsal jednotlivé kroky srážení krve i žák 350: „*a) proříznutá žíla nemá žádné krytí a krev vytéká, b) udělá se vrstvička krevních destiček, které uzavrou prořízlinu, c) krevní destičky vytvoří strup a pod strupem se vytváří nová, pevnější záplata prořízlé žíly, d) strup začne odpadat*“. V některých odpovědích byly uvedeny pouze krvinky (14,04 %), v jiných žáci zmiňovali konkrétní krevní elementy, nejčastěji pak krevní destičky, které se objevily v 21,05 % odpovědi žáků. Zdůvodnění, proč dojde k zastavení krvácení rány, bylo popisováno převážně dvěma způsoby, jako „*nahromadění krevních destiček v ráně*“ (žák 252) nebo jako proces srážení krve: „*srážlivé destičky se srazí a postupně vytvoří strup*“ (žák 259). Stejně představy se objevovaly také u žáků, kteří popsal proces srážení krve jako funkci červených (0,88 % žáků) nebo bílých (7,89 % žáků) krvinek. U některých se navíc objevila odpověď, že ke srážení krve dochází tak, že do sebe „*narážejí červené krvinky*“ (žák 303) nebo se „*červené krvinky nějak smíchají s bílými a tak dojde ke sražení krve*“ (žák 352). Je tedy patrné, že mnohé z žakovských představ o úloze krevních buněk při procesu srážení krve jsou mylné.

Přibližně 39,47 % žáků uvedlo odpovědi, které byly zařazeny do kategorie ostatní. Většinou se jednalo o mylná tvrzení jednotlivců, např. žák 314 popsal, že „*v krvi se objevuje krev a voda, točí se mezi sebou a lehce se dělá pěna, díra, která tam byla, zarůstá*“, žák 336: „*srážení krve vzniká, když se krev mísí tak, že se někde vyskytla chyba a krev špatná se spojí s tou dobrou*“ nebo žák 278: „*začne se míchat více látek v sobě a tím se začnou spojovat a ucoupou žílu*“. Podle některých respondentů se krvácení zastaví kvůli „*zhoustnutí*“ (žák 300) nebo „*ztuhnutí*“ (žák 330) krve či „*stáhnutí krve z poraněných míst*“ (žák 342). Další zajímavou představu popsal např. žák 307: „*při ohýbání svalů nám může na chvíli ztuhnout krev. Červené krvinky nacpou leukocyty do krve a ucoupou je a tím na chvíli zastaví oběh v dané části těla. Když svaly povolíme, srážení povolí*“ nebo žák 311, který se domníval, že proces srážení krve závisí na ošetření daného místa: „*když máš velkou ránu, tak najdeš nějaký hadr a místo, které máš rozřízlé ovážeš, poté zavoláme záchranku 155, to vám to pak zaváže obvazem, v nemocnici vám to zašijí, a jak ta kůže bude zašitá, tak červené krvinky a bílkoviny se pomalu začnou taky zatahovat, a až vám vyndají stehy, tak už v ruce nebudete mít žádnou díru, protože se vám stáhly červené krvinky a bílkoviny a ta kůže (tam, jak jste to měli zašité)*“. Kategorie nejčastějších žakovských odpovědí včetně jejich relativní četnosti jsou uvedeny v grafu 16.



**Graf 16:** Odpovědi na druhou položku konceptového testu č. 3. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativní četností jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Zcela úplnou odpověď neuvedl žádný respondent. Kategorie „neuveдено a popis srážení krve jako funkce červených krvinek“ neuvedl žádný žák VG.

Výsledky konceptového testu č. 3 ukazují, že žákovské koncepce, které mají žáci vytvořené o procesu srážení krve, jsou téměř vždy nerozvinuté a neúplné nebo mylné. Souhrnné poznatky o těchto koncepcích jsou uvedeny v tabulce 13 a mohou posloužit učitelům při přípravě výuky tohoto tématu. Z přehledu v tabulce 13 je mimo jiné patrné, že je v rámci výuky tohoto tématu nezbytné věnovat značnou pozornost popisu mechanismu procesu srážení krve na buněčné úrovni, tedy funkci krevních destiček a červených krvinek včetně úlohy faktorů srážení krve (zejména úloha fibrinu při vytváření fibrinové sítě a vzniku trvalé krevní zátky). Tento přístup je důležitý především proto, aby žáci mohli myšlenkově propojit úroveň orgánovou (tedy poranění části těla) a buněčnou (úloha krevních buněk a faktorů srážení krve) při zástavě krvácení.

**Tabulka 13:** Přehled žákovských představ o procesu srážení krve – východiska pro učitele přírodopisu a biologie při přípravě výuky

---

#### **Oborově správné žákovské představy**

- procesu srážení krve se účastní některé typy krevních buněk – tuto představu má vytvořenou přibližně 40 % žáků
- 

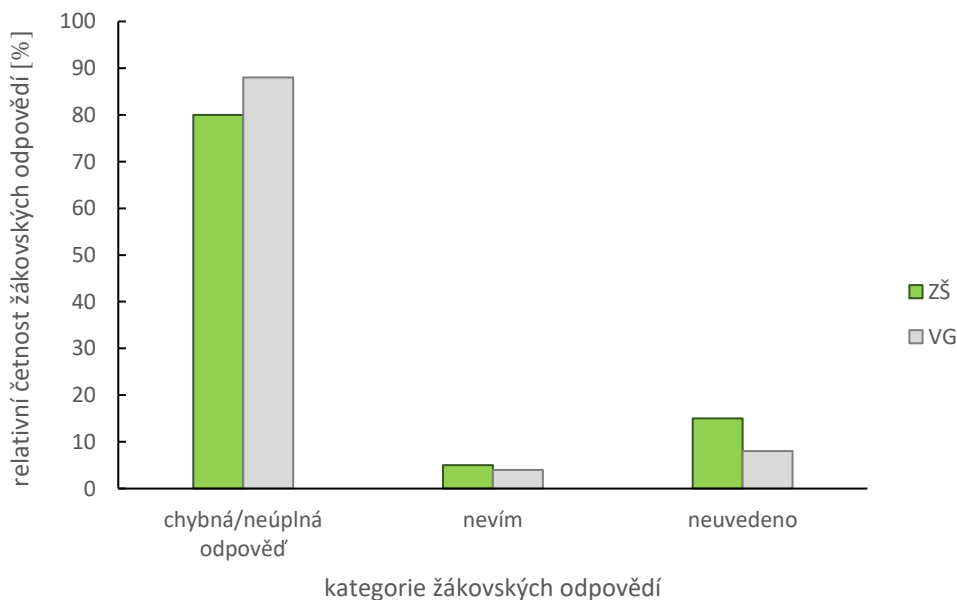
#### **Neúplné, nedostatečně rozvinuté či mylné žákovské představy**

- někteří žáci mají představy o srážení krve odpovídající vlastním zkušenostem s hojením rány (v představách těchto žáků nejsou integrovány biologické poznatky o mechanismu srážení krve)
  - žáci mají nedostatečně rozvinuté představy o typech krevních buněk, které se účastní procesu srážení krve a jaká je jejich konkrétní funkce v tomto procesu (nejsou schopni uvést přesnou a oborově správnou posloupnost kroků srážení krve)
  - velký podíl žáků (zhruba 40 %) má vytvořené různé mylné představy o procesu srážení krve (často se jedná o unikátní představy konkrétních žáků)
-

## 5.4 Krevní skupiny

V této kapitole jsou shrnuty výsledky získané na základě analýzy dat konceptového testu č. 4. Test celkem vyplnilo 111 žáků, z toho 60 žáků (54,05 %) základní školy a 51 žáků (45,95 %) osmiletého gymnázia, z uvedeného počtu účastníků bylo 62 dívek (55,85 %) a 49 chlapců (44,14 %).

V první testové položce žáci vysvětlovali, v čem podle nich spočívají rozdíly mezi krevními skupinami (čím jsou určeny). Zcela správnou a úplnou odpověď, že krevní skupiny jsou dány přítomností specifických molekul (tzv. aglutinogenů) na povrchu (v membránách) červených krvinek (a protilátek v krevní plazmě proti aglutinogenům, které nejsou na povrchu červených krvinek), přičemž tyto rozdíly jsou podmíněny geneticky, nevedl žádný žák. Kromě 11,71 % dotazovaných, kteří nechali otázku nezodpovězenou a 4,5 % žáků, kteří uvedli odpověď „nevím“, byla všechna ostatní tvrzení (83,79 %) neúplná nebo mylná (podrobněji viz graf 17). V tabulce 14 jsou pak uvedeny příklady nejčastějších žákovských odpovědí včetně vytvořené kategorizace a relativních četností uvedených kategorií v odpovědích žáků, kteří zmínili jen jeden hlavní rozdíl mezi krevními skupinami (72,08 % žáků).



**Graf 17:** Žákovské představy o určení krevních skupin. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Kategorii „správně“ nevedl žádný žák.



**Tabulka 14:** Kategorie žákovských odpovědí o určení krevních skupin (*relativní četnosti odpovědí jsou vztaheny k celkovému počtu respondentů z daného typu školy*)

<b>Kategorie</b>	<b>Dílčí kategorie odpovědí žáků</b>	<b>ZŠ [%]</b>	<b>VG [%]</b>
složení krve	(1) každá skupina má jiné složení krve	16,67	11,76
	(2) složením té krve, že někde je třeba víc železa		
	(3) každá má v sobě jiné látky		
barva krve	(1) krevní skupiny A a B jsou červené a bílé	1,67	0
	(2) A je světlá krev, B něco mezi A a AB, AB je tmavá krev		
počet krevních elementů	(1) někde je víc bílých krvinek a někde míň	3,33	17,65
	(2) počtem krvinek		
	(3) podle počtu červených a bílých krvinek		
geneticky podmíněno	(1) podle genů, každý má tu krev trochu jinak	18,33	15,69
	(2) jsou určeny předchůdci (rodiče)		
	(3) geny, podle rodičů		
přítomnost nebo nepřítomnost krvinek	(1) já myslím, že se to rozděluje třeba podle krvinek a nějakých buněk	5,00	0
	(2) skupina A má bílé krvinky, skupina B má červené krvinky, AB má oboje krvinky, 0 nemá krvinky		
hustota krve	(1) každá je jinak hustá	1,67	3,92
	(2) skupina A je více zahuštěná krvinkami než skupina B		
srážlivost krve	(1) srážlivost krve - AB nesrážlivá, 0 srážlivá	0	3,92
	(2) podle srážlivosti krve, jestli máme málo srážlivých červených nebo bílých krvinek		
ostatní	(1) jsou určeny tím, jaký máme výkon	23,33	21,57
	(2) skupenstvím krve		
	(3) tím, že krevní skupina A má svůj specifický vzhled a to i u všech ostatních		
	(4) A je normální skupina, co mají různí lidé, AB má od každého něco, 0 je vzácná, ten kdo má 0 může dát komukoliv svoji krev		
	(5) krevní skupina 0 je univerzální, A spočívá ve zdraví, B horší zdraví, AB něco mezi		

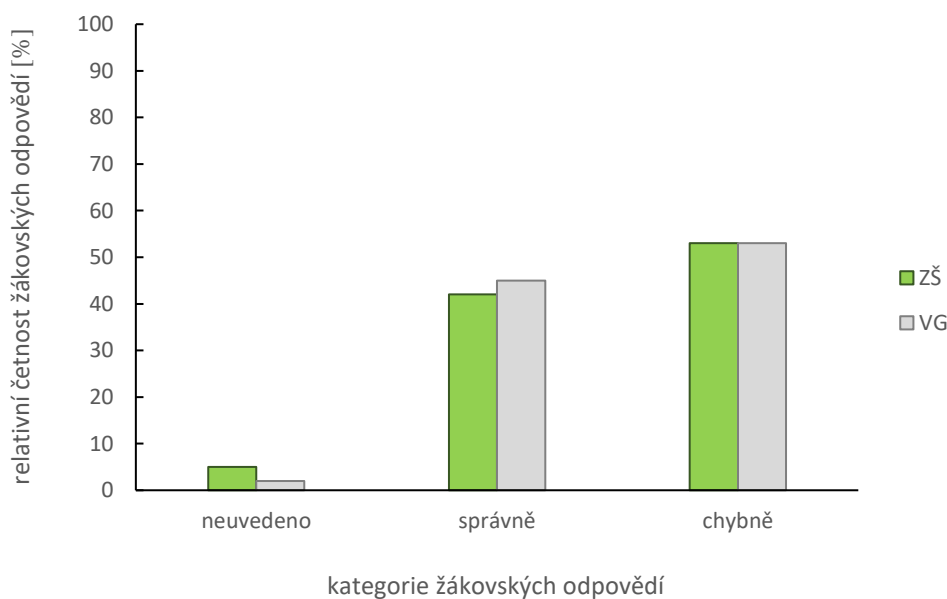
Jak naznačuje tabulka 14, žáci popisovali celou řadu různých představ, z nichž nejrozšířenější byla, že krevní skupiny jsou podmíněné geneticky. Z celkového počtu dotazovaných uvedlo tuto odpověď 17,12 %. Tato představa je sice oborově správná, ale značně neúplná, protože žáci nebyli schopni blíže popsat konkrétní rozdíly mezi krevními skupinami. Prekoncepti, že krevní skupiny jsou dány složením krve, zmínilo 14,41 % respondentů. V tomto případě však buď neuváděli, v čem tyto rozdíly spočívají, nebo měli zcela mylné představy (např. rozdíly v množství železa). Dalších 9,9 % dotazovaných si představovalo, že rozhodující vliv na určení krevních skupin má počet krvinek v krvi. Tato miskoncepce se objevovala ve větší míře u žáků víceletého gymnázia. Naopak pouze žáci základní školy (5 %) uváděli, že jsou krevní skupiny určeny přítomností nebo nepřítomností určitých krevních buněk v krvi. V menší míře se objevila také tvrzení, že krevní skupiny jsou dány barvou (0,90 %), hustotou (2,70 %) nebo srážlivostí (1,80 %) krve. Celkem 22,52 % respondentů uvedlo odpovědi, které byly zařazeny do kategorie ostatní, např. žák 381: „*A je normální skupina, co má většina lidí, B tu mají méně často, AB ještě mají méně krve, 0 mají nejvíc krve*“, žák 407 se zase domníval, že jsou krevní skupiny dány „*množstvím a obsahem kyslíku v krvi*“ nebo podle pohlaví, např. žák 387 napsal: „*samec nebo samice*“. Někteří žáci (11,71 %) do svých odpovědí popsali současně více kategorií (blíže viz tabulka 15).

**Tabulka 15:** Kategorie žakovských odpovědí o určení krevních skupin v případech, že současně uváděli více možností (*relativní četnost odpovědí je vztažena k celkovému počtu respondentů*)

<b>kategorie</b>	<b>[%]</b>
složení krve	4,50
počet krevních elementů	2,70
geneticky podmíněno	5,41
hustota krve	7,21
ostatní	2,70

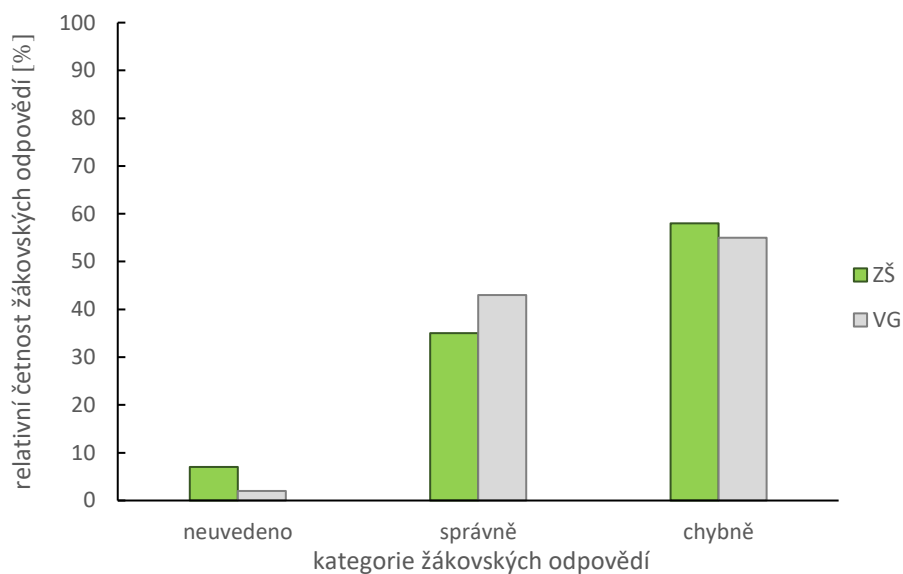
Ve druhé otázce konceptového testu č. 4 měli žáci určit krevní skupinu čtyř pacientů na základě výsledků krevní zkoušky a následně zdůvodnit svou odpověď. Nejprve budou popsány výsledky týkající se správnosti určení typu krevní skupiny (grafy 18 až 21) a poté podrobněji popsány výsledky týkající se vlastního zdůvodnění (grafy 22 a 23 a tabulky 16 a 17).

U prvního vzorku (pacient 1) nedošlo v kapkách se sérem anti-A ani anti-B k reakci krve s protilátkami v séru. Červené krvinky se neshlukovaly ani v jednom vzorku, protože neměly v membránách žádný z aglutinogenů. Pacientovi 1 byla proto jeho krevní skupina určena jako 0. Správně tuto skupinu uvedlo 43,24 % žáků, ale vždy na základě neúplných případně mylných představ. Žáci vysvětlovali např.: „protože se s krví nic nestalo“ (žák 359), „vzorky jsou stejné“ (žák 354), „krvinky jsou rovnoměrně rozmístěné“ (žák 373) nebo „protože se to nepřilepilo k sobě“ (žák 379). Žáci tedy v tomto případě mnohdy popisují, že v kapkách krve ve vzorku nedošlo ke shlukovánírvinek (pojem shlukování většina žáků aktivně nepoužívá) a neumí vysvětlit, proč k jejich shlukování nedošlo. Chybně svou odpověď zvolilo 53,15 % žáků a 3,6 % respondentů nechalo otázku nezodpovězenou (blíže viz graf 18).



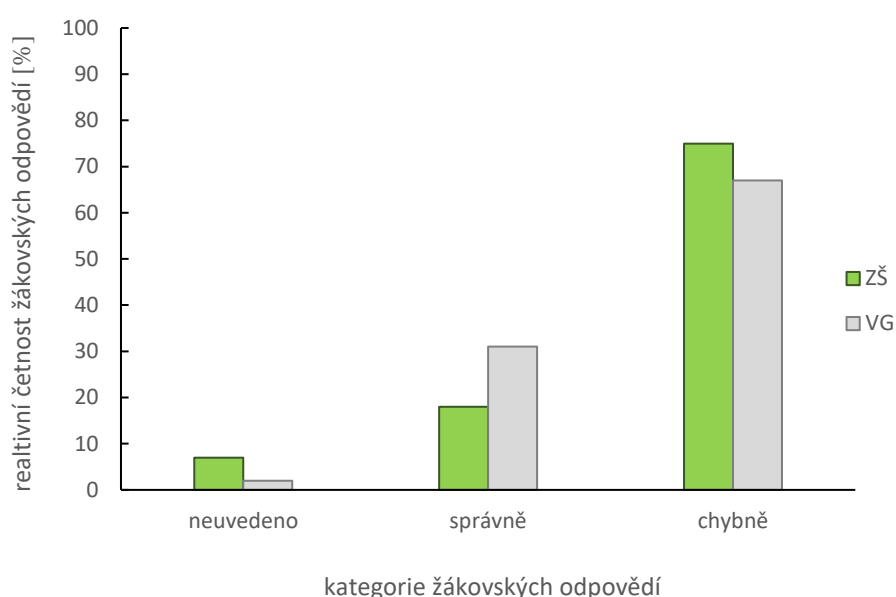
**Graf 18:** Určení krevní skupiny u pacienta 1. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

U druhého krevního vzorku (pacient 2) došlo v obou kapkách sér ke shlukování červených krvinek. Na jejich povrchu tedy musely být aglutinogeny A i B, které reagovaly s protilátkami v kapkách sér. Z tohoto důvodu byla krevní skupina pacienta 2 určena jako AB. Celkem 38,74 % testovaných žáků ji přiřadilo správně, ani zde se však neobjevilo zcela úplné zdůvodnění. Žáci uváděli např.: „protože se krev srazila“ (žák 359), „protože reaguje na oboje sérum“ (žák 358), „protože jsou obě stejné a jsou nerovnoměrně rozmístěné“ (žák 373) nebo „protože je tam vzorek A i B“ (žák 397). Stejně jako v předchozím případě žáci neumí zdůvodnit, proč dochází ke shlukování červených krvinek v obou kapkách krve ve vzorku. Z odpovědi žáka 358 (a několika dalších žáků) dále vyplývá, že se někteří z nich domnívají, že v kapkách krve ve vzorcích došlo k jejímu sražení (zaměňují tedy shlukování krvinek při testování krevních skupin s procesem srážení krve). Chybnou odpověď uvedlo 56,76 % žáků a 4,5 % žáků otázku nevyplnilo (viz graf 19).



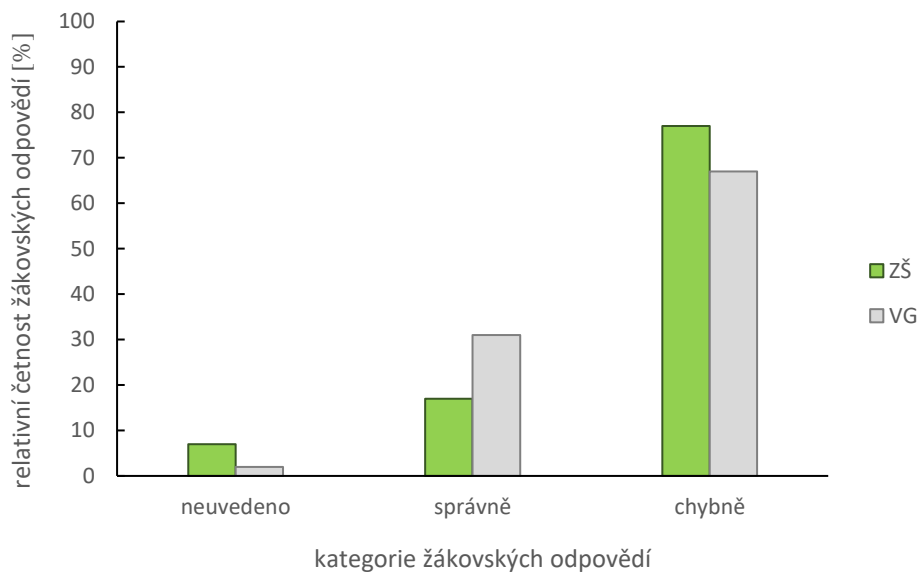
**Graf 19:** Určení krevní skupiny u pacienta 2. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

U pacienta 3 došlo ke shlukování červených krvinek pouze v séru anti-B, v kapce se sérem anti-A se žádná reakce neobjevila. Pacientovy červené krvinky tedy musely mít na svém povrchu pouze aglutinogen B a správně přiřazená krevní skupina, kterou uvedlo 23,42 % respondentů, byla krevní skupina B. Podobná zdůvodnění jako u předchozích vzorků se objevila i zde, např. „protože něco udělá jen anti-B“ (žák 466), „krvinky se shlukly“ (žák 450) nebo „v jednom (séru) je více krvinek“ (žák 374). Celkem 71,17 % dotazovaných zodpovědělo tuto otázku chybně a 4,5 % žáků odpověď neuvedlo (viz graf 20).



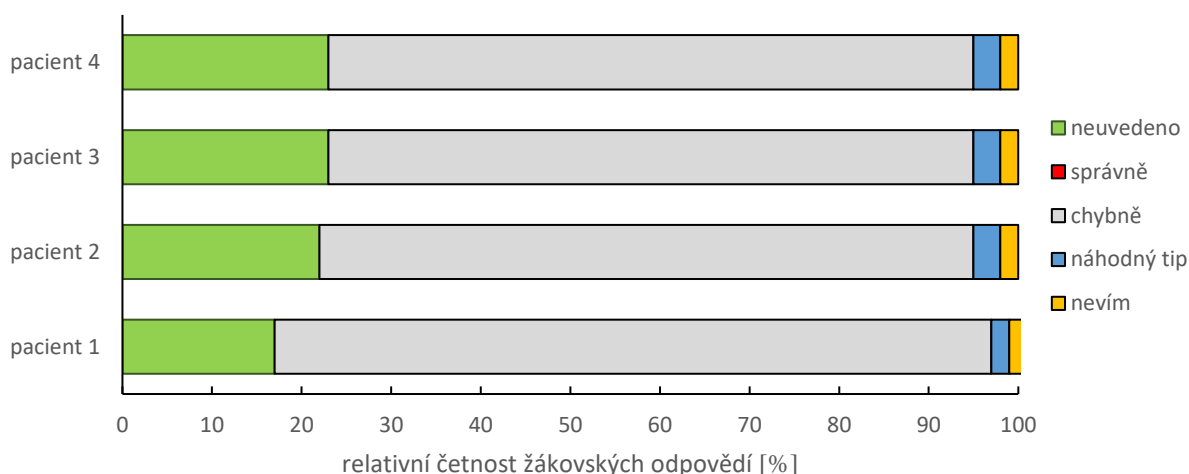
**Graf 20:** Určení krevní skupiny u pacienta 3. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

Poslední z testovaných pacientů (pacient 4) měl krevní skupinu A. Červené krvinky této krevní skupiny mají na povrchu aglutinogen A, který reaguje s protilátkami anti-A. Proto po přidání krve do sér dochází ke shlukování červených krvinek v kapce séra anti-A a v kapce se sérem anti-B žádnou reakci nepozorujeme. Chybně tuto krevní skupinu určilo 72,07 % žáků a 4,5 % respondentů nechalo otázku nezodpovězenou. Správnou odpověď uvedlo 23,42 % žáků, nikdo z nich však neposkytl úplné (tedy zcela správné) vysvětlení. Obdobně jako v případě ostatních vzorků žáci zmiňovali např.: „protože to reaguje jen na anti-A“ (žák 358) nebo „jen u A má krvinky více u sebe“ (žák 432). Procentuální zastoupení kategorií žákovských odpovědí je shrnuto v grafu 21.

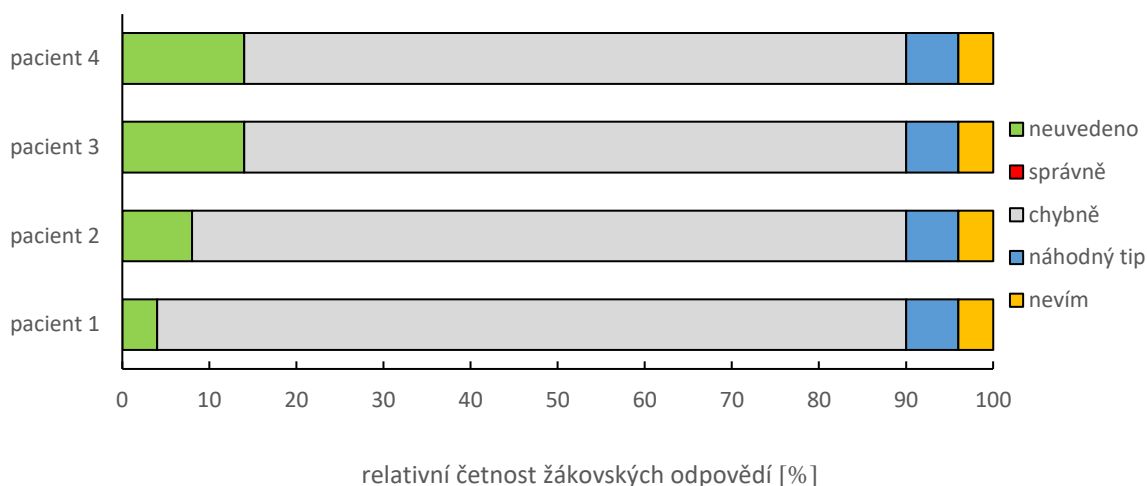


**Graf 21:** Určení krevní skupiny u pacienta 4. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

Jak už bylo uvedeno výše, většina žákovských odpovědí byla založena na základě neúplných nebo mylných představ. Někteří respondenti v rámci zdůvodnění odpovědi (tedy určení krevní skupiny) nechali danou otázku zcela nezodpovězenou, případně napsali, že odpověď „nevím“ (žák 417) nebo ji zvolili náhodně: „tipnul jsem si“ (žák 428). Relativní četnosti těchto kategorií v žákovských odpovědích u jednotlivých pacientů znázorňují graf 22 a graf 23.



**Graf 22:** Zdůvodnění určení krevních skupin u krevní zkoušky pacientů u žáků ZŠ. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Zcela úplnou a správnou odpověď neuvedl žádný žák.



**Graf 23:** Zdůvodnění určení krevních skupin u krevní zkoušky pacientů u žáků VG. *Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Zcela úplnou a správnou odpověď neuvedl žádný žák.*

Neúplná, nepřesná či zcela chybná přesvědčení, na základě kterých se žáci rozhodovali pro své odpovědi u druhé otázky konceptového testu č. 4 byla zařazena do 12 kategorií, které jsou včetně jejich relativních četností v žákovských odpovědích uvedeny v tabulce 16. Při pohledu na jednotlivé kategorie je patrné, že žáci jsou na základě pozorování schopni popsat změny, kterých si v obrázku všimli (jsou na první pohled nápadné), ale nejsou schopni vysvětlit biologickou podstatu toho, proč k dané změně došlo. V tomto ohledu jsou tedy výsledky v plném souladu s žákovskými odpověďmi na první otázku tohoto konceptového testu.

**Tabulka 16:** Kategorie nepřesných, neúplných či mylných žákovských odpovědí se zdůvodněním určení krevních skupin jednotlivých pacientů (*relativní četnosti odpovědí jsou vztaženy k celkovému počtu respondentů z daného typu školy*)

Kategorie	Dílčí kategorie odpovědí žáků	ZŠ [%]	VG [%]
reakce na anti-A nebo anti-B	(1) reaguje jen na anti-A	8,33	5,88
	(2) reakce na anti-B		
	(3) protože to reaguje na oboje sérum		
s krví se něco stalo nebo nestalo	(1) protože se s krví nic nestalo	3,33	3,92
	(2) u toho vzorku s anti-A se něco stalo		
	(3) protože se stalo jenom s A		

**Tabulka 16** - pokračování

změny v prostorovém uspořádání krvinek	(1) protože u B jsou ty krvinky rovnoměrně rozmístěné (2) krvinky v anti-B jsou rozprostřenější než u anti-A (3) protože u každého séra se buňky sdružily (4) u jednoho se to přilepilo (5) má krvinky u sebe	11,67	27,45
srážení krve	(1) srazily se (krvinky) (2) srazil se pouze vzorek A (3) protože u anti-B vypadá krev normálně a není vysrážená	1,67	5,88
typ krvinek ve vzorku	(1) v prvním vzorku jsou jen bílé krvinky, ve druhém jen červené krvinky, ve třetím a čtvrtém vzorku jsou oboje	3,33	1,96
počet krvinek	(1) v jednom více krvinek (2) u obou je moc málo, ani jedna není OK (3) málo bílých krvinek	8,33	3,92
hustota krve	(1) krev má menší hustotu (2) protože má hustotu krvinek u obou správně	1,67	1,96
vzorky jsou stejně nebo rozdílné	(1) protože jsou anti-A i anti-B shodné (2) jsou stejné (3) protože jsou rozdílné	13,33	3,92
název krevní skupiny/ protilátky	(1) protože z názvu anti-A vyplývá, že to bude odstraňovat nějaké složky, které by měl mít člověk, když má krevní skupiny A, B a jelikož to vypadá, že jsou všechny stejné jako předtím, je to skupina AB	0	1,96
smíchání krevních skupin	(1) kus je od A a kus je od B	6,67	0
ostatní	(1) části se spojí a vznikne skupina B (2) logicky (3) protože 0 je kompatibilní skoro se všemi skupinami, vypadá zdravě (4) kladný výsledek je u B (5) molekuly v A se drží při sobě, proto B	11	23,53

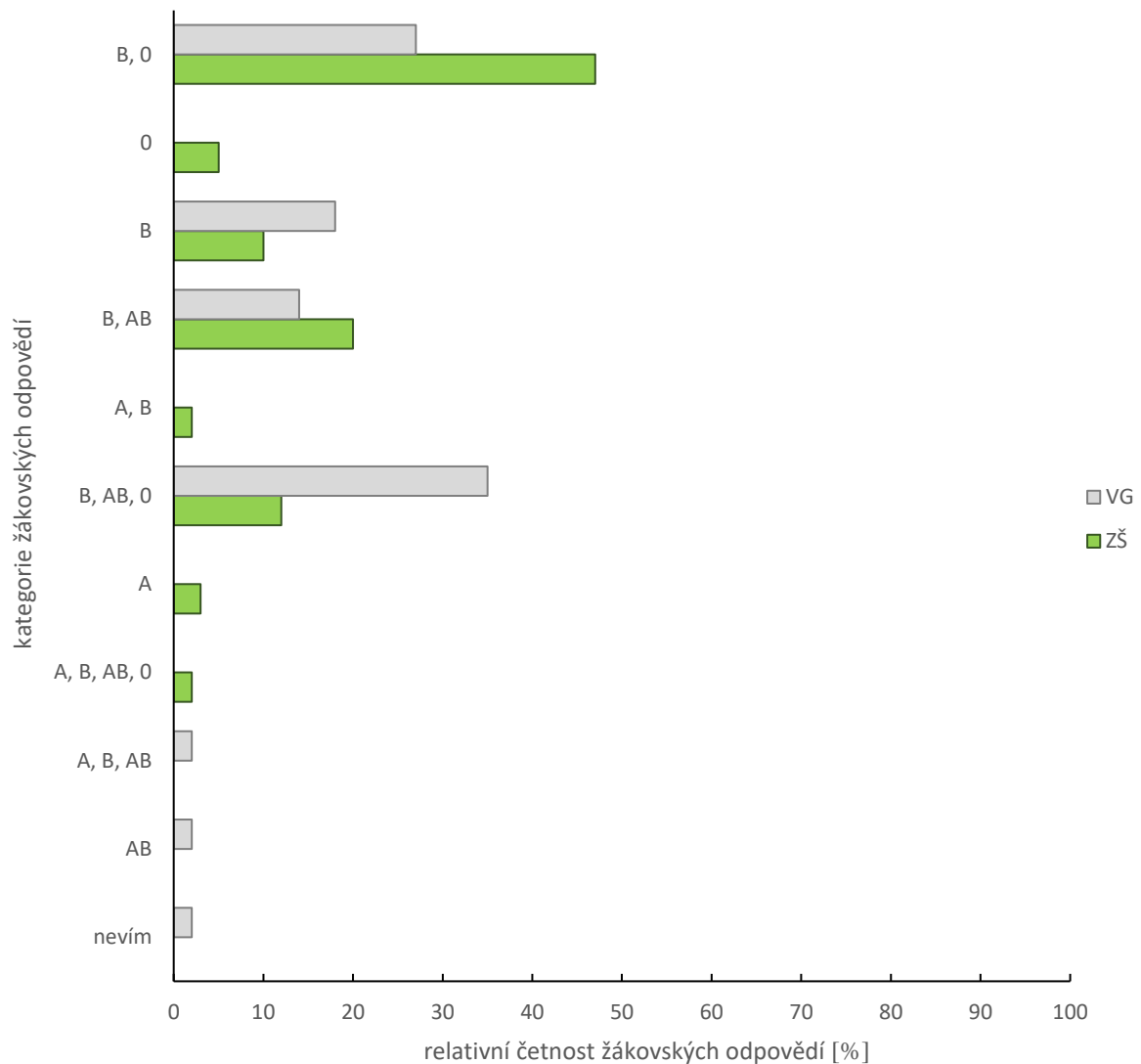


Žáci nejčastěji zmiňovali, že se rozhodovali podle změny v prostorovém uspořádání krvinek (18,92 %), jiní (9,01 %) zase podle toho, zda se jim oba vzorky krve se séry jeví jako stejné či nikoliv nebo uváděli, že se jedná o reakci s protilátkou anti-A nebo anti-B (resp. jen prosté konstatování, že se s krví něco stalo – souhrnně 10,81 % žáků). Malý podíl žáků (3,60 %) také chybně uváděl, že ve vzorcích krve došlo ke srážení krve. Někteří respondenti (9,01 %) ve svých odpovědích uvedli současně více výše zmiňovaných možností (konkrétní data poskytuje tabulka 17).

**Tabulka 17:** Kategorie nepřesných, neúplných či mylných žákovských odpovědí se zdůvodněním určení krevních skupin jednotlivých pacientů v případech, že současně uváděli více možností (*relativní četnost odpovědí je vztažena k celkovému počtu respondentů*)

kategorie žákovských odpovědí	[%]
reakce na anti-A nebo anti-B	3,60
s krví se něco stalo nebo nestalo	1,80
změny v prostorovém uspořádání krvinek	3,60
srážení krve	2,70
typ krvinek ve vzorku	0,90
počet krvinek	0,90
hustota krve	1,80
vzorky jsou stejné nebo rozdílné	3,60

V poslední otázce konceptového testu č. 4 byly zkoumány žákovské prekoncepce o dárcovství krve. Žáci odpovídali na otázku, kterou krevní skupinu může mít osoba, aby mohla darovat krev jinému člověku s krevní skupinou B. V odpovědích žáků se objevilo celkem 11 různých tvrzení včetně správné odpovědi a odpovědi: „nevím“. Jejich relativní četnosti v žákovských odpovědích poskytuje graf 24.

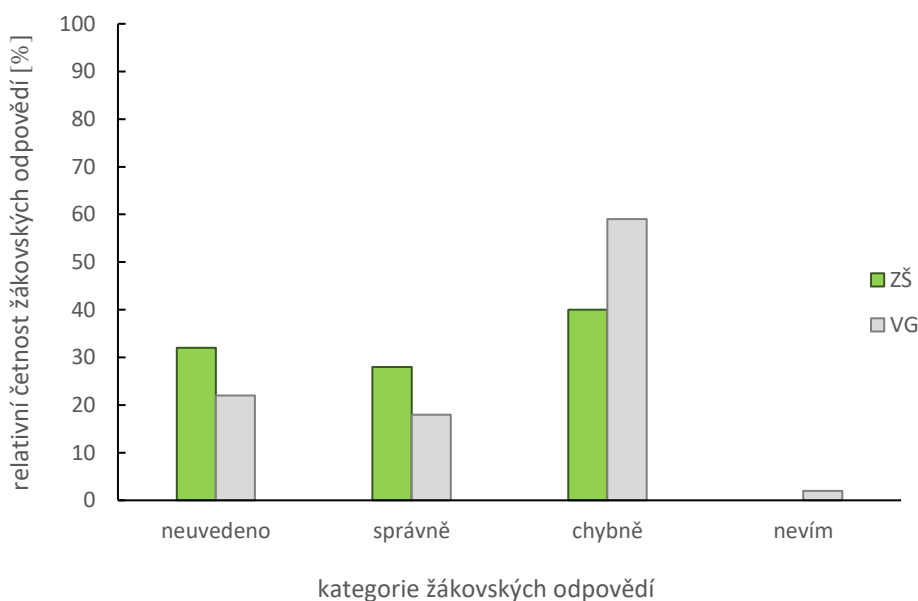


**Graf 24:** Žákovské odpovědi na otázku o dárcovství krve. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia.

Celkem 37,84 % žáků uvedlo správnou odpověď, že poraněná osoba s krevní skupinou B může dostat transfuzi krve od dárce s krevní skupinou B nebo s krevní skupinou 0. Někteří žáci (23, 42 %) uvedli zdůvodnění, která byla považována za správná, např. žák 465: „0 může darovat všem, B protože jeho krevní skupina je B“. Pokud žáci do svých odpovědí zahrnuli krevní skupinu 0, ať už samostatně nebo v kombinaci s jinými krevními skupinami, většinou jako zdůvodnění své volby popsali, že „0 je univerzální dárce“ (žák 406), podobně i žák 390: „ten, který má skupinu 0 je dárce vždy“, žák 408 zase uvedl zdůvodnění, že „0 nemá žádné látky od A“. Téměř v polovině odpovědí žáků (42,34 %) byla zastoupena krevní skupina AB. V některých samostatně, v jiných v kombinaci s dalšími krevními skupinami. Celkem

21,62 % žáků uvedlo jako zdůvodnění: „když má krev skupinu B, tak by teoreticky mohl mít i AB, protože je tam pořád B“ (žák 356), „protože AB je nejvíc podobná skupině B“ (žák 359) nebo „může mít AB, protože A a B dá dohromady AB“ (žák 360). Poměrně časté zastoupení této odpovědi a uvedená zdůvodnění tak jen opětovně dokládají, že žáci mnohdy mají o krevních skupinách spíše „mechanistické“ představy bez reálného biologického základu.

Přibližně 23,42 % respondentů zdůvodnilo svou odpověď správně, celkem v 48,65 % odpovědí se objevilo chybné tvrzení, 1 žák uvedl odpověď „nevím“ a 27,03 % nechalo otázku nezodpovězenou, podrobněji viz graf 25.



**Graf 25:** Žákovská zdůvodnění pro výběr dárce krevní skupiny B. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativním četnostem jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia. Kategorii nevím neuvedl žádný žák ZŠ.

Výsledky konceptového testu č. 4 ukazují, které dílčí koncepty o krevních skupinách má většina žáků zřetelně vytvořené a odpovídají správné oborové představě a které koncepty jsou naopak nerozvinuté a žáci o nich nemají jasnou představu nebo mají představy mylné. Souhrnné poznatky mohou učitelé využít při přípravě výuky tohoto tématu a jednotlivých učebních úloh (viz tabulka 18).

**Tabulka 18:** Přehled žákovských představ o krevních skupinách – východiska pro učitele přírodopisu a biologie při přípravě výuky.

---

#### **Oborově správné žákovské představy**

- člověk s krevní skupinou 0 je univerzální dárce (téměř 50 % žáků)
  - dárce krve může být osoba se stejnou krevní skupinou (přibližně pětina žáků)
  - krevní skupiny jsou geneticky podmíněné (necelá pětina žáků)
- 

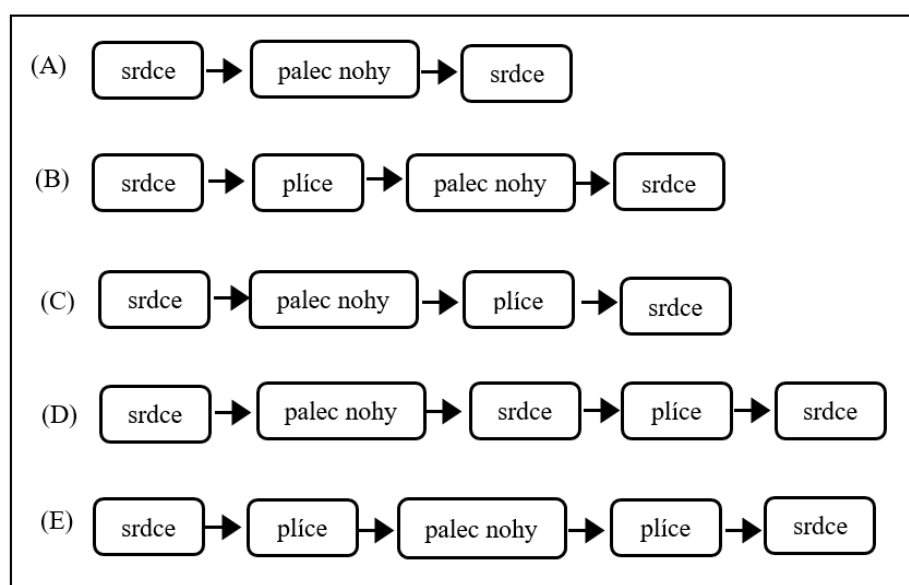
#### **Neúplné, nedostatečně rozvinuté či mylné žákovské představy**

- žáci neumí popsat, v čem spočívají rozdíly mezi jednotlivými krevními skupinami (většina žáků nemá správně vytvořenou představu o určování krevních skupin, místo toho uvádějí nejrůznější mylné představy, např. že jsou krevní skupiny dány rozdílným počtem krvinek, hustotou krve apod.)
  - absence oborově správných představ o biologické podstatě krevních skupin u žáků limituje řešení učebních úloh (průběh krevní zkoušky, dárcovství krve)
  - dárcovství krve (pětina žáků uvedla miskoncepci, že dárce s krevní skupinou AB může darovat krev příjemci s krevní skupinou B, protože má stejnou část krve - „to B“)
-

## 5.5 Krevní oběh

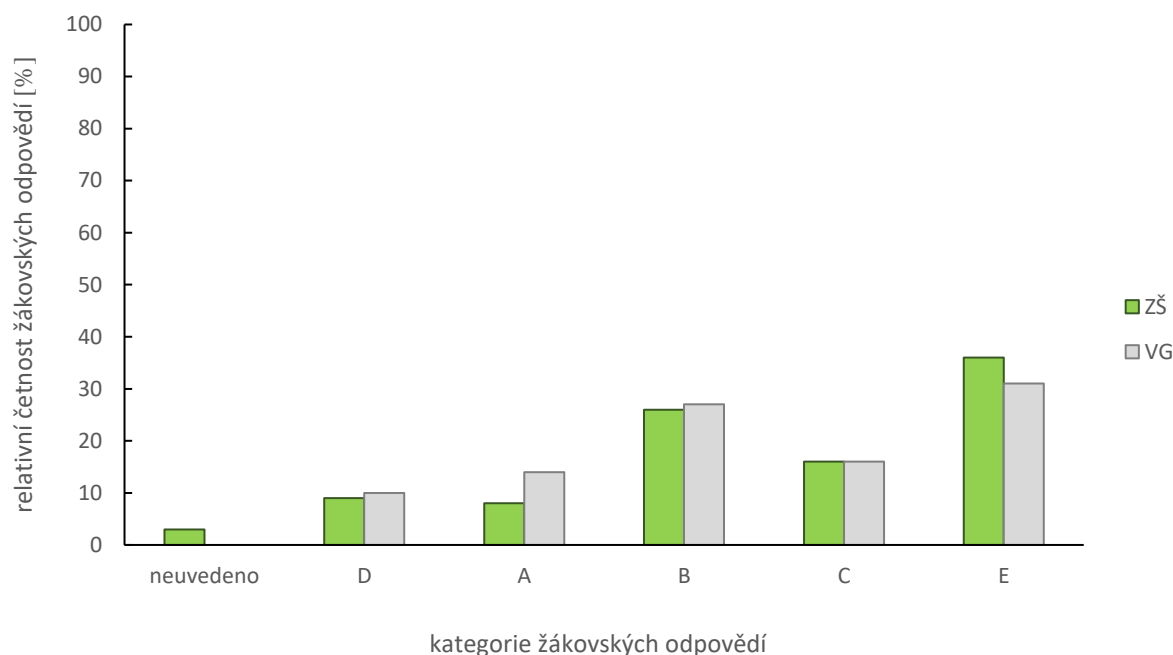
V této kapitole jsou shrnuty výsledky získané na základě analýzy dat konceptového testu č. 5, zaměřeného na zjišťování žákovských prekonceptů o krevním oběhu. Test celkem vyplnilo 127 žáků, z toho 76 žáků (59,84 %) základní školy a 51 žáků (40,16 %) osmiletého gymnázia. Z uvedeného počtu bylo 61 dívek (48,03 %) a 66 chlapců (51,97 %).

V testové úloze měli respondenti z uvedených obrázků s využitím slovního popisu vybrat ten, který nejvíce odpovídá jejich představě o oběhu kapky krve v lidském těle (viz příloha č. 5). Pro názornost byly odpovědi zjednodušeny do schémat uvedených v obrázku 10.

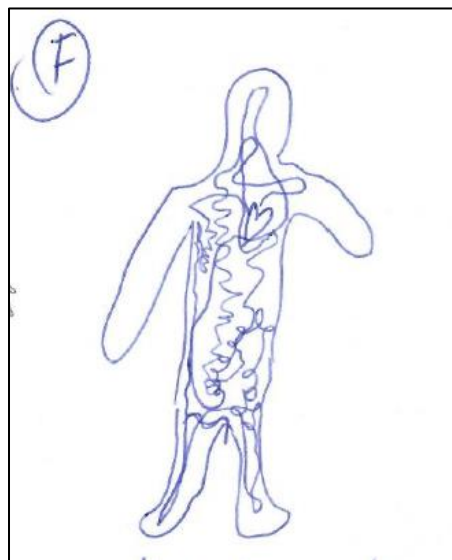


**Obrázek 10:** Schémata různých představ o krevním oběhu (blíže viz též přílohy č. 5 a 6)

Nejvíce žáků (33,89 %) si představovalo, že kapka krve proudí ze srdce do plic, poté do palce nohy a opět zpátky do plic a následně do srdce (varianta E). Druhou nejčastěji zastoupenou představou (26,77 %) bylo tvrzení, že kapka krve proudí ze srdce do plic, poté do palce nohy a zase zpátky do srdce (varianta B). Celkem 15,74 % žáků se domnívalo, že kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy, poté do plic a zase zpátky do srdce (varianta C) a 10,23 % zmínilo, že kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy a poté zase zpátky do srdce (varianta A). Správnou odpověď, že kapka krve proudí ze srdce do palce nohy, poté zpátky do srdce, do plic a opět do srdce uvedlo 9,45 % žáků. Celkem 1,57 % dotazovaných otázku nezodpovědělo a jeden žák (216) uvedl jinou odpověď, kterou nakreslil (viz obrázek 11) a popsal slovy: „kapka krve proudí do palce přes všechno a přes všechno zpět“. Procentuální zastoupení jednotlivých možností v žákovských odpovědích je uvedeno v grafu 26.



**Graf 26:** Žákovské odpovědi popisu krevního oběhu. Pozn.: hodnoty v grafu odpovídají relativní četností jednotlivých kategorií. Vysvětlivky: ZŠ = odpovědi žáků základní školy, VG = odpovědi žáků víceletého gymnázia; D = kapka krve proudí ze srdce do palce nohy, poté zpátky do srdce, do plic a opět do srdce, A = kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy a poté zase zpátky do srdce, B = kapka krve proudí ze srdce nejprve do plic, poté do palce nohy a pak zpátky do srdce, C = kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy, poté do plic a zase zpátky do srdce, E = kapka krve proudí ze srdce do plic, poté do palce nohy, zpátky do plic a opět do srdce.



**Obrázek 11:** Žákovská kresba krevního oběhu (žák 216)

**Tabulka 19:** Přehled žákovských představ o krevním oběhu – východiska pro učitele přírodopisu a biologie při přípravě výuky.

---

#### **Oborově správně žákovské představy**

- oborově správnou představu o uspořádání krevního oběhu v lidském těle (kapka krve proudí ze srdce do palce nohy, poté zpátky do srdce, do plic a opět do srdce) má méně než 10 % žáků
- 

#### **Neúplné, nedostatečně rozvinuté či mylné žákovské představy**

- většina žáků (více než 90 %) má mylné představy o uspořádání krevního oběhu
  - většina žáků (přibližně 80 %) má neujasněné představy o vzájemných vztazích mezi velkým (tělním) a malým (plicním) oběhem krve
  - přibližně 10 % žáků se domnívá, že v lidském těle je jen jeden (= tělní) oběh krve a nemá vytvořenou představu o existenci malého (plicního oběhu)
-

## 6 DISKUZE

Výsledky prvního konceptového testu ukázaly, že žáci mají správně vytvořenou základní představu o krvi. Většinou ji charakterizují jako červenou, někdy také viskózní tekutinu. Riemeier et al. (2010) tvrdí, že při jejím popisu vychází především z vlastních zkušeností, které získali např. při drobném poranění nebo při krvácení z nosu. Někteří žáci rozlišují ještě mezi světle červeným a tmavě červeným zbarvením krve, podobně jako např. respondenti výzkumu autorského kolektivu Bajd, Praprotnik a Matyášek (2008). Uvedení autoři mimo jiné zjišťovali, jaké jsou představy vysokoškolských studentů učitelství o zbarvení krve. Výsledky ukázaly, že mnozí studenti (44 % českých a 11 % slovinských studentů učitelství) mají vytvořenou představu o rozdílu mezi zbarvením okysličené (světle červené) a neokysličené (tmavě červené) krve.

Nejčastěji uváděná tvrzení o popisu složení krve zahrnovala krevní buňky (krvinky), podobně jako např. u Arnaudin a Mintzes (1985) nebo Riemeier et al. (2010). Někteří žáci zmínili pouze krvinky, jiní svou odpověď upřesnili a popsali červené krvinky (erytrocyty), bílé krvinky (leukocyty) nebo krevní destičky (trombocyty). Na rozdíl od práce Bajd, Praprotnik a Matyášek (2008), kde typy krevních buněk rozlišovalo pouze 6 % studentů, v rámci zde předkládaného empirického šetření popsal různé typy krevních buněk více než 80 % žáků. Tento velký rozdíl je pravděpodobně způsoben různým zaměřením otázek v konceptových testech, protože Bajd, Praprotnik a Matyášek (2008, s. 10) zjišťovali odpověď na otázku „*Proč máme v našem těle krev?*“ a studenti tak složení krve uváděli spíše na okraj, zatímco v rámci této diplomové práce byla v konceptovém testu zařazena otázka přímo zjišťující složení krve: „*Popiš co nejpřesněji, jak vypadá krev a z čeho se skládá.*“ (viz též příloha č. 6). Krevní plazma se při popisu složení krve objevila přibližně u šestiny dotazovaných. Třetina žáků sice ve svých odpovědích zmiňovala některé složky krevní plazmy (nejčastěji vodu, železo a cukr), samotná krevní plazma však v odpovědích žáků téměř vždy chyběla. Mylné představy o krevní plazmě se objevily také ve výsledcích studie Arnaudin a Mintzes (1985). Tito autoři uvádí, že i u studentů vysokých škol se objevilo přesvědčení, že kdybychom z krve vyjmuli buňky, nezůstalo by v cévách vůbec nic. Tato představa odpovídá miskonceptu uváděné v téže práci: „*krev tvoří červené krvinky bez intercelulární tekutiny*“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 724).

Dále konceptový test č. 1 ukázal nejčastěji zastoupené žákovské prekoncepce o funkci krve. Většina žáků se správně domnívala, že krev rozvádí látky po těle. Někteří zmiňovali transport dýchacích plynů (kyslíku a oxidu uhličitého) nebo živin, v jedné odpovědi se objevil



také transport odpadních látek. Naopak hormony nebo enzymy nebyly zmiňovány vůbec. Tyto výsledky odpovídají zjištěním předchozích výzkumů, např. Arnaudin a Mintzes (1985) nebo Riemeier et al. (2010). Arnaudin a Mintzes (1985) zaznamenali vědecky akceptovatelné odpovědi o funkci krve spíše u starších žáků na středních nebo u studentů na vysokých školách. Uvádí, že přibližně (60 %) studentů biologických oborů na vysokých škol bylo schopno uvést i více než jednu vědecky akceptovatelnou odpověď o funkci krve. Také podle Bajd, Praprotník a Matyášek (2008) byla u studentů vysokých škol nejčastěji zmiňována transportní funkce krve. Uvedení autoři popisují, že mnohem rozšířenější byla tato představa u studentů slovinské univerzity (objevila se přibližně u 70 % z nich), zatímco u českých studentů ji zmínilo pouze 28 %. Větší rozdíly v tom, které látky jsou krví transportovány uvedení autoři u studentů české a slovinské university neobjevili. Asi nejčastěji uváděnou nepřesnou představou o funkci krve, kterou uvedlo 30 % žáků, bylo tvrzení, že je krev důležitá pro život (bez dalšího vysvětlení proč). Arnaudin a Mintzes (1985) se s touto odpovědí setkali u 84 % žáků základních škol, ale popisují, že byla běžná i u starších studentů. Kromě odpovědi, že krev je důležitá pro život, žáci popisovali i další obvykle nepřesné nebo zcela mylné představy, např. ve vztahu k pohybu těla nebo funkci srdce. Někteří respondenti také zaměňovali funkci krve v lidském těle s využitím krve v lékařství (např. při dárcovství krve nebo diagnostice různých onemocnění).

Správnou představu, že dospělý muž má v těle více krve než dospělá žena, uvedla většina žáků. Řada z nich si však představovala mnohem větší objemy krve u obou pohlaví oproti skutečnosti (odhady se pohybovaly v rozmezí od 2 do 20 litrů krve), podobně i Riemeier et al. (2010) popsali v jedné odpovědi žáka představu většího objemu krve oproti skutečnosti (7-8 litrů).

Další mylné představy uváděli žáci o místu krvetvorby, nejčastěji se domnívali, že se krev vytváří v srdci (tuto žákovskou představu identifikovali také Arnaudin a Mintzes, 1985). Jako další krvetvorné orgány zmiňovali plíce, mozek a cévy. Někteří z nich dokonce nespécifikovali konkrétní orgán, ale uvedli obecnou odpověď, např. že se krev vytváří v celém těle nebo někde v břiše.

S poměrně přesnou představou, že je srdce orgán, který se nachází v hrudníku a pumpuje krev, se setkáváme už u dětí předškolního věku (Gatt a Saliba, 2006). Nebylo tedy překvapením, že i většina žáků (70,08 %) na druhém stupni základních škol a víceletých gymnáziích měla o primární funkci srdce vytvořenou správnou představu. Přesto se přibližně u čtvrtiny dotazovaných objevila další mylná nebo značně neurčitá přesvědčení. Někteří žáci se domnívali, že v srdci probíhá krvetvorba nebo v něm dochází k filtraci krve, podobné

představy u svých respondentů zaznamenali také Arnaudin a Mintzes (1985). V dalších odpovědích bylo uvedeno, že srdce umožňuje dýchání nebo se nějakým způsobem podílí na okysličování krve. Nejčastěji však žáci (15,75 %) zmiňovali prekonceptci, že je srdce důležité pro život. Jedná se sice v obecné rovině o pravdivé tvrzení, nicméně nezahrnuje odpověď na otázku o funkci srdce. Stejný poznatek uvádí i Bajd, Praprotník a Matyášek (2008), kteří tuto prekonceptci zaznamenali u 20 % studentů vysokých škol. Podobně i Gatt a Saliba (2006), kteří se s touto představou zase setkali u všech testovaných dětí předškolního věku. Obecně lze tedy říci, že je tato prekonceptce rozšířená napříč všemi stupni vzdělávání.

Při doplňování údajů do předem připraveného obrázku srdce žáci velmi často zaměňovali jeho pravou a levou část. Problémy související s pravolevou orientací v obrázku srdce popsali také Bahar et al. (2008) u studentů učitelských oborů přírodních věd. Lépe si žáci vedli při identifikaci oddílů srdce, tedy komor a síní. Zde správnou odpověď, že síně jsou umístěné nad komorami, uvedla více než polovina žáků. Nicméně o cirkulaci okysličené a neokysličené krve v lidském srdci měli téměř všichni respondenti mylné představy. Výsledky ukazují, že žáci nechápou propojení mezi malým (plicním) a velkým (tělním) oběhem (viz také Arnaudin a Mintzes, 1985; Yip, 1998; Paleaz et al., 2005; López-Manjón a Postigo Angón, 2009 nebo Riemeier et al., 2010). Přítomnost okysličené a neokysličené krve zakreslovali žáci do obrázku srdce naprosto nelogicky. Podle uváděných údajů by v srdci docházelo k náhodnému mísení okysličené a neokysličené krve, případně by do pravé poloviny srdce proudila okysličená krev a do levé poloviny srdce neokysličená krev nebo by se okysličená krev nacházela pouze v síních, zatímco v komorách by byla neokysličená krev. Arnaudin a Mintzes (1985) uvádí, že si žáci často představují srdce jako „jednoduchou pumpu, ... která pumpuje buď okysličenou nebo neokysličenou krev“ (Arnaudin a Mintzes, 1985, s. 726, upraveno). V konceptovém testu se však žádná odpověď, ve které by srdce vedlo pouze okysličenou, nebo neokysličenou krev, neobjevila. Lze předpokládat, že výsledky testové úlohy mohly být do značné míry ovlivněny jejím zadáním (v zadání je uveden požadavek na vybarvení částí srdce, ve kterých proudí okysličená a odkysličená krev – viz příloha č. 6) a žáci se např. ve snaze otázku zodpovědět, mohli rozhodnout pro náhodné vybarvení částí srdce.

V souvislosti s krevním oběhem byli žáci dotazováni také na otázku, která část lidského srdce má nejmohutnější vrstvu srdeční svaloviny a proč. Vědecky akceptovatelné vysvětlení bylo zastoupeno u poměrně malé části respondentů (7,09 %). V dalších odpovědích na tuto otázku se objevila různá neurčitá nebo mylná tvrzení.

Další ze zkoumaných prekonceptů se týkaly rozdílů mezi tepnami a žilami. Naprostá většina žáků si byla vědoma, že mezi tepnou a žilou existuje nějaký rozdíl, nicméně představy, které následně detailněji popisovali, obvykle neodpovídaly skutečnosti. Jeden z nejčastěji uváděných rozdílů byl, že tepny vedou okysličenou krev a žíly neokysličenou krev. Ve většině případů se však jednalo o neúplnou odpověď, ve které nebyly zahrnuty plicní žíly a plicní tepna. Tento poznatek potvrzuje, že žáci mají většinou zkreslené představy o cirkulaci okysličené a odkysličené krve v malém (plicním) oběhu. Paleaz et al. (2005) uvádí, že někteří žáci zaměňovali termíny žíla a tepna také při popisu velkého (tělního) oběhu.

Výsledky třetího konceptového testu ukazují, že žáci mají velké množství konceptů o procesu srážení krve, které jsou téměř vždy nerozvinuté nebo mylné. Přibližně 40 % žáků mělo vytvořenou představu, že se procesu zástavy krvácení účastní některé krevní buňky (nejčastěji krevní destičky). Tento proces však neuměli pojmenovat odborným termínem (srážení krve) ani blíže popsat jeho průběh. Při popisu procesu srážení krve pak někteří žáci vycházeli z vlastních zkušeností s hojením rány. V odpovědi zmínili pouze na první pohled zjevné znaky, jako je krvácející rána a vytvoření strupu. Obdobnou představu zaznamenali také Riemeier et al. (2010, s. 83), kde žáci uváděli, že „*krev na vzduchu zasychá*.“ Biologické poznatky o mechanismu srážení krve, přítomnost krevních buněk a další důležité faktory v odpovědích žáků chyběly. Představy dalších respondentů odpovídaly neúplnému nebo chybnému popisu posloupnosti kroků při srážení krve. Zhruba 40 % žáků mělo o tomto procesu vytvořené různé mylné představy, většinou se jednalo o unikátní odpovědi konkrétních žáků. Z výše uvedených údajů je tedy patrné, že je třeba věnovat výuce tohoto tematického okruhu dostatečnou pozornost.

Z výsledků čtvrtého konceptového testu vyplývá, že většina žáků neumí popsat, v čem spočívají rozdíly mezi jednotlivými krevními skupinami. Přibližně pětina z nich sice správně zmínila, že jsou krevní skupiny geneticky podmíněné, nicméně odpověď nebyla úplná, protože žáci blíže nepopsali konkrétní rozdíly mezi krevními skupinami. V položkách konceptového testu se pak objevovaly nejrůznější neúplná, nepřesná či zcela chybná přesvědčení, např. že jsou krevní skupiny dány rozdílným počtem krvinek, hustotou krve apod. Nedostatečné představy o biologické podstatě krevních skupin ovlivnily i další položky konceptového testu (průběh krevní zkoušky a dárcovství krve). U výsledků krevní zkoušky byli žáci schopni na základě pozorování popsat změny, kterých si v obrázku všimli (jsou na první pohled nápadné), ale nedokázali vysvětlit biologickou podstatu toho, proč k dané změně došlo. Další představy se týkaly dárcovství krve. Většina žáků se správně domnívala, že se dárce krve může stát osoba se stejnou krevní skupinou nebo, že osoba s krevní

skupinou 0 bývá označována jako tzv. univerzální dárce krve. Kromě toho se přibližně u pětiny žáků objevila miskoncepce, že dárce s krevní skupinou AB může darovat krev příjemci s krevní skupinou B, protože má stejnou část krve - „to B“. Žákovským prekonceptům o krevních skupinách byla dosud v rámci didaktického výzkumu věnována poměrně okrajová pozornost. V souvislosti s žákovskými antropomorfními představami o krvi popisují Riemeier et al. (2010, s. 85) jednu žákovskou představu týkající se také krevních skupin: „*Krevní tělíska stejné krevní skupiny jsou schopna se vzájemně rozpoznat; s krevními tělíska ostatních krevních skupin zápasí a bojují*“. Obdobná žákovská představa nebyla v rámci diplomové práce zjištěna (viz kapitola 5.4).

Výsledky konceptového testu č. 5 odpovídají zjištěním předchozích výzkumných prací (např. Arnaudin a Mintzes, 1985; Paleaz et al., 2005; López-Manjón a Postigo Angón, 2009 nebo Riemeier et al., 2010). Většina respondentů (více než 90 %) měla mylné představy o uspořádání krevního oběhu. Problematické pro žáky bylo zejména pochopení vzájemných vztahů mezi velkým (tělním) a malým (plicním) oběhem krve. Nejčastěji uváděná představa o oběhu kapky krve v lidském těle zahrnovala schéma srdce-plíce-palec nohy-plíce-srdce nebo schéma srdce-plíce-palec nohy-srdce, podobně jako např. v případě výzkumu autorů López-Manjón a Postigo Angón (2009). Na rozdíl od nich se Arnaudin a Mintzes (1985) u žáků na základní škole setkali nejčastěji s představou, že v lidském těle existuje pouze velký (tělní) oběh, tedy schéma oběhu krve srdce-palec nohy-srdce. Oborově správná představa o uspořádání krevního oběhu v lidském těle, schéma srdce-palec nohy-srdce-plíce-srdce byla zaznamenána u méně než 10 % žáků, uvedl ji tedy srovnatelný počet respondentů jako v práci Arnaudin a Mintzes (1985), kde se četnost této představy pohybovala od 7 % do 15 % v závislosti na typu školy.

## 7 ZÁVĚR

Předložená diplomová práce byla zaměřena na zjišťování žákovských prekonceptí a miskonceptí o oběhové soustavě člověka. Formou literární rešerše byla nejprve zpracována teoretická východiska práce, včetně didaktických teorií a modelů vztahujících se k této problematice, metod diagnostiky žákovských prekonceptí a přehledu výsledků vybraných dosavadních výzkumů zaměřených na prekoncepte a miskoncepte žáků o oběhové soustavě člověka. V praktické části práce pak bylo provedeno empirické šetření zaměřené na zjišťování žákovských prekonceptí o složení a funkci krve, stavbě a funkci srdce, procesu srážení krve, krevních skupinách a krevním oběhu. U žáků na 2. stupni základních škol i víceletých gymnázií byly identifikovány stejné prekoncepte a miskoncepte, větší rozdíly nebyly zaznamenány ani v jejich relativní četnosti. Hlavní zjištěné poznatky byly rozděleny na oborově správné představy žáků o daném tématu a na představy, které jsou nerozvinuté, nepřesné nebo mylné. Z oborově správných představ žáci uváděli:

- (a) krev je červená tekutina (více než 91 % respondentů);
- (b) krev obsahuje krevní buňky (krvinky) - 79 % žáků, nejčastěji uváděné byly červené krvinky (erytrocyty), které se objevily u 58 % dotazovaných;
- (c) krev má transportní funkci (mimo jiné slouží k transportu kyslíku) – tuto představu uvedlo 70 % žáků;
- (d) muži mají větší objem krve než ženy (78 % respondentů);
- (e) funkce srdce (srdce pumpuje krev do celého těla – tuto představu má zhruba 70 % žáků);
- (f) síně jsou anatomicky umístěné nad komorami (přibližně 60 % žáků);
- (g) existuje rozdíl mezi tepnou a žilou (více než 80 % dotazovaných), nicméně žáci nejsou vždy schopni tyto rozdíly úplně a oborově správně specifikovat;
- (h) procesu srážení krve se účastní některé typy krevních buněk – tuto představu má vytvořenou přibližně 40 % žáků;
- (i) člověk s krevní skupinou 0 je univerzální dárce (přibližně 50 % žáků);
- (j) dárce krve může být osoba se stejnou krevní skupinou (přibližně pětina žáků);
- (k) krevní skupiny jsou geneticky podmíněné (necelá pětina žáků).

Hlavní zjištěné neurčité, nerozvinuté, nepřesné nebo zcela mylné představy žáků jsou:

- (a) složení krve (krevní plazma a její složky – oborově správné představy má méně než pětina žáků);
- (b) funkce krve (většina žáků nezná jinou funkci krve kromě transportní; vyskytují se zcela mylné představy o funkci krve, např. ve vztahu k pohybu těla či funkci srdce; záměna přirozených funkcí v lidském těle a využití krve v lékařství);
- (c) objem krve v lidském těle (většina žáků má představu většího objemu krve oproti skutečnosti);
- (d) místo krvetvorby (většina žáků – 63 % – považuje za místo krvetvorby srdce, zastoupené jsou i mnohé další orgány lidského těla);
- (e) některé funkce srdce (přibližně u šestiny žáků se objevilo tvrzení, že srdce je důležité pro život bez dalšího upřesnění, žáci zmiňovali i další zcela mylné představy);
- (f) pravolevá orientace v anatomické stavbě srdce (přibližně tři čtvrtiny žáků se nebyly schopny správně zorientovat v předloženém obrázku srdce);
- (g) cirkulace krve v srdci (oborově správnou představu o cirkulaci okysličené a odkysličené krve v lidském srdci mělo méně než 4 % žáků);
- (h) nejmohutnější vrstva srdeční svaloviny (v odpovědích žáků byly nesprávně uvedeny různé části srdce, nejčastěji pak aorta u téměř třetiny žáků);
- (i) rozdíly mezi tepnou a žilou (nejčastěji uváděný rozdíl mezi tepnami a žilami byl, že tepny vedou okysličenou krev a žíly neokysličenou. Ve většině případů se však jednalo o neúplnou představu, ve které nebyly zahrnuty plicní žíly a plicní tepna v rámci plicního oběhu krve.);
- (j) někteří žáci mají představy o srážení krve odpovídající vlastním zkušenostem s hojením rány (v představách těchto žáků nejsou integrovány biologické poznatky o mechanismu srážení krve);
- (k) žáci mají nedostatečně rozvinuté představy o typech krevních buněk, které se účastní procesu srážení krve a jaká je jejich konkrétní funkce v tomto procesu (nejsou schopni uvést přesnou a oborově správnou posloupnost kroků srážení krve);
- (l) velký podíl žáků (zhruba 40 %) má vytvořené různé mylné představy o procesu srážení krve (často se jedná o unikátní představy konkrétních žáků);

- (m) žáci neumí popsat, v čem spočívají rozdíly mezi jednotlivými krevními skupinami (většina žáků nemá správně vytvořenou představu o určování krevních skupin, místo toho uváděli nejrůznější mylné představy, např. že jsou krevní skupiny dány rozdílným počtem krvinek, hustotou krve apod.);
- (n) dárcovství krve (pětina žáků uvedla miskoncepci, že dárci s krevní skupinou AB může darovat krev příjemci s krevní skupinou B, protože má stejnou část krve - „to B“);
- (o) většina žáků (více než 90 %) má mylné představy o uspořádání krevního oběhu;
- (p) většina žáků (přibližně 80 %) má nejasné představy o vzájemných vztazích mezi velkým (tělním) a malým (plicním) oběhem krve;
- (q) přibližně 10 % žáků se domnívá, že v lidském těle je jen jeden (= tělní) oběh krve a nemá vytvořenou představu o existenci malého (plicního) oběhu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. AYDIN, G. a BALIM, A. Students' misconceptions about the subjects in the unit „The systems in our body“. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2009, 1(1), 2258-2263. ISSN 1877-0428.
2. ARNAUDIN, M. W. a MINTZES, J. J. Student's alternative conceptions of the human circulatory system: A cross-age study. *Science Education*. 1985, 69(5), 721-733. ISSN 1098-237X.
3. BAHAR, M., OZEL, M., PROKOP, P. a USAK, M. Science student teachers' ideas of the heart. *Journal of Baltic Science Education*. 2008, 7(2), 78-85. ISSN 1648-3898.
4. BAJD, B., PRAPROTNIK, L. a MATYÁŠEK J. *Basic knowledge of the cardiovascular system: A comparison between students of the faculties of education in Ljubljana (Slovenia) and Brno (Czech Republic)*. In: ŘEHULKA, E. *School and Health*. Brno: MSD. 2008, s. 7-15. ISBN 978-80-7392-042-5.
5. BERTRAND, Y. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál. 1998, 248 s. ISBN 80-7178-216-5.
6. BLAŠKOVÁ, S. a JELÍNKOVÁ, D. Žiakova interpretácia sveta – nový pohľad na vyučovanie v ZŠ. *Pedagogická revue*. 1993, 45(7), 389-403. ISSN 1335-1982.
7. BROPHY, J. a ALLEMAN, J. *Children's Thinking About Cultural Universals*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates. 2006, 455 s. ISBN 1-4106-1561-8.
8. CASSATA, A. E. a FRENCH, L. Using concept mapping to facilitate metacognitive control in preschool children. In A. J. Cañas ed. a J. D. Novak ed. *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 2006, s. 598-605. [online]. [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.116.2207&rep=rep1&type=pdf>
9. CHINN, C. A. a BREWER, W. F. The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical Framework and implications for science education. *Review of Educational Research*. 1993, 63(1), 1-49. ISSN 0034-6543.
10. ČÁP, J. a MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál. 2001, 656 s. ISBN 80-7178-463-X.
11. ČERNÍK, V., BIČÍK, V. a MARTINEC, Z. *Přírodopis 3. Biologie člověka*. Praha: SPN. 1998, 80 s. ISBN 80-85937-97-2.
12. DOULÍK, P. *Geneze dětských pojetí vybraných fenoménů*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2005a, 173 s. ISBN 80-7044-697-8.
13. DOULÍK, P. *Současný stav dětských pojetí*. In: J. ŠKODA. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2005b, s. 61-72. ISBN 80-7044-696-X.
14. DOULÍK, P. *Popisné kategorie prekonceptů a možnosti jejich diagnostiky*. In: L. MÜLLEROVÁ. *Řízení učební činnosti (jako aktivní konstrukce poznání žáků)*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2002, s. 101-109. ISBN 80-7044-454-1.



15. DOULÍK, P. a MÜLLEROVÁ, L. *Pojetí a charakteristika prekonceptů*. In: L. MÜLLEROVÁ. *Řízení učební činnosti (jako aktivní konstrukce poznání žáků)*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2002, s. 98-100. ISBN 80-7044-454-1.
16. DOULÍK, P. a ŠKODA, J. Prekoncepty a jejich diagnostika ve výuce přírodovědných předmětů. *Moderní vyučování*. 2002, 2, 22. ISSN 1211-6858.
17. DOULÍK, P. a ŠKODA, J. Tvorba a ověření nástrojů kvantitativní diagnostiky prekonceptů a možnosti jejího vyhodnocení. *Pedagogika*. 2003, 53(2), 177-189. ISSN 0031-3815.
18. DOULÍK, P. a ŠKODA, J. *Diagnostika dětských pojetí a její využití v pedagogické praxi*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2008, 179 s. ISBN 978-80-7414-059-4.
19. DOLE., J. A. a SINATRA, G. M. Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*. 1998, 33(2/3), 109-128. ISSN 1469-5839.
20. FURIO MAS, C. J. a PEREZ, J. H. Parallels between adolescents conception of gases and the history of chemistry. *Journal of Chemical Education*. 1987, 64(7), 616-618. ISSN 0021-9584.
21. GATT, S. a SALIBA, M. Young children's ideas about the heart. In: M. F. Costa ed. a B. V. Dorrió ed. *Proceedings of the 3rd International Conference on Hands-on Science*. 2006 September 4-9, University of Minho; Braga, Portugal. 2006, s. 17-23. ISBN 989-9509-50-7.
22. GAVORA, P. Naivné teórie dieťaťa. *Pedagogika*. 1992, 42(1), 95-102. ISSN 0031-3815.
23. GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido. 2000, 207 s. ISBN 80-85931-79-6.
24. GUREL, D. K., ERYILMAZ, A. a MCDERMOTT, L. C. A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 2015, 11(5), 989-1008. ISSN 1305-8223.
25. HAINER, V., HNÍZDO, A., LIČKOVÁ, M. a TRÁVNÍČEK, T. *Přírodopis pro 8. ročník základních devítiletých škol (Biologie člověka)*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 1974, 152 s. ISBN nevedeno.
26. HARTMAN, H. *Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 2001, 291 s. ISBN 0-7923-6838-X.
27. HEJNÝ, M. a KUŘINA, F. Tři světy Karla Poppera a vzdělávací proces. *Pedagogika*. 2000, 50(1), 38-50. ISSN 0031-3815.
28. HENDL, J. *Kvalitativní výzkum. Základní teorie, metody a aplikace*. Praha: Portál. 2012, 408 s. ISBN 978-80-262-0219-6.
29. HELD, I. a PUPALA, B. Didaktické aplikácie Piagetovej psychológie. *Pedagogická revue*. 1992, 44(7), 505. ISSN 0031-3815.
30. CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada Publishing. 2007, 272 s. ISBN 978-80-247-1369-4.

31. JÁČ, M., KOPECKÁ, J., MORRIS, M. a VRÁNOVÁ, O. *Didaktické kazuistiky výuky přírodopisu a biologie*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci. 2019, 215 s. ISBN 978-80-244-5633-1 (in press).
32. JEŘÁBEK, O. a BÍLEK, M. *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2010, 91 s. ISBN 978-80-244-2494-1.
33. KANTOREK, J., JURČÁK, J., FRONĚK, J. a kol. *Přírodopis 8*. Olomouc: Prodos. 1999a, 127 s. ISBN 80-7230-040-7.
34. KANTOREK, J., JURČÁK, J., FRONĚK, J. a kol. *Přírodopis 8: pracovní sešit*. Olomouc: Prodos. 1999b, 63 s. ISBN 80-7230-041-5.
35. KATTMANN, U. *Didaktická rekonstrukce: učitelské vzdělávání a reflexe výuky*. In: T. JANÍK a kol. *Možnosti rozvíjení didaktických znalostí obsahu u budoucích učitelů*. Brno: Paido. 2009, s. 17-33. ISBN 978-80-7315-176-8.
36. KNECHT, P. Didaktická transformace aneb od „didaktického zjednodušení k didaktické rekonstrukci“. *Orbis scholae*. 2007, 1(1), 67-81. ISSN 1802-4637.
37. KOČÁREK, E. *Biologie člověka 1 (somatologie, antropologie, fyziologie, imunologie)*. Praha: Nakladatelství Scientia. 2010, 336 s. ISBN 978-80-86960-47-0.
38. KOČÁREK, E. ml. a KOČÁREK, E. *Pracovní sešit: biologie člověka: obecná biologie: pro 2. stupeň základních škol a gymnázia*. Jinan. 1995, 80 s. ISBN neuvedeno.
39. KUBICOVÁ, S. *Badatelsky orientovaná výuka biologie*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. 2018, 58 s. ISBN 978-80-7464-725-3.
40. LIN, S. W. Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2004, 2(2), 175-199. ISSN 1573-1774.
41. LÓPEZ-MANJÓN, A. a ANGÓN, Y. P. Representations of the human circulatory system. *Journal of Biological Education*. 2009, 43(4), 159–163. ISSN 1648-3898.
42. MANDÍKOVÁ, D. a TRNA, J. *Žákovské prekoncepte ve výuce fyziky*. Brno: Paido. 2011, 246 s. ISBN 978-80-7315-226-0.
43. MAŇÁK, J. a ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido. 2003, 223 s. ISBN 80-7315-039-5.
44. MAREŠ, J. a OUHRABKA, M. Žákovo pojetí učiva. *Pedagogika*. 1992, 42(1), 83-94. ISSN 0031-3815.
45. MAREŠ, J. a OUHRABKA, M. *Žákovo pojetí učiva*. In: J. ČÁP a J. MAREŠ. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál. 2001, s. 411-440. ISBN 80-7178-463-X.
46. MAREŠ, P., RABUŠIC, L. a SOUKUP, P. *Analýza sociálněvědních dat (nejen) v SPSS*. Brno: Masarykova univerzita. 2015, 510 s. ISBN 978-80-210-6362-4.
47. MINTZES, J. J. a WANDERSEE, J. H. *Chapter 3 – Research in Science Teaching and Learning: A Human Constructivist View*. In: J. J. MINTZES ed., J. H. WANDERSEE ed. a J. D. NOVAK. *Teaching science for understanding: a human constructivistic View. Educational Psychology*. 2005, s. 59-92. ISBN 978-0-12-498360-1.

48. MÜLLEROVÁ, L. *Řízení učební činnosti (jako aktivní konstrukce poznání žáků)*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2002, 135 s. ISBN 80-7044-454-1.
49. NAVRÁTIL, M. *Přírodopis 8: člověk*. Olomouc: Prodos. 2016, 127 s. ISBN 978-80-7230-5.
50. NEZVALOVÁ, D. *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2006, 115 s. ISBN 80-244-1258-6.
51. OREN, F. S. a ORMANCI, U. Exploring pre-service teachers' ideas about the digestive system by using the drawing method. *Journal of Baltic Science Education*. 2014, 13(3), 316-326. ISSN 1648-3898.
52. OSUSKÁ, E., a PUPALA, B. „To je zázrak přírody:“ fotosyntéza v žiakovom poňatí. *Pedagogika*. 1996, 44(3), s. 214-223. ISSN 330-3815.
53. PELAEZ, N. J., BOYD, D. D., ROJAS, J. B. a HOOVER, M. A. Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers. *Advances in Physiology Education*. 2005, 29(3), 172-181. [online]. [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00022.2004>
54. PIAČEK, J. a KRAVČÍK, M. Znalost'. *FILIT otvorená filozofická encyklopédia*. 1999. [online]. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: <http://dai.fmph.uniba.sk/~filit/fvz/znalost.html>
55. PIAGET, J. *Psychologie inteligence*. Praha: Portál, 1999, 168 s. ISBN 80-7178-309-9.
56. PIVARČ, J. *Poznatky o žákovských prekonceptích mentálního postižení v kontextu proměny paradigmatu současného vzdělávání*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. 2017, 228 s. ISBN 978-80-7290-952-0.
57. PIVARČ, J., ŠKODA, J. a DOULÍK, P. *Analýza miskonceptů alternativní religiozity u žáků vybraných gymnázií*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2012, 206 s. ISBN 978-80-7414-520-9.
58. PHILLIPS, D. C. The good, the bad, and the ugly: The many faces of constructivism. *Educational Researcher*. 1995, 24(7), 5-12. ISSN1935-102X.
59. POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W a GERTZOG, W. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*. 1982, 66(2), 211-227. ISSN 0926-7220.
60. PROKOP, P. a FANČOVIČOVÁ, J. Students' ideas about the human body: do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*. 2006, 2(10), 86-95. ISSN 1648-3898.
61. PROKOP, P., FANČOVIČOVÁ, J. a TUNNICLIFFE, S. D. The effect of type of instruction on expression of children's knowledge: How do children see the endocrine and urinary system? *International Journal of Enviromental & Science Education*. 2009, 4(1), 75-93. ISSN 1306-3065.
62. PRŮCHA, J. *Přehled pedagogiky: úvod do studia oboru*. Praha: Portál. 2000, 269 s. ISBN 80-7178-399-4.
63. PRŮCHA, J., MAREŠ, J. a WALTEROVÁ, E. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál. 1995, 292 s. ISBN 80-7178-029-4.

64. RAVEN, S. a BORGERDING, L. *Preschool students' conception of human anatomy and physiology*. ESERA, 2017. [online]. [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: [https://keynote.conference-services.net/resources/444/5233/pdf/ESERA2017\\_0735\\_paper.pdf](https://keynote.conference-services.net/resources/444/5233/pdf/ESERA2017_0735_paper.pdf)
65. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: MŠMT, 2017. [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/41216/>
66. READ, J. R. *Childrens' Misconceptions and Conceptual Change in Science Education*. 2004. [online]. [cit. 2020-04-11] Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/def5/6db008ff5bd7efcb320867fa882e527f8b5a.pdf>
67. RENNIE, L. J. a JARVIS, T. Children's choice of drawings to communicate their ideas about technology. *Research in Science Education*. 1995, 25(8), 239-252. ISSN 1573-1898.
68. REISS, M. J. a TUNNICLIFFE, S. D. Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*. 2001, 31, 383-399. ISSN 0157-244X.
69. RIEMEIER, T., JANKOWSKI, M., KERSTEN, B., PACH, S., RABE, I., SUNDEMEIER, S. a GROPEGIEBER, H. Wo das Blut fließt. Schülervorstellungen zu Blut, Herz und Kreislauf beim Menschen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 2010, 16, 77-94. ISSN 2197-988X.
70. SINATRA, G., M., KIENHUES, D. a HOFER, B. K. Addressing challenges to public understanding of science: epistemic cognition, motivated reasoning and conceptual change. *Educational Psychologist*. 2014, 49(2), 123-138. ISSN 0046-1520.
71. SUNGUR, S., TEKKAYA, C. a GEBAN, Ö. The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of human circulatory system. *Journal of Applied Social Psychology*. 2001, 101(2), 91-101. ISSN 0021-9010.
72. ŠKODA, J. *Další vybrané aktuální směry a teorie reflektující problematiku dětských pojetí*. In P. DOULÍK. *Geneze dětských pojetí vybraných fenoménů*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2005a, s. 25-31. ISBN 80-7044-697-8.
73. ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2005b, 211 s. ISBN 80-7044-696-X.
74. ŠKODA, J. a DOULÍK, P. *Diagnostika prekonceptů v chemii*. In: L. MÜLLEROVÁ. *Řízení učební činnosti (jako aktivní konstrukce poznání žáků)*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2002, s. 109-113. ISBN 80-7044-454-1.
75. ŠKODA, J. a DOULÍK, P. *Metaanalýza výzkumu dětských pojetí fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání*. In: J. ŠKODA, ed., P. DOULÍK, ed. *Pedagogicko-psychologické aspekty dětských pojetí: sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference: červenec-listopad 2005*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2005, s. 129-132 ISBN 80-7044-740-0.
76. ŠKODA, J. a DOULÍK, P. *Psychodidaktika. Metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. Praha: Grada Publishing, a.s. 2011, 208 s. ISBN 80-2477-3783.
77. ŠKODA, J., DOULÍK, P., CIHLÁŘ, J., EISENMANN, P., HÁDKOVÁ, M., HALÁKOVÁ, Z., ... a MIKLOVIČOVÁ, J. *Prekoncepce a miskoncepce v oborových didaktikách*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. 2010, 237 s. ISBN 978-80-7414-290-1.

78. VANĚČKOVÁ, I., SKÝBOVÁ, J., MARKVARTOVÁ, D. a HEJDA, T. *Přírodopis 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. 2006, 128 s. ISBN 80-7238-428-7.
79. VOSNIADOU, S. a BREWER, W., F. Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*. 1992, 24(4), 535-585. ISSN 0010-0285.
80. VYBÍRAL, M. *Od zkušenosti k poznání, aneb, Projekty, dramatická výchova a konstruktivismus s dětmi ve věku 7-12 let (praktické ukázky)*. Plzeň: Pedagogické centrum. 1996, 48 s. ISBN neuvedeno.
81. VYSKOČILOVÁ, E. Konstruktivistické pojetí učiva a učení. *Komenský*. 2005, 129(5), 2-16. ISSN 0323-0449.
82. WALTEROVÁ, Eliška. *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě*. Brno: Masarykova univerzita. 1994, 185 s. ISBN 80-210-0846-6.
83. YIP, D., Y. Teachers' misconceptions of the circulatory system. *Journal of Biological Education*. 1998, 32(3), 207-215. ISSN 0021-9266.
84. ŽALOUĐÍKOVÁ, I. *Dětské interpretace pojmů zdraví a nemoc*. Brno: Masarykova univerzita. 2013, 136 s. ISBN 978-80-210-6303-7.

#### **Zdroje obrázků k vytvořeným konceptovým testům**

- 1) Láhev skleněná 1 L. In: *Distribution.cool*. [online]. [cit. 23.3.2020]. Dostupné z: <https://distribution.cool/cs/all-products/26-lahev-sklenena-1-l-.html>
- 2) Transverse section of human heart. In: *ResearchGate GmbH*. [online]. [cit. 23.3.2020]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Transverse-section-of-human-heart-5\\_fig4\\_276664935](https://www.researchgate.net/figure/Transverse-section-of-human-heart-5_fig4_276664935)
- 3) Srážení krve. In: NAVRÁTIL, M. *Přírodopis 8: člověk*. Olomouc: Prodos. 2016, 127 s. ISBN 978-80-7230-5.
- 4) Orientační vyšetření krevních skupin sklíčkovou metodou. In: ČERNÍK, V., BIČÍK, V. a MARTINEC, Z. *Přírodopis 3. Biologie člověka*. Praha: SPN, 1998, 80 s. ISBN 80-85937-97-2.
- 5) ONDRUŠKOVÁ, P. Krevní skupiny. In: *SlidePlayer.cz Inc*. [online]. [cit. 23.3.2020]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/11261171/>
- 6) Outline Human Body. In: *Kolon.geologypu.org* [online]. [cit. 23.3.2020]. Dostupné z: <http://kolon.geologypu.org/human-templates/>
- 7) Human Heart Icon In Outline Style Isolated On White Background. Human Organs Symbol Stock. In: *CanStockPhoto.com*. [online]. [cit. 23.3.2020]. Dostupné z: <https://www.canstockphoto.com/human-heart-icon-in-outline-style-42511731.html>
- 8) How to Draw Lungs. In: *DrawingNow.com* [online]. [cit. 23.3.2020]. Dostupné z: <https://www.drawingnow.com/tutorials/119435/how-to-draw-lungs/>

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha č. 1:** Konceptový test č. 1 (složení a funkce krve)

**Příloha č. 2:** Konceptový test č. 2 (stavba a funkce srdce)

**Příloha č. 3:** Konceptový test č. 3 (proces srážení krve)

**Příloha č. 4:** Konceptový test č. 4 (krevní skupiny)

**Příloha č. 5:** Konceptový test č. 5 (krevní oběh)

**Příloha č. 6:** Autorské řešení konceptových testů

**Příloha č. 7:** Kategorie žákovských odpovědí

**Příloha č. 1: Konceptový test č. 1 (složení a funkce krve)**

**KONCEPT 1 (složení a funkce krve)**

Kód školy: ZŠ01

Ročník: .....

Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

Věk: ..... let

**Odpověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:**

1) Popiš co nejpřesněji, jak vypadá krev a z čeho se skládá.

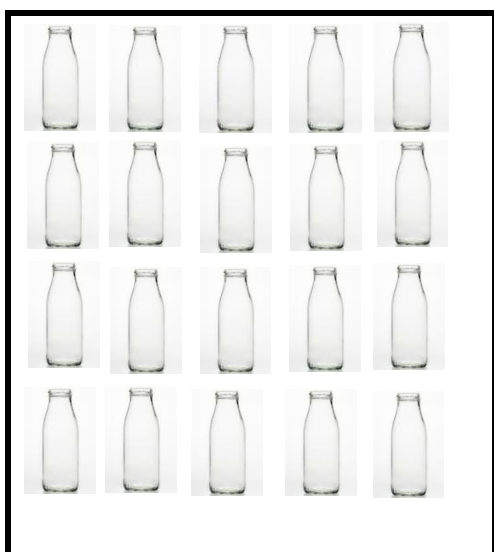
.....  
.....  
.....  
.....

2) Jakou funkci má krev (proč je pro člověka důležitá)? Uveď a popiš všechny funkce krve, které Tě napadnou.

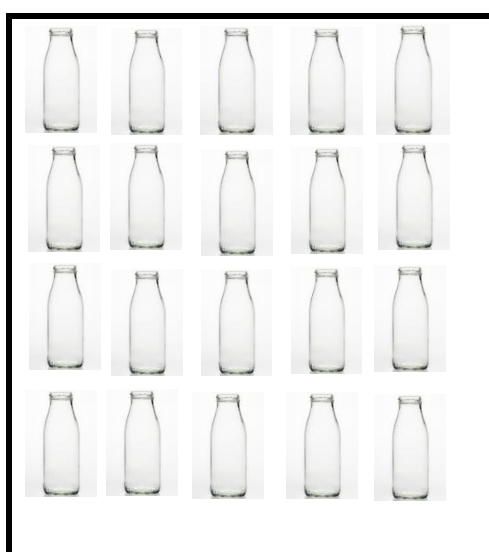
.....  
.....  
.....  
.....

3) Kolik litrů krve se nachází v těle dospělého muže a dospělé ženy? Vybarvi počet láhví, které odpovídají množství krve u dospělého muže a dospělé ženy. Každá láhev má objem 1 litr. Můžeš vybarvit celé láhve nebo jejich části.

**MUŽ**



**ŽENA**



4) Kde v lidském těle probíhá krevotvorba?

.....

.....

.....

.....



**Příloha č. 2: Konceptový test č. 2 (stavba a funkce srdce)**

**KONCEPT 2 (stavba a funkce srdce)**

Kód školy: ZŠ02

Ročník: .....

Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

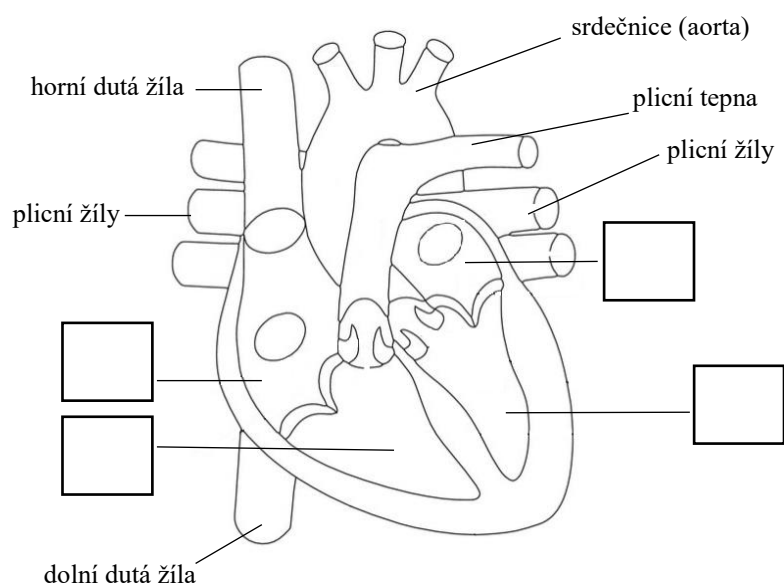
Věk: ..... let

**Odpověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:**

1) Jakou funkci má srdce (proč je pro člověka důležité)? Uveď a popiš všechny funkce srdce, které Tě napadnou.

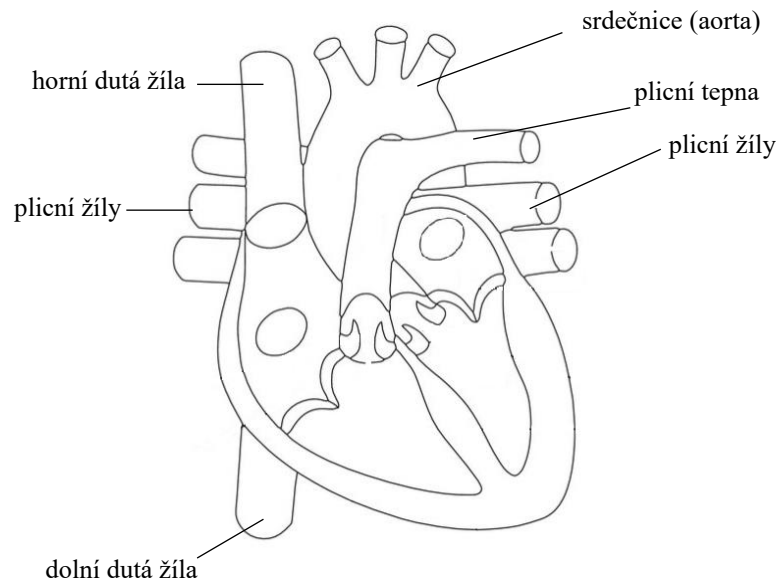
.....  
.....  
.....  
.....

2) Na obrázku je schéma lidského srdce. Jak se nazývají jeho části, které v popisu obrázku chybí? Do prázdných čtverečků napiš písmeno (A, B, C, D) podle toho, kterou část srdce představují.



- A) pravá síň
- B) pravá komora
- C) levá síň
- D) levá komora

3) Na obrázku je schéma lidského srdce. Vybarvi modrou barvou části srdce, ve kterých proudí odkysličená krev (krev bez kyslíku) a červeně části srdce, ve kterých proudí okysličená krev (krev s kyslíkem).



4) Která část lidského srdce má nejmohutnější vrstvu srdeční svaloviny? V obrázku u otázky č. 3 tuto část zakroužkuj. Vysvětli, co nejpřesněji, proč je právě v této části svalovina srdce nejmohutnější.

.....

.....

.....

.....

5) Existuje podle Tebe nějaký rozdíl mezi tepnou a žilou? Pokud si myslíš, že ano, vysvětli, a co nejpodrobněji popiš všechny rozdíly mezi tepnou a žilou, které tě napadnou. Pokud si myslíš, že mezi nimi žádný rozdíl není, stačí níže uvedené řádky proškrtnout.

.....

.....

.....

.....

**Příloha č. 3: Konceptový test č. 3 (proces srážení krve)**

**KONCEPT 3 (srážení krve)**

Kód školy: ZŠ03

Ročník: .....

Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

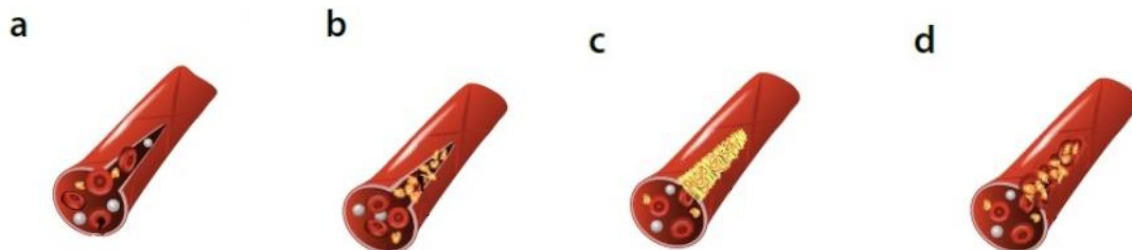
Věk: ..... let

**Odpověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:**

1) Vysvětli, jak je možné, že při drobném poranění, např. když se člověk řízne do prstu, nevykrvácí?

.....  
.....  
.....  
.....

2) Popiš co nejpřesněji a nejpodrobněji, jak podle Tebe probíhá proces srážení krve. Pro lepší představu by Ti mohl pomoci následující obrázek, který průběh tohoto procesu schematicky zachycuje.



.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Příloha č. 4: Konceptový test č. 4 (krevní skupiny)**

**KONCEPT 4 (krevní skupiny)**

Kód školy: ZŠ04	Ročník: .....
Pohlaví ( <i>prosím zakroužkuj</i> ): kluk - holka	Věk: ..... let

**Odpověz co nej přesněji a nejpodrobněji na následující otázky:**

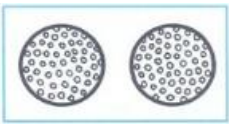
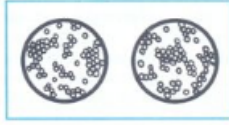
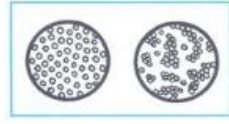

1) Každý člověk má jednu ze čtyř krevních skupin, které označujeme jako A, B, AB nebo 0. Vysvětli co nej přesněji, v čem spočívají rozdíly mezi krevními skupinami (čím jsou určeny)?

.....

.....

.....

2) V tabulce jsou výsledky krevní zkoušky u 4 pacientů. Abychom zjistili, jakou krevní skupinu pacienti mají, používáme v laboratoři dvě séra: sérum anti-A a sérum anti-B. Na podložní sklo dáme na levou stranu kapku séra anti-A a na pravou stranu kapku séra anti-B. Poté do obou kapek přidáme vzorek krve, kterou jsme u pacienta odebrali. Jakou krevní skupinu měli pacienti 1 až 4? U každého pacienta urči jeho krevní skupinu a vysvětli, proč si to myslíš.

Pacient	Výsledky krevní zkoušky	Krevní skupina	Zdůvodnění
1	anti-A    anti-B 		
2	anti-A    anti-B 		
3	anti-A    anti-B 		
4	anti-A    anti-B 		

3) Pavel má krevní skupinu B. Po automobilové havárii byl převezen do nemocnice, jeho zdravotní stav vyžadoval okamžitou transfuzi. Jakou krevní skupinu může mít osoba, aby mohla Pavlovi darovat krev? Uveď všechny případy, které jsou z lékařského hlediska možné. Svou odpověď zdůvodni.

.....

.....

.....

.....

**Příloha č. 5: Konceptový test č. 5**

**KONCEPT 5 (krevní oběh)**

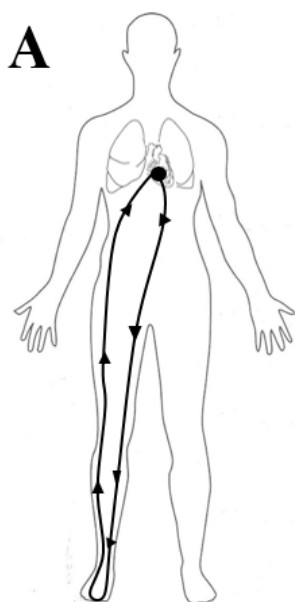
Kód školy: ZŠ01

Ročník: .....

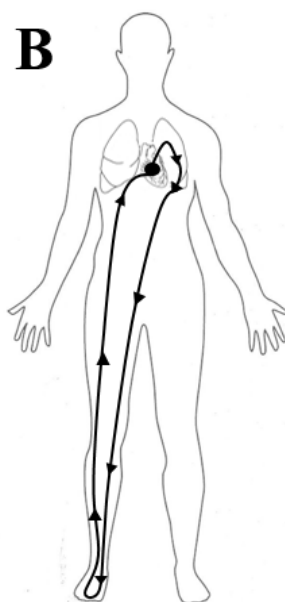
Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

Věk: ..... let

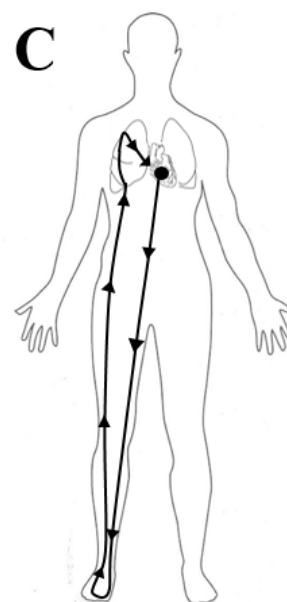
Představ si kapku krve, jak proudí tělem člověka. Jaká je její cesta v těle poté, co opustí srdce a směřuje do palce pravé nohy, než se dostane do stejné části srdce? Z obrázků s využitím slovního popisu vyber ten, který nejvíce odpovídá Tvé představě.



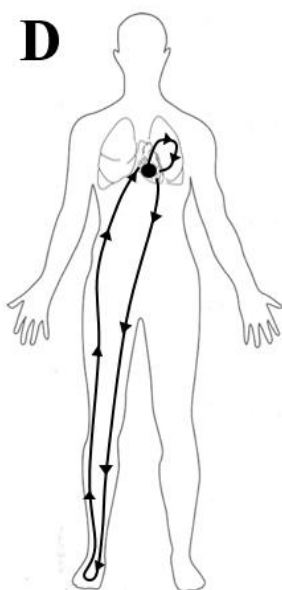
A) Kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy a poté zase zpátky do srdce.



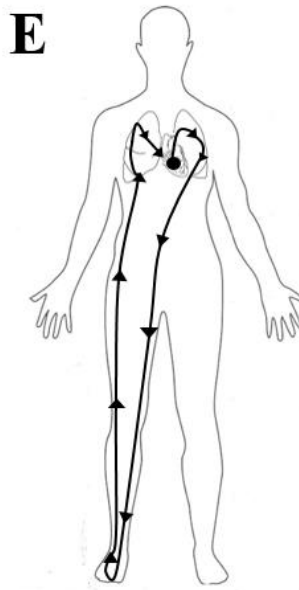
B) Kapka krve proudí ze srdce nejprve do plic, poté do palce nohy a pak zpátky do srdce.



C) Kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy, poté do plic a zase zpátky do srdce.



D) Kapka krve proudí ze srdce do palce nohy, poté zpátky do srdce, do plic a opět do srdce.



E) Kapka krve proudí ze srdce do plic, poté do palce nohy, zpátky do plic a opět do srdce.

## Příloha č. 6: Autorské řešení konceptových testů

### KONCEPT 1 (složení a funkce krve)

Kód školy: ZŠ01

Ročník: .....

Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

Věk: ..... let

#### Odpověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:

1) Popiš co nejpřesněji, jak vypadá krev a z čeho se skládá.

- Krev je červená neprůhledná tekutina.
- Složení:

**krvní plazma** – voda (92 %) a rozpuštěné látky: a) organické (cca 7 %) – cukry (glukóza), bílkoviny (albumin, globuliny) a další; b) anorganické (cca 1%) – např. soli (NaCl)

**krvní buňky** – bílé krvinky, červené krvinky, krevní destičky

2) Jakou funkci má krev (proč je pro člověka důležitá)? Uveď a popiš všechny funkce krve, které Tě napadnou.

- transportní funkce – dýchací plyny (kyslík a oxid uhličitý), živiny, hormony, odpadní látky (oxid uhličitý, močovina)
- udržování stálosti vnitřního prostředí
- udržování tělesné teploty
- obranyschopnost organismu (např. obrana proti mikroorganismům, parazitům apod.)

3) Kolik litrů krve se nachází v těle dospělého muže a dospělé ženy? Vybarvi počet láhví, které odpovídají množství krve u dospělého muže a dospělé ženy. Každá láhev má objem 1 litr. Můžeš vybarvit celé láhve nebo jejich části.

- Muž má **5 – 6** l krve, žena **4,5 – 5** l krve.
- Rozdíl – muž má větší množství krve než žena.

4) Kde v lidském těle probíhá krvetvorba?

- Červená kostní dřeň, v dospělosti se nachází v plochých a krátkých kostech, v dětství také v těle dlouhých kostí.

## KONCEPT 2 (stavba a funkce srdce)

Kód školy: ZŠ01

Ročník: .....

Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

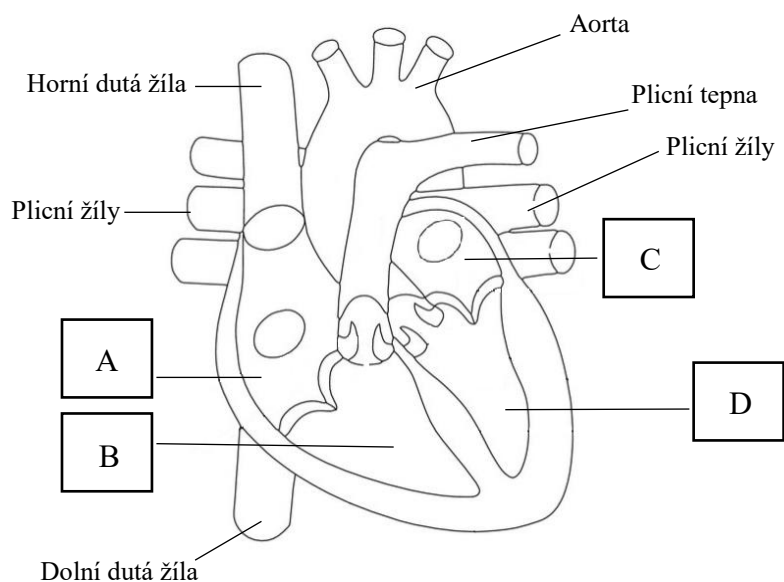
Věk: ..... let

### Odpověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:

1) Jakou funkci má srdce (proč je pro člověka důležité)? Uveď a popiš všechny funkce srdce, které Tě napadnou.

- Zajišťuje oběh (cirkulaci) krve – funguje tedy jako pumpa, čerpadlo, apod.

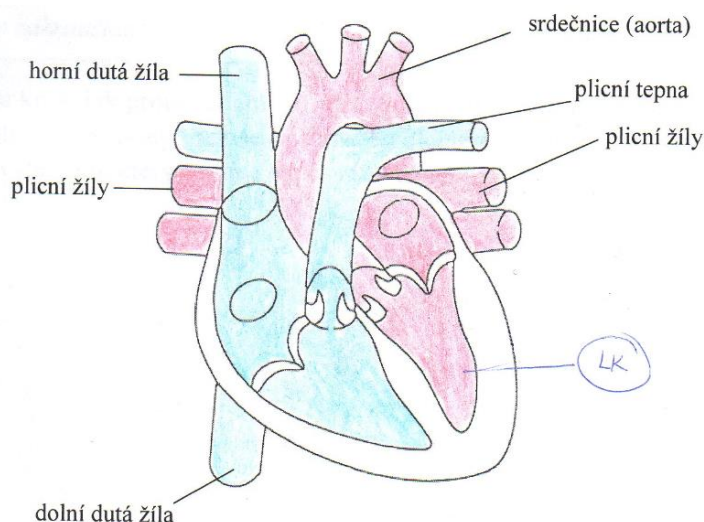
2) Na obrázku je schéma lidského srdce. Jak se nazývají jeho části, které v popisu obrázku chybí? Do prázdných čtverečků napiš písmeno (A, B, C, D) podle toho, kterou část srdce představují.



- A) pravá síň  
B) pravá komora  
C) levá síň  
D) levá komora



3) Na obrázku je schéma lidského srdce. Vybarvi modrou barvou části srdce, ve kterých proudí odkysličená krev (krev bez kyslíku) a červeně části srdce, ve kterých proudí okysličená krev (krev s kyslíkem).



4) Která část lidského srdce má nejmohutnější vrstvu srdeční svaloviny? V obrázku u otázky č. 3 tuto část zakroužkuj. Vysvětli, co nejpřesněji, proč je právě v této části svalovina srdce nejmohutnější.

- Levá komora – pumpuje krev do celého těla, proto má nejmohutnější svalovinu.

5) Existuje podle Tebe nějaký rozdíl mezi tepnou a žilou? Pokud si myslíš, že ano, vysvětli, a co nejpodrobněji popiš všechny rozdíly mezi tepnou a žilou, které tě napadnou. Pokud si myslíš, že mezi nimi žádný rozdíl není, stačí níže uvedené řádky proškrtnout.

Tepny	Žíly
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mají silnější stěnu s mohutnější vrstvou hladké svaloviny než žíly (krev proudí pod vysokým tlakem)</li> <li>• vedou krev ze srdce do těla</li> <li>• vedou okysličenou krev (kromě plicní tepny a jejích větví)</li> <li>• ve stěnách tepen chybí chlopně</li> <li>• krev v tepnách má vyšší tlak, vyšší rychlost, světlejší barvu a při poranění z rány stříká</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mají tenčí stěnu (a vrstvu hladké svaloviny) v porovnání s tepnami (v žilách proudí krev pod menším tlakem, než v tepnách)</li> <li>• vedou krev z těla do srdce</li> <li>• vedou neokysličenou krev (kromě plicních žil)</li> <li>• ve stěnách některých žil jsou chlopně (jednosměrný tok krve)</li> <li>• krev v žilách má nižší tlak, nižší rychlost, tmavší barvu a při poranění z rány volně vytéká</li> </ul>

### KONCEPT 3 (srážení krve)

Kód školy: ZŠ03

Ročník: .....

Pohlaví (*prosím zakroužkuj*): kluk - holka

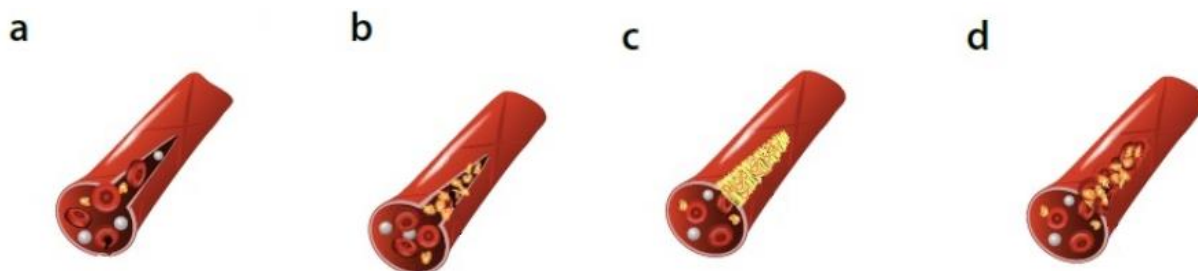
Věk: ..... let

#### Odpověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:

1) Vysvětli, jak je možné, že při drobném poranění, např. když se člověk řízne do prstu, nevykrvácí?

- Protože při drobném poranění není zasažena velká céva a díky existenci procesu srážení krve (hemokoagulace) se krvácení zastaví. Na procesu srážení krve se podílí některé typy krevních buněk (krevní destičky a červené krvinky) a některé další molekuly (trombin a fibrin).

2) Popiš co nejpřesněji a nejpodrobněji, jak podle Tebe probíhá proces srážení krve. Pro lepší představu by Ti mohl pomoci následující obrázek, který průběh tohoto procesu schematicky zachycuje.



a) Reflexní zúžení poraněné cévy.

b) Bezprostředně po narušení cévy se k jejím kolagenním vláknům přichycují krevní destičky. Přichycené krevní destičky začnou uvolňovat látky, které způsobují jejich další shlukování v místě poranění. Postupné shlukování krevních destiček v místě poranění vede ke vzniku destičkové sraženiny (dočasná krevní zátka; odborně primární trombus, též bílý trombus).

c) Na povrchu krevních destiček v dočasné krevní zátce se bílkovina protrombin mění na trombin. Působením trombinu dochází k přeměně nerozpustného fibrinogenu na vláknitý fibrin, který utvoří v místě poranění vláknitou síť.

d) Do sítě vláken fibrinu se zachytávají krevní buňky (zejména červené krvinky) a vznikne tak trvalá krevní zátka (odborně sekundární trombus, též červený trombus) a poraněná céva se tak uzavře.

## KONCEPT 4 (krevní skupiny)

Kód školy: ZŠ04

Ročník: .....

Pohlaví (prosím zakroužkuj): kluk - holka



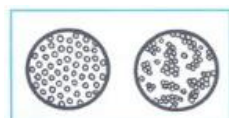

Věk: ..... let

### Odověz co nejpřesněji a nejpodrobněji na následující otázky:

1) Každý člověk má jednu ze čtyř krevních skupin, které označujeme jako A, B, AB nebo 0. Vysvětli co nejpřesněji, v čem spočívají rozdíly mezi krevními skupinami (čím jsou určeny)?

- Jsou dány přítomností specifických molekul (tzv. aglutinogenů) na povrchu (v membránách) červených krvinek. Krevní skupina A má aglutinogen A, krevní skupina B má aglutinogen B, krevní skupina AB má aglutinogen A i aglutinogen B a krevní skupina 0 nemá na povrchu červených krvinek aglutinogen žádný. Krevní plazma dále obsahuje protilátky anti-A / anti-B proti aglutinogenům, které nejsou přítomné na povrchu červených krvinek. Popsané rozdíly mezi krevními skupinami jsou určeny geneticky.

2) V tabulce jsou výsledky krevní zkoušky u 4 pacientů. Abychom zjistili, jakou krevní skupinu pacienti mají, používáme v laboratoři dvě séra: sérum anti-A a sérum anti-B. Na podložní sklo dáme na levou stranu kapku séra anti-A a na pravou stranu kapku séra anti-B. Poté do obou kapek přidáme vzorek krve, kterou jsme u pacienta odebrali. Jakou krevní skupinu měli pacienti 1 až 4? U každého pacienta urči jeho krevní skupinu a vysvětli, proč si to myslíš.

Pacient	Výsledky krevní zkoušky	Krevní skupina	Zdůvodnění
1	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>anti-A</span> <span>anti-B</span> </div> 	0	U krevní skupiny 0 nemají červené krvinky na povrchu žádný z aglutinogenů. Proto v kapkách se sérem anti-A a anti-B nedochází k reakci s protilátkami v séru a červené krvinky se neshlukují.
2	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>anti-A</span> <span>anti-B</span> </div> 	AB	U krevní skupiny AB mají červené krvinky na povrchu aglutinogeny A i B. Proto reagují s protilátkami v kapce séra anti-A i anti-B a v obou kapkách můžeme pozorovat shlukování červených krvinek.
3	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>anti-A</span> <span>anti-B</span> </div> 	B	U krevní skupiny B mají červené krvinky na povrchu aglutinogen B. Proto dochází ke shlukování červených krvinek pouze v kapce se sérem anti-B a v kapce se sérem anti-A shlukování krvinek nepozorujeme.
4	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>anti-A</span> <span>anti-B</span> </div> 	A	U krevní skupiny A mají červené krvinky na povrchu aglutinogen A. Proto dochází ke shlukování červených krvinek pouze v kapce se sérem anti-A a v kapce se sérem anti-B shlukování červených krvinek nepozorujeme.

3) Pavel má krevní skupinu B. Po automobilové havárii byl převezen do nemocnice, jeho zdravotní stav vyžadoval okamžitou transfuzi. Jakou krevní skupinu může mít osoba, aby mohla Pavlovi darovat krev? Uveď všechny případy, které jsou z lékařského hlediska možné. Svou odpověď zdůvodni.

- B, 0
- Imunitní systém Pavla „zná“ aglutinogen B, proto mu v krvi chybí protilátky proti němu. Může tedy dostat transfuzi od dárce s krevní skupinou B, která má stejný aglutinogen. Krevní skupina 0 nemá na membránách červených krvinek žádný aglutinogen, je tedy univerzálním dárce. Pavel může dostat transfuzi červených krvinek i od dárce s krevní skupinou 0.

## KONCEPT 5 (krevní oběh)

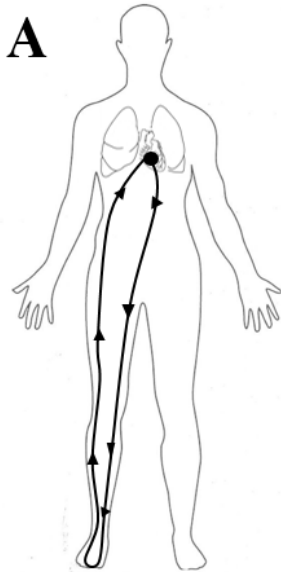
Kód školy: ZŠ01

Ročník: .....

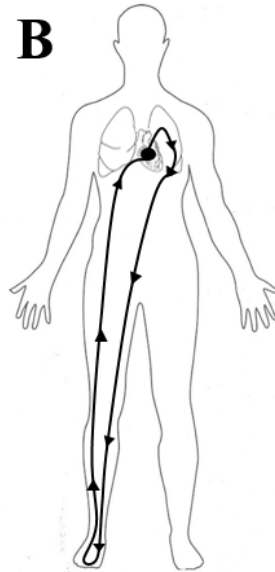
Pohlaví (prosím zakroužkuj): kluk - holka

Věk: ..... let

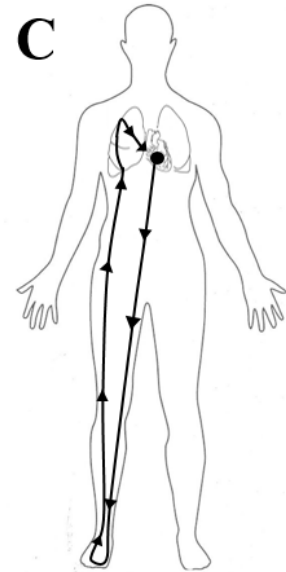
Představ si kapku krve, jak proudí tělem člověka. Jaká je její cesta v těle poté, co opustí srdce a směřuje do palce pravé nohy, než se dostane do stejné části srdce? Z obrázků s využitím slovního popisu vyber ten, který nejvíce odpovídá Tvé představě.



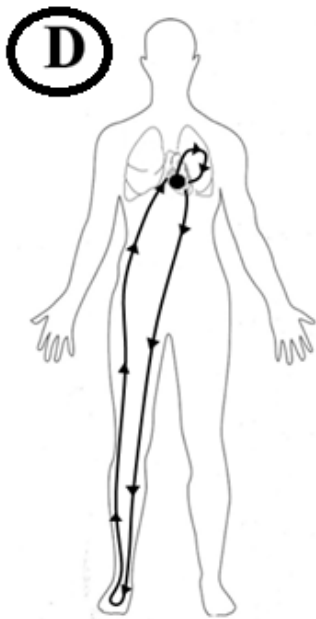
A) Kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy a poté zase zpátky do srdce.



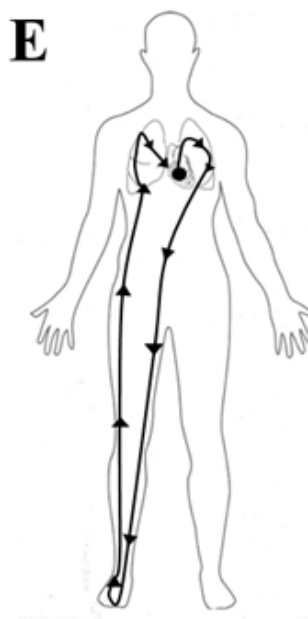
B) Kapka krve proudí ze srdce nejprve do plic, poté do palce nohy a pak zpátky do srdce.



C) Kapka krve proudí ze srdce přímo do palce nohy, poté do plic a zase zpátky do srdce.



D) Kapka krve proudí ze srdce do palce nohy, poté zpátky do srdce, do plic a opět do srdce.



E) Kapka krve proudí ze srdce do plic, poté do palce nohy, zpátky do plic a opět do srdce.

## Příloha č. 7: Kategorie žákovských odpovědí

### Konceptový test č. 1 (složení a funkce krve)

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 1.: „Popiš co nejpřesněji, jak vypadá krev.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	krev je červená (barva krve)
(2)	krev je tekutina
(3)	krev je viskózní (krev je hustší než voda)

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 1.: „Popiš co nejpřesněji, z čeho se skládá krev.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	krevní plazma
(2)	složky krevní plazmy
(3)	krvinky
(4)	erytrocyty
(5)	leukocyty
(6)	trombocyty

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 2: „Jakou funkci má krev (proč je pro člověka důležitá)? Uved' a popiš všechny funkce krve, které Tě napadnou.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	transportní funkce
(2)	udržování stálosti vnitřního prostředí
(3)	udržování tělesné teploty
(4)	obranyschopnost organismu
(5)	jiná funkce

Kategorie žákovských odpovědí o transportní funkci krve.

Kategorie	Odpověď
(1)	krv rozvádí po těle kyslík
(2)	krv rozvádí po těle oxid uhličitý
(3)	krv rozvádí po těle živiny
(4)	krv rozvádí po těle hormony

Kategorie žákovských odpovědí o jiné funkci krve.

Kategorie	Odpověď
(1)	životaschopnost, „fungování“ těla
(2)	prokrvování těla či jeho částí
(3)	pohyb
(4)	význam pro funkci srdce
(5)	„pohon“ lidského těla
(6)	diagnostická funkce
(7)	dárcovství krve
(8)	výplň těla

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 3: „Kolik litrů krve se nachází v těle dospělého muže a dospělé ženy?“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	správně (muž má objem 5-6 l, žena 4,5-5 l)
(2)	více (muž má více než 6 l krve, žena má více než 5 l krve)
(3)	méně (muž má méně než 5 l krve, žena má méně než 4,5 l krve)

Kategorie otevřených odpovědí na otázku zda existuje rozdíl mezi objemem krve v těle dospělého muže a v těle dospělé ženy.

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	muž má větší objem krve než žena
(2)	objem krev je u muže i ženy stejný
(4)	muž má menší objem krve než žena

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 4: „*Kde v lidském těle probíhá krevetvorba?*“

<b>Kategorie</b>	<b>Odpověď</b>
(0)	odpověď chybí (neuveďeno)
(1)	kostní dřeň
(2)	krev se netvoří, obíhá v těle stále dokola
(3)	srdce
(4)	plíce
(5)	mozek
(6)	nespecifikovaný orgán (např. krev se tvoří v břiše)
(7)	celé tělo
(8)	nevím
(9)	cévy
(10)	játra
(11)	svaly
(12)	ledviny
(13)	více uvedených možností



## Konceptový test č. 2 (stavba a funkce srdce)

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 1: „*Jakou funkci má srdce (proč je pro člověka důležité)? Uveď a popiš všechny funkce srdce, které Tě napadnou.*“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	srdce zajišťuje krevní oběh - funguje tedy jako pumpa, čerpadlo, apod.
(2)	srdce je důležité pro život, udržuje nás při životě
(3)	krvetočba
(4)	dýchání/okysličování krve
(5)	filtrace krve
(6)	jiné (vyrábí moč, pohání tělo apod.)
(7)	více uvedených možností

Kategorie odpovědí na položku č. 2. (pravolevá orientace, přiřazení síň/ komora).

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	správně
(2)	chybně

Kategorie odpovědí na položku č. 3. (vybarvení okysličená/neokysličená krev).

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	správně
(2)	chybně
(3)	nelze hodnotit

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 4: „Která část lidského srdce má nejmohutnější vrstvu srdeční svaloviny? V obrázku u otázky č. 3 tuto část zakroužkuj. Vysvětli, co nejpřesněji, proč je právě v této části svalovina srdce nejmohutnější.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuveдено)
(1)	levá komora
(2)	aorta
(3)	celé srdce
(4)	levá část srdce
(5)	nevím
(6)	plicní žíla
(7)	komory
(8)	dolní (horní) dutá žíla
(9)	plicní tepna
(10)	chlopně
(11)	pravá část srdce
(12)	síň
(13)	svalovina celého srdce

Kategorie zdůvodnění volby části srdce s nejmohutnější svalovinou.

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuveдено)
(1)	pumpuje krev do celého těla
(2)	nejmohutnější (největší) část
(3)	na obrázku vypadá nejmohutnější
(4)	podle názvu (např. líbí se mi srdečnice)
(5)	množství krve (proudí tam hodně krve, zadržuje nejvíc krve)
(6)	protože srdce musí pumpovat
(7)	srdce musí snášet velký tlak, aby neprasklo
(8)	udržuje srdce pohromadě
(9)	tvoří tep
(10)	ochrana srdce (případně ochrana komor, síní)
(11)	nevím
(12)	ostatní (je dutá, neobsahuje trubičky se vzduchem, je nejbliže ke svalům, vytváří krev, k dýchání apod.)

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 5: „Existuje podle Tebe nějaký rozdíl mezi tepnou a žilou?“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	ano, rozdíl mezi tepnou a žilou existuje
(2)	ne, žádný rozdíl mezi tepnou a žilou není

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 5: „Existuje podle Tebe nějaký rozdíl mezi tepnou a žilou? Pokud si myslíš, že ano, vysvětli, a co nejpodrobněji popiš všechny rozdíly mezi tepnou a žilou, které tě napadnou. Pokud si myslíš, že mezi nimi žádný rozdíl není, stačí níže uvedené řádky proškrtnout.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	tloušťka stěny cévy (vrstvy hladké svaloviny)
(2)	zbarvení krve
(3)	tlak krve
(4)	směr vedení krve
(5)	vedení okysličené a neokysličené krve
(6)	přítomnost chlopní v cévní stěně žil

Kategorie odpovědí o tloušťce stěny cévy a vrstvy hladké svaloviny.

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	tepna má mohutnější stěnu cévy a vrstvu hladké svaloviny než žíla
(2)	stěna cévy a vrstva hladké svaloviny je u obou cév stejně mohutná
(3)	žíla má mohutnější stěnu cévy a vrstvu hladké svaloviny než tepna

Kategorie odpovědí o zbarvení krve v cévách.

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	krv v tepnách má světlejší barvu
(2)	krv v žilách má světlejší barvu

Kategorie odpovědí o rozdílu tlaku krve v cévách.

<b>Kategorie</b>	<b>Odpověď</b>
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	krv v tepnách má vyšší tlak
(2)	tlak krve je v obou cévách stejný
(3)	krv v žilách má vyšší tlak

Kategorie odpovědí o rozdílu směru vedení krve.

<b>Kategorie</b>	<b>Odpověď</b>
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	tepny vedou krev směrem ze srdce do těla
(2)	žíly vedou krev směrem ze srdce do těla

Kategorie odpovědí o vedení okysličené a neokysličené krve.

<b>Kategorie</b>	<b>Odpověď</b>
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	správně
(2)	chybně

### Konceptový test č. 3 (proces srážení krve)

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 1: „Vysvětli, jak je možné, že při drobném poranění, např. když se člověk řízne do prstu, nevykrváčí.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuveďeno)
(1)	srážení krve + místo/velikost poranění
(3)	místo/velikost poranění
(4)	není poškozena tepna/žíla
(5)	funkce bílých krvinek
(6)	funkce červených krvinek
(7)	funkce krevních destiček
(8)	funkce krevních buněk
(9)	přeříznutí tepny nebo žíly
(10)	nevím
(11)	ostatní (ucpání cév, zaschnutí krve apod.)
(12)	více uvedených možností

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 2: „Popiš co nejpřesněji a nejpodrobněji, jak podle Tebe probíhá proces srážení krve. Pro lepší představu by Ti mohl pomoci následující obrázek, který průběh tohoto procesu schematicky zachycuje.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuveďeno)
(1)	správná posloupnost/popis kroků při srážení krve
(2)	neúplná/nerozvinutá posloupnost/popis kroků při srážení krve
(3)	popis srážení krve jako funkce krevních destiček
(4)	popis srážení krve jako funkce červených krvinek
(5)	popis srážení krve jako funkce bílých krvinek
(6)	popis srážení krve jako funkce krvinek
(7)	nevím
(8)	ostatní (tlak, ošetření, ucpání cévy vzduchem apod.)

#### Konceptový test č. 4 (krevní skupiny)

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 1: „Každý člověk má jednu ze čtyř krevních skupin, které označujeme jako A, B, AB nebo 0. Vysvětli co nejpřesněji, v čem spočívají rozdíly mezi krevními skupinami (čím jsou určeny).“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	aglutinogeny na červených krvinkách
(2)	nevím
(3)	složení krve
(4)	barva krve
(5)	počet krevních elementů
(6)	geneticky podmíněno
(7)	přítomnost/nepřítomnost krvinek
(8)	hustota krve
(9)	srážlivost krve
(10)	ostatní (nemoci, skupenství krve, výkon apod.)
(11)	více uvedených možností

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 2: „V tabulce jsou výsledky krevní zkoušky u 4 pacientů. Abychom zjistili, jakou krevní skupinu pacienti mají, používáme v laboratoři dvě séra: sérum anti-A a sérum anti-B. Na podložní sklo dáme na levou stranu kapku séra anti-A a na pravou stranu kapku séra anti-B. Poté do obou kapek přidáme vzorek krve, kterou jsme u pacienta odebrali. Jakou krevní skupinu měli pacienti 1 až 4?“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	správně
(2)	chybně
(3)	nevím

Kategorie zdůvodnění volby odpovědi žáků na položku č. 2.

<b>Kategorie</b>	<b>Odpověď</b>
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	správně
(2)	chybně
(3)	náhodný tip
(4)	nevím

Kategorie zdůvodnění odpovědí u krevní zkoušky pacientů (P1-P4).

<b>Kategorie</b>	<b>Odpověď</b>
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	reakce na anti-A, anti-B
(2)	s krví se něco stalo nebo nestalo
(3)	změny v prostorovém uspořádání krvinek
(4)	srážení krve
(5)	typ krvinek ve vzorku
(6)	počet krvinek
(7)	hustota krve
(8)	vzorky jsou stejné nebo rozdílné
(9)	název skupiny/protilátky
(10)	smíchání krevních skupin
(11)	ostatní (krvinky se sežraly, chování krvinek, dárcovství krve)
(12)	více uvedených možností

Kategorie otevřených odpovědí na položku č. 3: „Pavel má krevní skupinu B. Po automobilové havárii byl převezen do nemocnice, jeho zdravotní stav vyžadoval okamžitou transfuzi. Jakou krevní skupinu může mít osoba, aby mohla Pavlovi darovat krev? Uveď všechny případy, které jsou z lékařského hlediska možné. Svou odpověď zdůvodni.“

Kategorie	Odpověď
(0)	odpověď chybí (neuvedeno)
(1)	krevní skupiny 0, B
(2)	krevní skupinu 0
(3)	krevní skupinu B
(4)	krevní skupiny B, AB
(5)	krevní skupiny A, B
(6)	krevní skupiny 0, B, AB
(7)	krevní skupinu A
(8)	krevní skupiny A, B, AB, O
(9)	krevní skupiny A, B, AB
(10)	krevní skupina AB
(11)	nevím